



# MANIFESTACIÓN de IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR



## Parque Maya de Cancún

Av. Nader, Lote 28, SM 2,  
Interior 301-302,  
Edificio Popolna,  
Cancún, Quintana Roo.



NOVIEMBRE DE 2015

# ÍNDICE

<b>I</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
	1.1.- <i>NOMBRE DEL PROYECTO.....</i>	1
	1.2.- <i>ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD .....</i>	1
	1.3.- <i>UBICACIÓN DEL PROYECTO.....</i>	1
	1.3.1. <i>COORDENADAS GEOGRÁFICAS .....</i>	2
	1.4.- <i>TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....</i>	3
	1.5. <i>PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.....</i>	3
<b>2</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....</b>	<b>4</b>
	2.1. <i>NOMBRE O RAZÓN SOCIAL .....</i>	4
	2.2. <i>REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE .....</i>	4
	2.3. <i>NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL. ....</i>	4
	2.4. <i>CURP DEL REPRESENTANTE LEGAL.....</i>	4
	2.5. <i>DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL.....</i>	4
<b>3</b>	<b>RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>5</b>
	3.1. <i>NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ....</i>	5
	3.2. <i>REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....</i>	5
	3.3. <i>NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL. ....</i>	5
	3.4. <i>DIRECCIÓN .....</i>	5
	3.5. <i>NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. ....</i>	5
	3.6. <i>DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. ....</i>	5
	3.7. <i>CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO. ....</i>	5
<b>II</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.....</b>	<b>6</b>
<b>1</b>	<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>6</b>
	1.1.- <i>NATURALEZA DEL PROYECTO.....</i>	6
	1.2.- <i>ANTECEDENTES. ....</i>	6
	1.3.- <i>SELECCIÓN DEL SITIO. ....</i>	7
	1.4.- <i>UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN .....</i>	8
	1.5.- <i>INVERSIÓN REQUERIDA. ....</i>	9
	1.6.- <i>DIMENSIONES DEL PROYECTO.....</i>	9
	1.7.- <i>USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS.....</i>	9
	1.8 <i>URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS .....</i>	11
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....</b>	<b>13</b>
	2.1 <i>PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO .....</i>	31
	2.2 <i>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.....</i>	32
	2.3 <i>ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.....</i>	33
	2.3.1. <i>SECCIÓN TERRESTRE.....</i>	33
	2.3.2. <i>SECCIÓN ACUÁTICA.....</i>	38
	2.4 <i>ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</i>	39
	2.4.1. <i>OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</i>	40
	2.4.2. <i>NÚMERO DE VISITANTES .....</i>	41
	2.4.3. <i>DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DIARIA.....</i>	41
	2.4.4. <i>MANTENIMIENTO DE TIROLESAS Y SU EQUIPO. ....</i>	45
	2.4.5. <i>MANTENIMIENTO DE EMBARCACIONES Y SU EQUIPO .....</i>	45
	2.4.5.1. <i>MANTENIMIENTO DE CASCOS E INTERIORES .....</i>	45
	2.5 <i>DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.....</i>	46
	2.6 <i>ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO .....</i>	47
	2.7 <i>MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE SERÁN UTILIZADAS .....</i>	47
	2.7.1. <i>PUEBLO MAYA, SELVA MAYA Y SERVICIOS .....</i>	47
	2.7.2. <i>LAGUNA .....</i>	48
	2.7.3. <i>REQUERIMIENTOS DE AGUA.....</i>	48
	2.7.4. <i>REQUERIMIENTOS DE COMBUSTIBLE.....</i>	48
	2.8 <i>REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA .....</i>	48
	2.9 <i>MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR.....</i>	49
	2.10 <i>GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....</i>	49
	2.10.1. <i>RESIDUOS SÓLIDOS.....</i>	49
	2.10.2. <i>RESIDUOS LÍQUIDOS.....</i>	50
	2.10.3. <i>EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....</i>	51

<b>III</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL.....</b>	<b>52</b>
<b>1</b>	<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.....</b>	<b>52</b>
	1.1. ARTÍCULO 4.....	52
	1.2. ARTÍCULO 25.....	52
	1.3. ARTÍCULO 27.....	52
<b>2</b>	<b>LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).....</b>	<b>52</b>
	2.1. CAPÍTULO II. DISTRIBUCIÓN DE COMPETENCIAS.....	53
	2.1.1. ARTÍCULO 4.....	53
	2.1.2 ARTÍCULO 5.....	53
	2.1.3 ARTÍCULO 28.....	54
	2.1.4 ARTÍCULO 30.....	54
	2.1.5 ARTÍCULO 35.....	55
<b>3</b>	<b>REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>57</b>
	3.1. CAPÍTULO II. DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIERAN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES.....	57
	3.1.1. ARTÍCULO 4.....	57
	3.1.2. ARTÍCULO 5.....	57
	3.2. CAPÍTULO III. DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	57
	3.2.1. ARTÍCULO 9.....	57
	3.2.2. ARTÍCULO 12.....	58
<b>4</b>	<b>LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.....</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES.....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO.....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.....</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENTO JUÁREZ.....</b>	<b>65</b>
<b>10</b>	<b>PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.....</b>	<b>75</b>
<b>11</b>	<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....</b>	<b>101</b>
	11.1. NOM-002-SEMARNAT-1996.....	101
	11.2. NOM-041-SEMARNAT-1999.....	102
	11.3. NOM-022-SEMARNAT-2003.....	102
	11.3.1. ANÁLISIS DE VINCULACIÓN CON EL PROYECTO.....	103
	11.4. NOM-059-SEMARNAT-2010.....	116
<b>12</b>	<b>ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....</b>	<b>117</b>
<b>IV</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL.....</b>	<b>119</b>
<b>1</b>	<b>DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>119</b>
	1.1.- <b>CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ.....</b>	<b>121</b>
	1.1.1. IMPORTANCIA DE LOS PASTOS MARINOS.....	121
	1.1.2. CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ.....	122
	1.1.3. CARACTERIZACIÓN FAUNÍSTICA DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ.....	126
<b>2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....</b>	<b>134</b>
	2.1.- <b>ASPECTOS ABIÓTICOS.....</b>	<b>134</b>
	2.1.1. CLIMA.....	134
	2.1.2. TEMPERATURA.....	136
	2.1.3. PRECIPITACIÓN.....	137
	2.1.4. HUMEDAD RELATIVA Y ABSOLUTA.....	139
	2.1.5. GEOMORFOLOGÍA.....	140
	2.1.6. HIDROLOGÍA Y CUERPOS DE AGUA.....	141
	2.1.7. EDAFOLOGÍA.....	143
	2.1.8. FISIOGRAFÍA COSTERA.....	145
	2.1.9. SISTEMAS HIDROMETEOROLÓGICOS.....	148
	2.1.10. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS.....	153
	2.2.- <b>ASPECTOS BIÓTICOS.....</b>	<b>158</b>
	2.1.1. VEGETACIÓN TERRESTRE.....	158
	2.1.2. FAUNA TERRESTRE.....	164
	2.1.3. CARACTERIZACIÓN DEL BENTOS EN LA ZONA DEL PROYECTO.....	167
	2.3.- <b>PAISAJE.....</b>	<b>190</b>

2.4.- <i>MEDIO SOCIOECONÓMICO</i> .....	197
2.5.- <i>DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</i> .....	209
2.5.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL .....	209
2.5.2. CONCLUSIONES .....	210
<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	212
<b>1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	<b>213</b>
1.1. <i>COMPONENTES AMBIENTALES E INDICADORES DE IMPACTO</i> .....	214
1.2. <i>LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO</i> .....	215
1.3. <i>CRITERIOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN</i> .....	216
1.3.1. <i>CRITERIOS</i> .....	216
1.3.2. <i>IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</i> .....	218
1.3.2.1. <i>MEDIO FÍSICO</i> .....	218
1.3.2.2. <i>MEDIO BIOLÓGICO</i> .....	225
1.3.2.3. <i>MEDIO SOCIOECONÓMICO</i> .....	229
1.4. <i>CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL</i> .....	230
<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b> .....	231
1. <i>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL</i> .....	231
1.1. <i>MEDIO FÍSICO</i> .....	231
1.2. <i>MEDIO BIOLÓGICO</i> .....	233
1.3. <i>MEDIO SOCIOECONÓMICO</i> .....	234
2. <i>IMPACTOS RESIDUALES</i> .....	235
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b> .....	237
1. <i>PRONÓSTICO DE ESCENARIO</i> .....	237
2. <i>CONCLUSIONES</i> .....	237
<b>VIII. LITERATURA CONSULTADA</b> .....	239

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

### 1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### 1.1.- NOMBRE DEL PROYECTO.

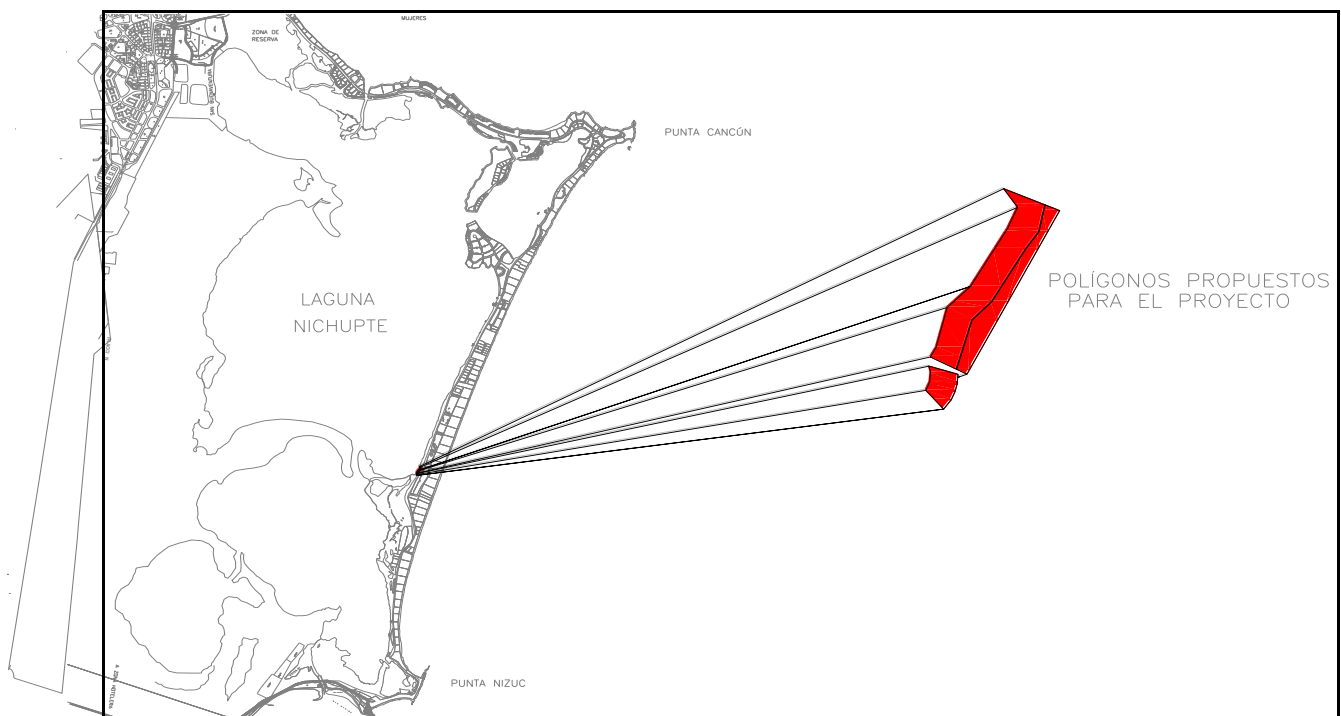
Parque Maya de Cancún.

#### 1.2.- ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD

Por su naturaleza, el proyecto no lo requiere.

#### 1.3.- UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área donde se pretende realizar la construcción del proyecto Parque Maya de Cancún, se encuentra conformada por una superficie de 5,083.53 m<sup>2</sup> que se compone de una poligonal que se localiza en la Zona Federal, otra que comprende Terrenos Ganados a la Laguna Nichupté, y uno más que se ubica en la Zona Federal de la laguna, a la altura de los kilómetros 16+296.58 al 16+445 y del 16+445 al 16+745, del Boulevard Kukulkán, en la Zona Hotelera de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.



Plano de localización de los polígonos de zona federal y terrenos ganados a la laguna, en los que se plantea el sembrado del proyecto Parque Maya de Cancún, en la Riviera del Sistema Lagunar Nichupté, en la Zona Hotelera de Cancún, Municipio Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

### 1.3.1. COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Las poligonales localizadas en la Zona Federal Marítimo Terrestre y en Terrenos Ganados a la Laguna Nichupté y que conforman la superficie sobre la cual se propone el desarrollo del parque, se describen con los siguientes cuadros de construcción.

**CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POLÍGONO 1 EN ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE**

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA MTS	COORDENADAS UTM	
			X	Y
PM1-PM2	32°45'13.93"	8.550	522,952.3440	2,330,288.8232
PM2-PM3	18°9'47.26"	33.695	522,956.9699	2,330,296.0139
PM3-PM4	48°51'4.53"	24.034	522,967.4733	2,330,328.0296
PM4-PM5	33°57'15.41"	53.763	522,985.5707	2,330,343.8441
PM5-PM6	27°23'10.74"	19.167	523,015.5992	2,330,388.4399
PM6-PM7	330°15'54.56"	18.197	523,024.4157	2,330,405.4586
PM7-ZF12	117°52'2.26"	32.740	523,015.3900	2,330,421.2600
ZF12-ZF12'	195°28'32.87"	22.243	523,044.3336	2,330,405.9563
ZF12'-ZF13	218°42'15.01"	17.004	523,038.3984	2,330,384.5195
ZF13-ZF14	214°6'54.12"	49.506	523,027.7657	2,330,371.2497
ZF14-Z15	228°4'29.32"	20.571	523,000.0000	2,330,330.2631
Z15-ZF16	199°54'0.97"	41.490	522,984.6946	2,330,316.5182
ZF16-PM1	301°50'6.64"	21.456	522,970.5721	2,330,277.5058

**ÁREA = 3,035.95 m<sup>2</sup>**

**CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POLÍGONO 2 EN ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE**

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA MTS	COORDENADAS UTM	
			X	Y
ZF1-ZF2'	188°52'20.68"	7.936	522,971.3000	2,330,273.2150
ZF2-ZF3'	197°46'23.67"	6.188	522,970.0760	2,330,265.3740
ZF3-ZF4'	206°39'51.04"	7.238	522,968.1870	2,330,259.4810
ZF4-ZF5'	220°13'19.19"	9.372	522,964.9390	2,330,253.0130
ZF5-PM6'	323°46'15.97"	20.000	522,958.8870	2,330,245.8570
PM6'-PM7'	26°40'1.13"	7.238	522,947.0667	2,330,261.9903
PM7'-PM8'	08°52'24.69"	7.935	522,950.3150	2,330,268.4580
PM8'-PM9'	350°51'17.11"	5.228	522,951.5390	2,330,276.2980
PM9'-ZF1'	111°49'15.87"	22.181	522,950.7080	2,330,281.4600

**ÁREA = 505.43 m<sup>2</sup>**

**CUADRO DE CONSTRUCCIÓN POLÍGONO EN TERRENOS GANADOS A LA LAGUNA NICHUPTÉ**

LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA MTS	COORDENADAS UTM	
			X	Y
TGL1'-TGL1	211°2'45.66"	148.895	523,054.6560	2,330,400.5425
TGL1-ZF16	301°50'6.75"	8.587	522,977.8671	2,330,272.9765
ZF16-Z15	19°54'0.97"	41.490	522,970.5721	2,330,277.5058
Z15-ZF14	48°4'29.32"	20.571	522,984.6946	2,330,316.5182
ZF14-ZF13	34°6'54.12"	49.506	523,000.0000	2,330,330.2631
ZF13-ZF12'	38°42'15.01"	17.004	523,027.7657	2,330,371.2497
ZF12'-ZF12	15°28'32.87"	22.243	523,038.3984	2,330,384.5195
ZF12-TGL1'	117°40'32.55"	11.656	523,044.3336	2,330,405.9563
<b>ÁREA = 1,542.15 m<sup>2</sup></b>				

#### 1.4.- TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

El tiempo de vida útil del proyecto es de 50 años, considerando un adecuado mantenimiento. Este periodo de tiempo podrá extenderse por tiempo indefinido, si se realiza un programa permanente de mantenimiento preventivo.

#### 1.5. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En los anexos del presente Manifiesto de Impacto Ambiental, se presentan copias de los siguientes documentos:

1. Escrito a través del cual el Sr. Manuel Jesús Cabrera Polanco, actual titular del Título de Concesión DGZF-880/12, Expediente 1309/QROO/2012 / C.A.:1.11-189/2012, de fecha 14 de diciembre del 2012, otorgado por la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, con uso autorizado de ornato, solicita la cesión de derechos del mismo a favor de Infinito Maya, S.A. de C.V.
2. Título de Concesión DGZF-880/12, Expediente 1309/QROO/2012 / C.A.:1.11-189/2012, de fecha 14 de diciembre del 2012.
3. DGZF-539/13, Expediente 970/QROO/2013 / 16.27S.714.1.11-146/2013, de fecha 17 de diciembre del 2013, que otorgó la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, con uso autorizado de: "servicios turísticos en general, actividades recreativas y náutico recreativas, comercios, oficinas, servicios profesionales, marina turística y atracadero, restaurante, bar, cafetería, parque recreativo y de atracciones, tirolesas, kartódromo, centro nocturno, discoteca, venta de alimentos y bebidas, venta de mercancías, centro de visitantes, estacionamiento, y resguardo de embarcaciones".

## 2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### 2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Infinito Maya, S.A. de C.V.

El predio es propiedad de **Infinito Maya, S.A. de C.V.**, según consta en la Escritura Pública No. P.A. 5931 (cinco mil novecientos treinta y uno), Volumen XLI (cuadragésimo primero) TOMO B, de fecha 01 del mes de agosto del año dos mil trece, pasada ante la fe del Lic. Juan Carlos Fariña Isla, auxiliar en el protocolo de la Notaría Pública número sesenta y dos en el estado, en ausencia de su titular Licenciado Heyden José Cebada Rivas del Estado de Quintana Roo, misma en la que se otorga al Señor **Francisco Córdova Lira** un poder general para pleitos, cobranzas y actos de administración, para representar a la Sociedad "INFINITO MAYA", SOCIEDAD ANÓNIMA DE CAPITAL VARIABLE., con todas las facultades generales y especiales que requieran cláusula especial conforme a la Ley sin limitación alguna en los términos del primer y segundo párrafo del artículo 2810 (dos mil ochocientos diez) del Código Civil vigente en el Estado de Quintana Roo y sus correlativos el 2554 (dos mil quinientos cincuenta y cuatro) del Código Civil Federal en materia común aplicable en toda la República en materia federal y sus concordantes en los demás Estados de la República Mexicana.

### 2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE

IMA130726HY7

### 2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Francisco Córdova Lira

### 2.4. CURP DEL REPRESENTANTE LEGAL.

### 2.5. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O REPRESENTANTE LEGAL



### 3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.1. *NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.*

Planing, Quintana Roo, S.C.

3.2. *REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.*

PQR130404QD1

3.3. *NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL.*

Lic. Juan Pablo Estrello Olivares

3.4. *DIRECCIÓN*

3.5. *NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.*

Biol. Miguel Navarro Mendoza

3.6. *DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.*

3.7. *CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE TÉCNICO.*

## II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

### 1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### 1.1.- NATURALEZA DEL PROYECTO.

**Sector:** Turismo.

**Subsector:** Turístico.

**Tipo de Proyecto:** Turístico.

El proyecto consiste en la creación de un parque recreativo con tirolesas, juegos de cuerdas, paseos por el mangle en canoa y el recorrido por puentes colgantes en selva y réplicas de arquitectura maya; atractivos que no existen actualmente en la ciudad de Cancún. Se pretende así mismo, crear un nuevo concepto tripartito llamado “Universo Maya” donde se integrarán tres locaciones distintas en una sola experiencia turística, integrando el Parque Maya de Cancún con el actual Museo Maya de Cancún (ubicado justo frente al Parque Maya) y con la Zona Arqueológica Ruinas del Rey, ofreciendo así un viaje con tres destinos atractivos para el turista, que promuevan la cultura maya y sitios arqueológicos.

El proyecto integra en su diseño la sencillez de la arquitectura de la cultura maya y de los pescadores locales, se plantea la construcción de edificaciones de palapa sobre el nivel del suelo, como lo hacían las poblaciones costeras del sur de Quintana Roo y Belice. Para ello se elaborarán palapas de pasto, muros de madera y nacax con aplanados en estuco. Todo ello rodeado de vegetación nativa, minimizando el uso de ventanales, cristales y contrastando con una cubierta de traveses de madera con policarbonato transparente en la plaza principal de acceso. El concepto del Parque Maya es la interpretación de un típico pueblo maya.

#### 1.2.- ANTECEDENTES.

En años pasados, en el polígono 1 de la zona federal marítimo terrestre, así como en el polígono de los terrenos ganados a la laguna (apartado 1.3.1) donde se desarrollará el proyecto, se han llevado a cabo actividades de aprovechamiento, que incluyeron el desmonte, nivelación, relleno y construcción de diversas estructuras, entre ellas una plancha de concreto ubicada al norte del predio de 41.60 m x 19.63 m de 10 cm de espesor cimentada por 54 pilotes sin cabeza al suelo relleno; un campamento de obra actualmente en desuso y deteriorado de 8.00 m x 4.00 m construido con tabloncillos de madera y lámina de cartón; un pequeño cuarto utilizado antiguamente como caseta de vigilancia elaborado con block pero sin techumbre, dos paredes totalmente destruidas y otras dos parcialmente derrumbadas.

También existe un murete de escasos 60 cm de alto, que delimita los terrenos ganados a la laguna del predio correspondiente a zona federal. Este muro inicia poco después de la colindancia Norte y se

desvanece a 29.94 m antes de llegar a la colindancia Sur. Todo este murete cuenta con una malla protectora de 70 cm de altura que protege el manglar ubicado a un costado.

En la zona lagunar adyacente a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto, se ubica un muelle de madera reacondicionado recientemente. Este reacondicionamiento del muelle se realizó mediante un Aviso de No Requerimiento de Autorización en Materia de Impacto Ambiental ingresado a la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, con fecha 19 de agosto de 2014.

En respuesta a este aviso, el Departamento de Riesgo e Impacto Ambiental de la Delegación Federal de la SEMARNAT en Quintana Roo, a través del oficio número 04/SGA/1292/14 4441, de fecha 6 de octubre de 2014, acordó la realización del muelle sin el requerimiento de contar con previa autorización en materia de impacto ambiental.

El muelle mencionado consta de un andador principal de 110.5 metros de longitud en forma de peine con dos andadores perpendiculares, secundarios que corren en dirección Sur, con una longitud de 53.5 m cada uno; el primero a 30 m de distancia del inicio de muelle y el segundo a los 110.5 m del inicio de muelle, formando así un muelle tipo peine. Todo el muelle está construido en madera y sobre pilotes del mismo material.

### 1.3.- SELECCIÓN DEL SITIO.

El área donde se pretende realizar la construcción del proyecto Parque Maya de Cancún, se encuentra conformada por una superficie total de 5,083.53 m<sup>2</sup> integrada por dos polígonos concesionados en la Zona Federal Marítimo Terrestre de la laguna y una más que comprende Terrenos Ganados a la Laguna Nichupté, a la altura de los kilómetros 16+296.58 al 16+445 y del 16+445 al 16+745, del Boulevard Kukulcán, en la Zona Hotelera de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

Así, el primer criterio de selección del sitio, se basa en que el promovente cuenta con las concesiones de dichas zonas federales y de terrenos ganados a la laguna.

POLÍGONOS QUE CONFORMAN LA SUPERFICIE PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	
POLÍGONO	SUPERFICIE
POLÍGONO 1 EN ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE	3,035.95 m <sup>2</sup>
POLÍGONO 2 EN ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE	505.43 m <sup>2</sup>
POLÍGONO EN TERRENOS GANADOS A LA LAGUNA	1,542.15 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>5,083.53 m<sup>2</sup></b>

El sitio propuesto para el desarrollo del proyecto Parque Maya, se encuentra localizado frente al Museo Maya de Cancún y a 1.8 km de la zona arqueológica Ruinas del Rey, lo cual permite alcanzar el objetivo

general, que consiste en la integración de estos tres elementos culturales con el proyecto, para crear el “Universo Maya”

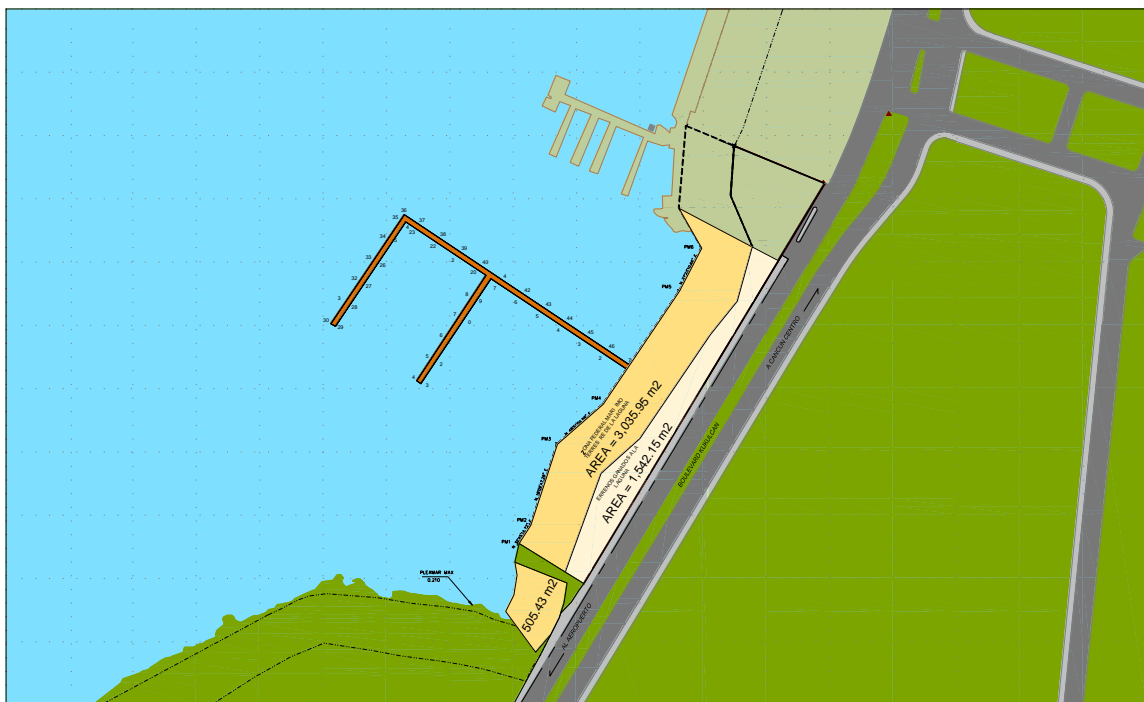
Por otro lado, debido a su localización sobre el Boulevard Kukulcán, el proyecto es congruente con la vocación turística de la zona, por lo que se considera será una nueva alternativa de esparcimiento para los visitantes de Cancún, ya que proyectos como este no existen en la zona cercana.

La zona donde se ubicará el proyecto cuenta con todos los servicios públicos de una zona turística de alto nivel: recoja de residuos, drenaje sanitario, energía eléctrica, iluminación pública, agua potable, alcantarillado, teléfono, transporte público y facilidad de acceso.

Otro aspecto relevante en la selección del sitio, se refiere al aspecto de deterioro actual del área donde se pretende ubicar el proyecto, debido a que tuvo usos previos. Se trata de un sitio abandonado, lo que afecta la imagen del destino turístico.

#### 1.4.- UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El sitio donde se pretende la construcción del proyecto Parque Maya de Cancún, se ubica adyacente a la Laguna Nichupté y a la marina de “Aqua Fun” y frente al Museo Maya de Cancún, específicamente en el km 16+296.58 al 16+445 y del 16+445 al 16+745, del Boulevard Kukulcán, de la Zona Hotelera de Cancún.



Localización de los dos polígonos concesionados en la Zona Federal Marítimo Terrestre de la laguna y una más que comprende Terrenos Ganados a la Laguna Nichupté, a la altura de los kilómetros 16+296.58 al 16+445 y del 16+445 al 16+745, del Boulevard Kukulcán, en la Zona Hotelera de Cancún, Municipio Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

### 1.5.- INVERSIÓN REQUERIDA.

La inversión para el desarrollo de la infraestructura turística que se propone, se estima en aproximadamente 50 millones de pesos.

### 1.6.- DIMENSIONES DEL PROYECTO

La superficie total del predio donde se construirá el proyecto Parque Maya es de 5,083.53 m<sup>2</sup>, de los cuales se ocuparan un total de 1,064.57 m<sup>2</sup>, lo que resulta en un Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS) de 21%, mientras que se construirá sobre una superficie total de 1,431.45 m<sup>2</sup> para obtener un Coeficiente de Utilización del Suelo (CUS) de 0.28. Las superficies parciales por cada área se resumen a continuación.

SUPERFICIES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO PARQUE MAYA		
COMPONENTE DEL PROYECTO	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA
PUEBLO MAYA	884.22 m <sup>2</sup>	366.88 m <sup>2</sup>
SELVA MAYA	88.73 m <sup>2</sup>	
SERVICIOS	91.62 m <sup>2</sup>	
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>1,064.57 m<sup>2</sup></b>	<b>1,431.45 m<sup>2</sup></b>
<b>USO DEL SUELO</b>	<b>COS 21%</b>	<b>CUS 0.28</b>

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

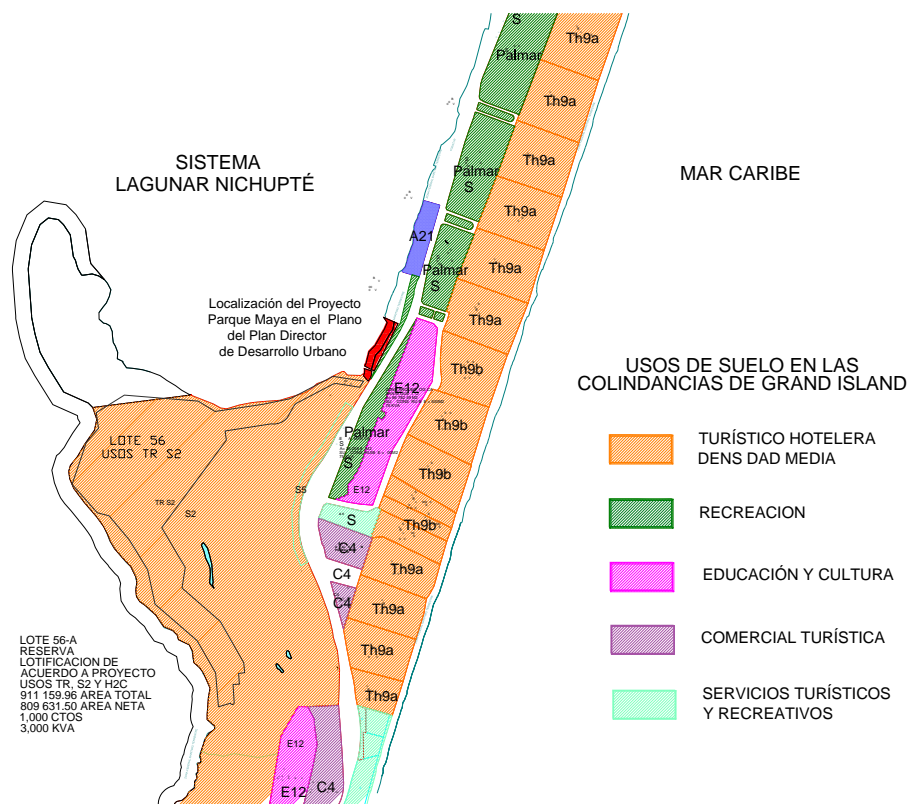
El polígono 1 que comprende desde el kilómetro 16+296.58 al 16+445, así como el colindante polígono de terrenos ganados a la laguna, se presentan actualmente en estado de abandono; en años pasados fueron desmontados, rellenados y compactados, para construir una placa de concreto cimentada con pilotes, un pequeño camellón y lo que al parecer fue una caseta de vigilancia (hoy parcialmente destruida), para dar servicio a los visitantes al muelle aledaño.

Igualmente, en meses pasados, se estableció una construcción de madera de 3 x 6 m donde se acopió la madera con la que se renovó el muelle adyacente. Por tanto, en el lugar no existe ningún biotopo terrestre, únicamente vegetación pionera herbácea, arbustiva (tanto exótica como nativa) y arbórea, particularmente de las exóticas palmas de coco y pinos de mar (*Casuarina equisetifolia*) en la colindancia con el Boulevard Kukulcán, como parte de los trabajos realizados para el jardinado de esta avenida.

Este predio colinda parcialmente al Sur con el lote ubicado en el kilómetro 16+445 al 16+745, al Norte con la Marina Aqua Fun, al Este con el Boulevard Kukulcán, y al Oeste con terrenos ganados a la laguna.

El polígono 2 ubicado en Zona Federal Marítimo Terrestre sobre el kilómetro 16+445 al 16+745, fue utilizado como sitio de acumulación de restos de material obtenidos durante la construcción del Boulevard Kukulcán en los años 70. Desde entonces, se ha establecido allí una vegetación de tipo secundaria que separa el manglar de borde de la vegetación de duna costera (ahora inexistente), en su mayor parte dominada por especies nativas arbustivas y arbóreas. Hacia el Sur este predio colinda con el acceso al desarrollo condominial Grand Island. Al Este con el Boulevard Kukulcán, al Oeste con terrenos ganados a la laguna, y al Norte con el predio marcado entre el kilómetro 16+296.58 al 16+445.

Por tratarse de terrenos ganados a la laguna y en zona federal, el terreno propuesto para el proyecto Parque Maya no tiene Uso de Suelo regulado por Programa de Desarrollo Urbano, de conformidad con lo dispuesto por la Ley de Asentamientos Humanos estatal y federal, pero colinda con zonas cuyos usos de suelo urbano son turísticos, comerciales, recreativos, educación, cultura y servicios.



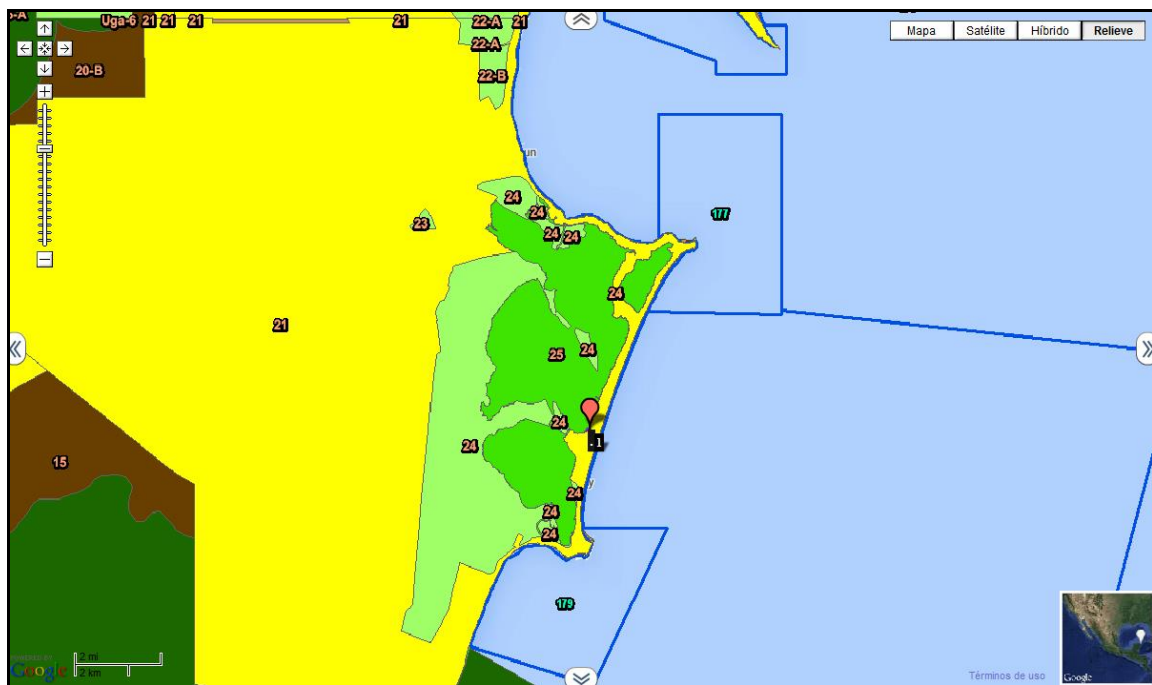
Usos de suelo que aplican en las colindancias terrestres del terreno propuesto para el desarrollo del Parque Maya, todos ellos relacionados con la industria turística, tales como centros de hospedaje, servicios recreativos y turísticos, así como educación y cultura.

Con respecto a las vocaciones y usos del suelo en las porciones colindantes no urbanas, se cuenta con un instrumento de planeación y gestión ambiental que es el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, (POEL) y con las disposiciones vinculadas con el Área Natural Protegida de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

Estos instrumentos regulan las actividades y usos que se realizan en el Sistema Lagunar Nichupté y sus inmediaciones lacustres, en las que se desarrollan humedales. Es en el propio ordenamiento en el que se

explica que en la búsqueda de congruencia entre la legislación vigente con el propio ordenamiento, se extrae como área de Ordenamiento tanto la Zona Federal Marítimo Terrestre como el Sistema Lagunar Nichupté, señalando la concurrencia de facultades en materia ambiental al especificar que el cuerpo de agua es competencia de la Federación dentro del propio ámbito de aplicación del POEL de Benito Juárez.

Lo anterior es de extrema relevancia para el análisis del proyecto Parque Maya de Cancún, ya que el sembrado de las instalaciones se realizará en terrenos federales y ganados a la laguna, así como en una porción del Sistema Lagunar Nichupté. Por lo tanto, al proyecto no le es aplicable el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030.



Localización del terreno propuesto para el sembrado del proyecto Parque Maya (globo rojo), en la UGA 21 en el marco de la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo. La UGA 21 se refiere a la zona urbana de Cancún, incluyendo la zona hotelera, circunscribiendo su observancia y cumplimiento a lo establecido en "su Programa de Desarrollo Urbano vigente". El desplante del proyecto se ubica en terrenos federales y ganados a la laguna, y parte del mismo se desplanta sobre la laguna Nichupté (UGA 25). Construido con base al SIGEIA.

### 1.8 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

La zona donde se pretende realizar el proyecto está completamente urbanizada, colindante con el Boulevard Kukulcán, la avenida turística más importante de la zona hotelera de Cancún, y por la que corren líneas telefónicas y eléctricas subterráneas, de agua potable, alcantarillado y alumbrado público.

Todos los servicios requeridos por el proyecto ya existen en el área, por lo que no es necesario llevar a cabo proyectos especiales para su introducción. Así, el suministro de energía eléctrica durante las etapas de preparación, construcción y operación será a través de la red de la Comisión Federal de Electricidad existente en la zona.

Para la etapa de operación se tiene contemplada la instalación de un calentador solar para el suministro de agua caliente de regaderas y fregaderos, y la posible instalación de paneles solares en la azotea del área de empleados, para el suministro de iluminación a los jardines y el muelle existente que ha sido rehabilitado.

Adicionalmente para esta etapa se contempla la utilización de una pequeña planta de emergencia para alimentar de energía eléctrica a los cuartos fríos, computadoras y veladoras de iluminación en áreas estratégicas, que funciona con un tanque de diesel de 500 litros, mismo que estará ubicado en la azotea de la caseta de control de acceso al estacionamiento Norte.

Agua: Durante todas las etapas (preparación, construcción y operación, el agua se abastecerá a través de la red de agua potable municipal a cargo de Aguakán. El agua para el consumo de las personas será suministrada en garrafones de 20 litros.

Durante la operación el diseño del proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de aguas pluviales de las azoteas y la proveniente del Boulevard Kukulcán, misma que será almacenada en un tinaco y que se utilizará en el riego de los jardines verticales de los letreros que incluye el diseño. Se contempla además la instalación de 8 tanques con capacidad de 5,000 litros de agua de la red municipal.

Durante las etapas de preparación y construcción, se contratarán los servicios de sanitarios móviles, rentados a una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes. Los sanitarios se colocarán en sitios con sombra y la cantidad de los mismos será a razón de 1 por cada 20 trabajadores. El mantenimiento de los sanitarios se realizará cada tercer día como máximo, y se mantendrán en absoluta limpieza, colocando dentro de cada módulo un contenedor para los residuos y papel sanitario.

En la etapa de operación, las aguas producto de los sanitarios y de los servicios del proyecto, serán conducidos a la red de drenaje municipal.

Para el proceso de preparación del sitio y la construcción, específicamente para las excavaciones, se utilizará maquinaria tipo semi pesada con trascabos que funcionan con diesel, mismo que será suministrado directamente a las máquinas en la gasolinera cercana. No se pretende el almacenamiento de combustibles ni sustancias peligrosas en el sitio.

Adicionalmente el proyecto contará con un tanque de gas estacionario de 5,000 litros para uso de la cocina, que será ubicado en la azotea del edificio principal, sobre el área de sanitarios para personal



## 2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El Parque Maya es un parque recreativo ubicado a la orilla del Sistema Lagunar Nichupté, con la implementación de tirolesas, puentes colgantes, juegos de cuerdas y réplicas de arquitectura maya. Las tirolesas y los juegos de cuerda hacen un recorrido sobre una pequeña sección de la laguna utilizando torres de madera, todo basado en un esquema de sustentabilidad y respeto al medio ambiente, brindando un lugar de esparcimiento turístico en armonía con la naturaleza propia de la Laguna Nichupté, que incluye a la vegetación y fauna nativa de la zona.

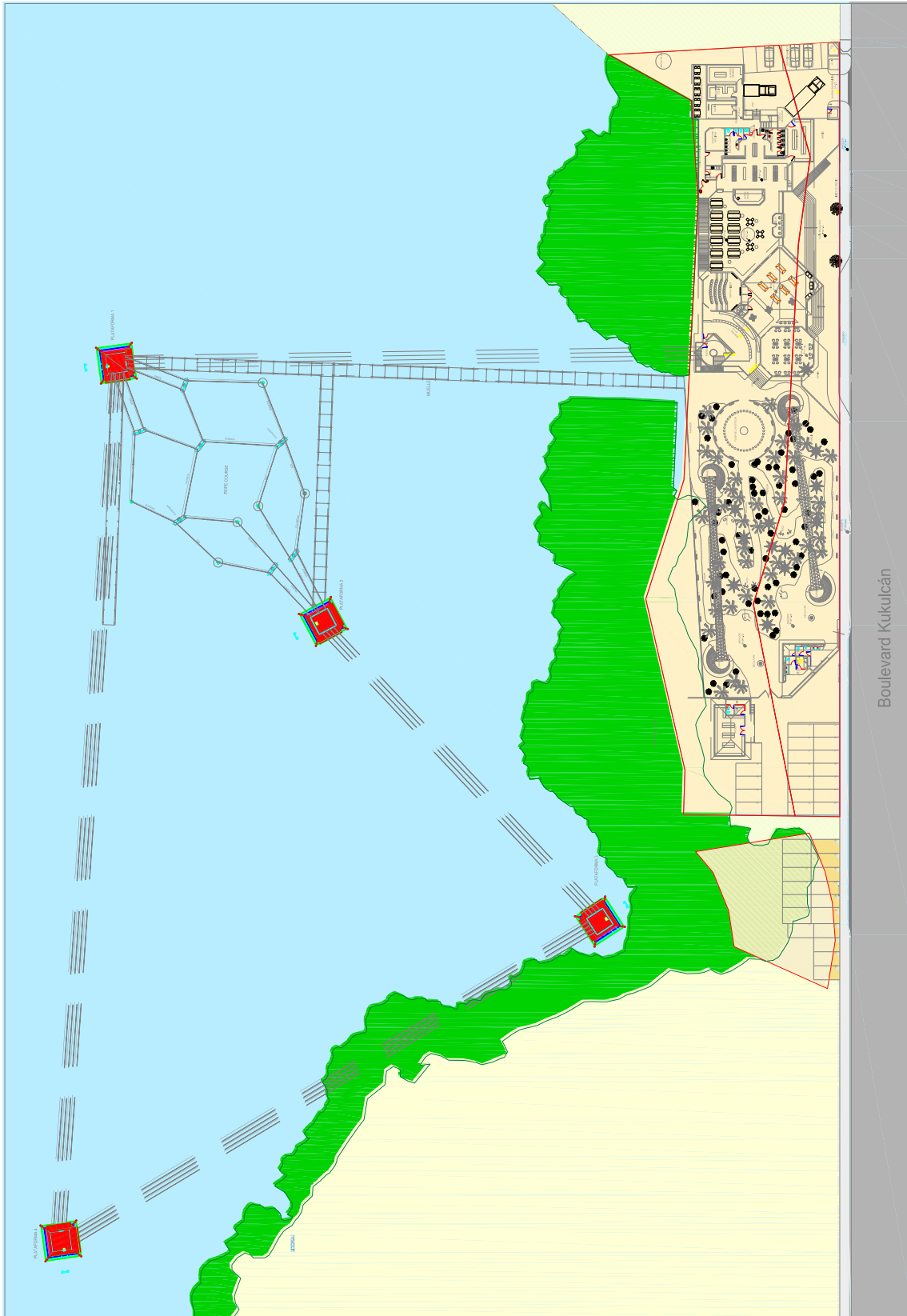
De igual manera, los procesos de preparación del sitio, constructivos y operación del proyecto, utilizarán materiales de bajo impacto ambiental y métodos de optimización de energía y agua, que contribuirán para minimizar la generación de gases de invernadero como el CO<sub>2</sub>. La empresa promotora entiende y valora la importancia del ecosistema de humedal, y por ello la construcción y operación del Parque integrará el manglar de borde colindante con el frente lagunar, las praderas de pastos marinos y la fauna acuática y terrestre que ha prosperado en el sitio como las iguanas rayadas y los cangrejos azules, exacerbando el valor intrínseco que como especies protegidas y carismáticas tienen en el proyecto.

El Parque Maya contará con una sección terrestre y una sección acuática. La sección terrestre se dividirá en tres secciones denominadas: “Pueblo Maya”, “Selva Maya” y “Servicios”. Todas las edificaciones contempladas en el área de Pueblo Maya se construirán con una versión moderna de los palafitos utilizados por los pescadores de Banco Chinchorro y Belice, es decir, su construcción será elevada sobre el nivel del suelo mediante pilotes, a una altura promedio de 1.40 m sobre el nivel existente, utilizando el sistema de muelle marino, por lo que no se modificará la superficie del terreno y permitirá mantener el suelo permeable y el libre paso de corrientes pluviales, oleaje de tormenta (cuando se presenten) y fauna terrestre y semiacuática.

La Selva Maya por su parte estará a nivel de suelo y constará de áreas de reforestación y jardinería, entre las que se construirán réplicas de mascarones y estelas, así como puentes colgantes que permitirán admirar la vegetación desde las alturas. Los servicios estarán conformados por un estacionamiento para visitantes en el Sur del proyecto, así como una bodega con caseta de vigilancia.

Por su parte, la sección acuática denominada **Laguna**, será el atractivo principal del Parque Maya de Cancún. Tomando como base el muelle de madera existente, se establecerá un sistema de tirolesas y juegos de cuerdas sustentados en torres de madera desde las cuales se harán recorridos sobre la laguna a alturas que van de los 3 hasta los 20 metros. Igualmente, se ofrecerán paseos en canoas para recorrer la zona lagunar cercana y admirar más de cerca este ecosistema.

Tanto los visitantes como los empleados del lugar no entrarán al agua de la laguna, por lo que esta propuesta es una experiencia aérea que permitirá admirar desde las alturas las copas del manglar de borde presente en el área y las aves que allí se posan, así como las praderas de pastos marinos, que formarán parte de la experiencia. De esta forma se brinda seguridad para las personas y asegura la estabilidad del medio ambiente circundante. La siguiente figura muestra el desplante del conjunto Parque Maya en todas sus secciones. Cada una de las secciones contará con métodos constructivos, atractivos y usos diferentes por lo que a continuación se describe cada una de ellas.



Plano de Conjunto del proyecto Parque Maya, mismo que se propone sobre una superficie conformada por los tres polígonos anteriormente referidos, con un área total de 5,083.53 m<sup>2</sup>, de los cuales se ocupara un total de 1,064.57 m<sup>2</sup>, para el proyecto. Se muestra también el desplante de las torres para las tirolesas y el sistema aéreo de cuerdas que se proyectará a partir del muelle existente y sobre la laguna.



Plano de Conjunto del proyecto Parque Maya, en este caso, mostrando los biotopos del bentos lagunar y como se adaptó la parte lagunar del proyecto, para que las torres estuvieran sembradas en áreas sin cobertura de pastos marinos. Como se puede apreciar, las mismas han sido localizadas sobre superficies del bentos limoso lagunar sin vegetación.

### *Pueblo maya*

Constituye la entrada principal del proyecto y el área de recepción del visitante. En su inicio, la entrada dará la bienvenida al turista con un muro verde elaborado con plantas de la región donde se leerá la leyenda “Parque Maya de Cancún”.

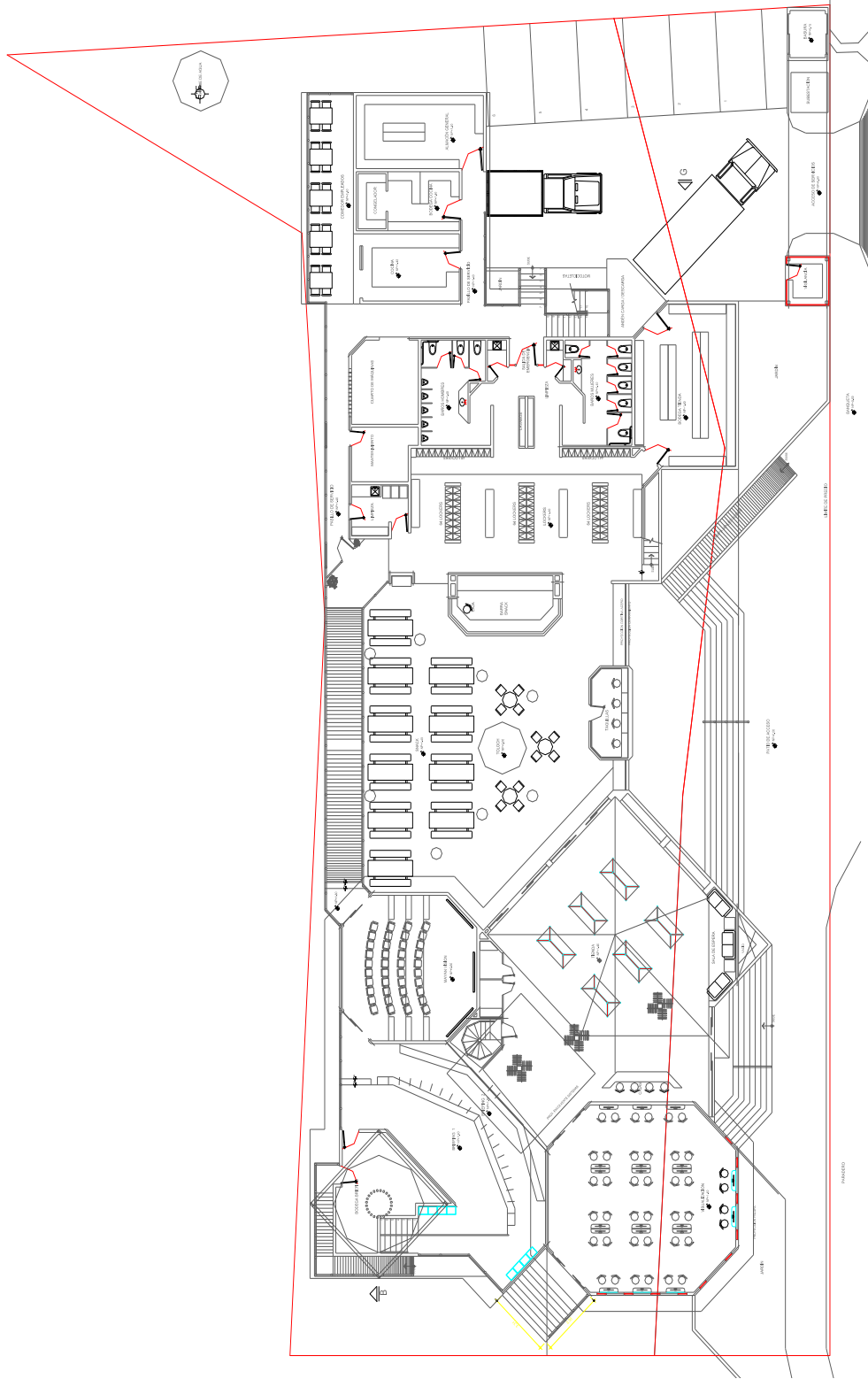
A continuación una escalera ascendente llevará al visitante a la planta baja del Pueblo Maya, ubicada a un nivel de 1.40 m sobre el nivel del suelo existente. Aquí el piso será de madera, con espacios que darán paso a palmeras sembradas 1.40 m más abajo, así como un mirador con barandal de vidrio con vista hacia el manglar de la laguna Nichupté.

El techo estará construido con tridilosa y policarbonato traslúcido lo que optimizará el uso de luz artificial. En esta sección se encontrarán los servicios de atención y recepción a visitantes como taquillas, mesas y bancas de descanso, una tienda, sanitarios, casilleros, cuarto de mantenimiento, salones de exhibición de videos y capacitación. En la planta alta se ubicarán las oficinas administrativas y el área de *site*.



Conceptualización artística de lo que será el Pueblo Maya, mismo que será el acceso de entrada al parque. Esta zona es la que llevará una cubierta traslúcida.

En Pueblo Maya inicia la aventura de las tirolesas, con una torre de 25.27 m de altura sobre el nivel del piso, desde donde los visitantes tendrán la oportunidad de recorrer por el aire la zona lagunar adyacente al Pueblo Maya.



Plano de planta del Pueblo Maya. Este sombreado del proyecto constituye la entrada principal al parque y el área de recepción de visitantes. Esta sección se proyecta en dos plantas; en planta baja, a un nivel de 1.40 m sobre el suelo existente, se ubicarán los servicios a visitantes

En resumen, los servicios que ofrecerá el Pueblo Maya a los turistas son los siguientes:

- Plaza exterior de acceso principal con piso de sascab ya existente que conectará a una escalinata de tablones de madera que conduce a la recepción. Del lado izquierdo la plaza exterior contará con un jardín vertical o muro verde que dará la bienvenida al visitante.
- Cuatro taquillas para atención al público en habitación cerrada con aire acondicionado y cristal perimetral.
- Plaza interior de recepción, con piso de madera tipo muelle, cubierta con tridilosa y policarbonato translúcido, palmeras y bancas para estancia del público visitante.
- Salón de casilleros y servicios sanitarios, incluyendo cuarto de limpieza y escaleras que conectan a las oficinas en planta alta.
- Salón *Mayan Vision*, programado para exhibición de videos, con capacidad para 40 personas, será un espacio cerrado con acondicionamiento de aire y cubierta de palapa.
- Área de sesiones de capacitación (briefing) y equipamiento especial para el uso de las tirolesas, con espacio techado y abierto con protección de mosquiteros, que cuenta con un almacén anexo y se conecta a las escaleras que suben a la torre de inicio a las tirolesas.
- Torre de inicio a tirolesas. Esta torre tendrá una altura máxima de N + 25.27 m considerando hasta la techumbre de palapa, aunque la plataforma de inicio del recorrido estará a una altura de N + 19.80 m, desde donde se conectará por tirolesas a las torres ubicadas en la sección lagunar.
- Área de visualización o fotografía, con capacidad para alojar a 20 parejas para seleccionar fotografías y videos, espacio cerrado con aire acondicionado y cubierta de palapa.



Conceptualización artística de la fachada del Parque Maya, tal y como se proyecta su vista desde el Boulevard Kukulcán, incluyendo el acceso a los visitantes. Al fondo se aprecia una de las torres de las tirolesas.

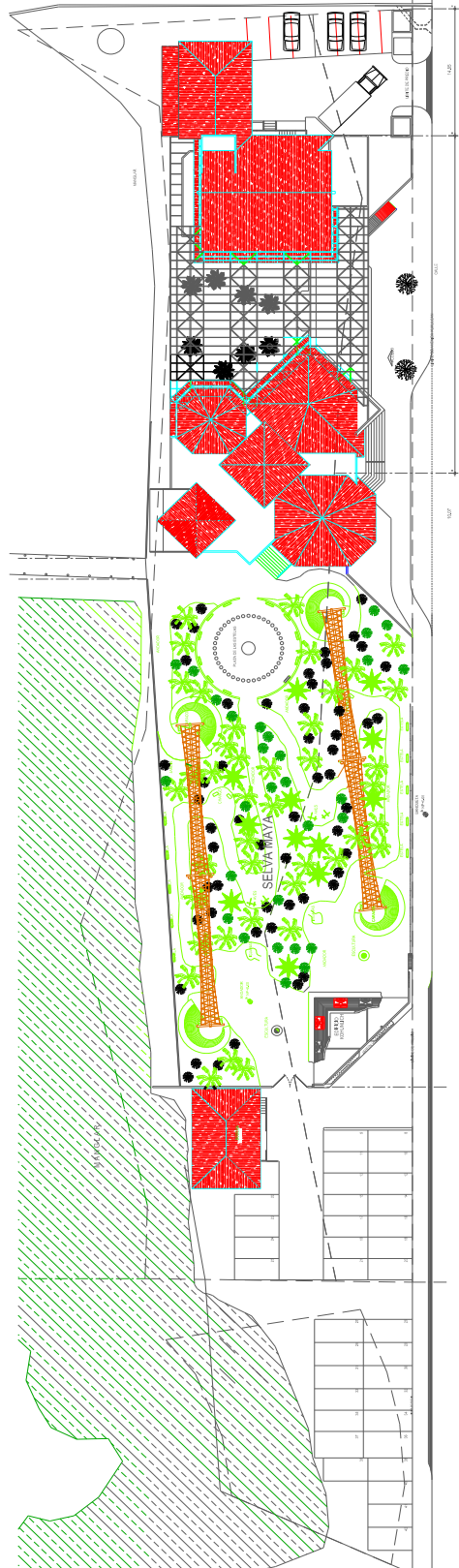
La planta alta del Pueblo Maya se ubicará entre 4.40 y 4.60 m sobre el nivel del suelo, en ella se contemplan las siguientes instalaciones:

- Área del *site*, alojando los equipos de cómputo y sistemas que requiere el conjunto. Con capacidad para 6 personas, aire acondicionado y cubierta de palapa.
- Oficinas administrativas con capacidad para 13 personas, contando con sala de juntas con medio baño, salón de usos múltiples y áreas de trabajo de operación y administración.

CUADRO DE SUPERFICIES PARA CADA SECCIÓN EN PUEBLO MAYA										
LOCAL	PLANTA BAJA				2do PISO			TOTALES		
	CUBIERTA AA	CUBIERTA S/ AA	EXTERIOR	TOTAL P. BAJA	CUBIERT A AA	CUBIERTA S/ AA	TOTAL 2do PISO	TOTAL CUBIERTA	TOTAL EXTERIOR	TOTAL
TAQUILLAS	9.74			9.74				9.74		9.74
PATIO CENTRAL /SNACK BAR			183.30	183.30					183.30	183.30
BARRA DE BUFFET			18.40	18.40					18.40	18.40
MAYAN VISION	51.16			51.16				51.16		51.16
BRIEFING		82.53		82.53				82.53		82.53
BODEGA BRIEFING		23.96		23.96				23.96		23.96
ESCALERAS A TIROLESA		4.46		4.46		18.06	18.06	22.52		22.52
TIENDA	171.50			171.50				171.50		171.50
VISUALIZACIÓN	89.35			89.35				89.35		89.35
LOCKERS		87.42		87.42				87.42		87.42
CUARTO DE LIMPIEZA		9.23		9.23				9.23		9.23
MANTENIMIENTO		10.27		10.27				10.27		10.27
CUARTO DE MAQUINAS		15.95		15.95				15.95		15.95
BAÑOS		63.41		63.41				63.41		63.41
BODEGA DE TIENDA		45.30		45.30				45.30		45.30
COCINA		20.43		20.43				20.43		20.43
BODEGA DE COCINA		18.97		18.97				18.97		18.97
ALMACÉN GENERAL		27.24		27.24				27.24		27.24
COMEDOR DE EMPLEADOS		26.50		26.50				26.50		26.50
CIRCULACIONES		126.80		126.80				126.80		126.80
PLAZA DE ACCESO Y ACCESO A TIENDA			300.11	300.11					300.11	300.11
SITE					31.92		31.92	31.92		31.92
OFICINAS Y SERVICIOS EMPLEADOS						316.90	316.90	316.90		316.90
JARDINES*			93.48	93.48					93.48	93.48
<b>SUBTOTAL</b>	<b>321.75</b>	<b>562.47</b>	<b>595.29</b>	<b>1,479.51</b>	<b>31.92</b>	<b>334.96</b>	<b>366.88</b>	<b>1,251.10</b>	<b>595.29</b>	<b>1,846.39</b>
<b>TOTAL PUEBLO MAYA</b>	<b>884.22</b>		<b>595.29</b>	<b>1,479.51</b>	<b>366.88</b>		<b>366.88</b>	<b>1,251.10</b>	<b>595.29</b>	<b>1,846.39</b>

### Selva maya

Desde la parte sur del Pueblo Maya descenderán unas escalinatas de madera hasta el nivel del suelo donde se proyecta un área de reforestación con especies nativas de arbustos, árboles y palmeras formando andadores verdes, que servirán de escenografía para sesiones fotográficas.



Plano de la sección Selva Maya (áreas verdes). En este plano se aprecian las áreas abiertas en la porción central del predio, forestadas con especies de plantas nativas. Esta sección presenta cuatro rampas en forma de caracol edificadas en piedra sin acabado lo que les dará una apariencia rústica, las cuales conducirán al visitante a dos puentes colgantes ubicados a 2.5 m de altura.



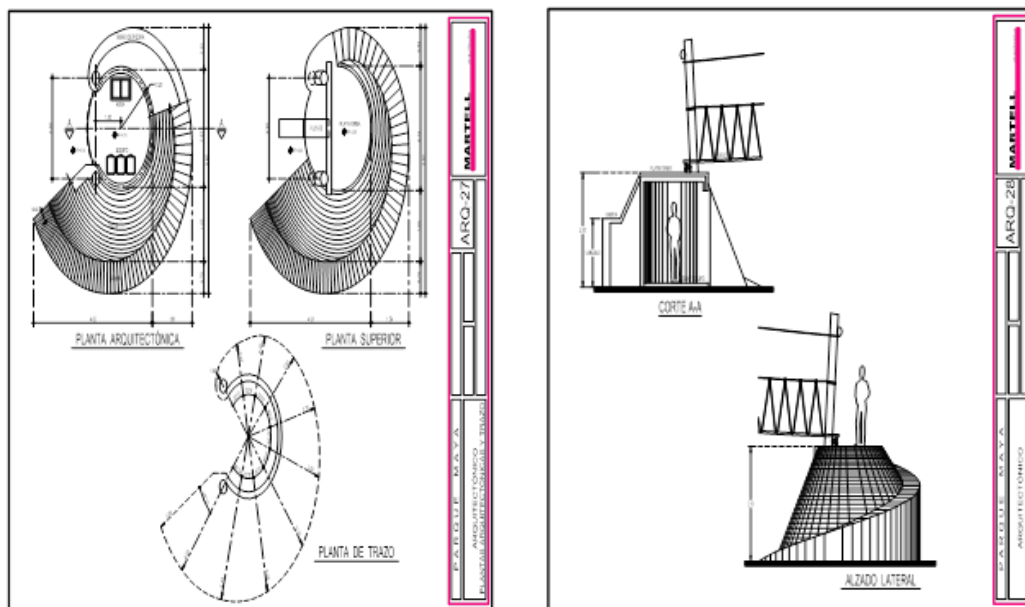
Todas las especies de vegetación que se siembren en la Selva Maya tendrán un letrero indicativo de su nombre común, nombre maya, nombre científico y características particulares, brindando así un paseo educativo y científico al visitante.

Esta sección contempla la integración al proyecto de las ramas de los árboles de mangle que han ingresado de forma aérea al interior del predio desde el manglar de borde adyacente, algunas de las cuales alcanzan una altura de hasta 9 m. Esta sección del Parque Maya al igual que los estacionamientos de área de servicios serán las únicas que evidentemente no estarán sobre palafitos.

En esta sección se construirán cuatro rampas en forma de caracol edificadas en piedra sin acabado lo que les dará una apariencia rústica, que conducirán al visitante a dos puentes colgantes ubicados a 2.5 m de altura. Debajo de los caracoles de piedra se construirán bodegas de almacenamiento de equipo de tirolesas y juegos de cuerdas, así como un dispensador de agua.

Cada grupo de dos caracoles soportará un puente colgante que va de un caracol a otro, por tanto existirán dos rutas. Cada ruta tendrá una longitud de 17.00 m aproximadamente a una altura de 2.5 m sobre el nivel del suelo, desde donde se podrá observar la Selva Maya, con una perspectiva diferente.

Para su construcción se utilizarán polines, troncos y tablonces de madera, así como soga con la suficiente resistencia para brindar seguridad y confort a los visitantes. Anexo planos de detalle de puentes.



Planos que muestran la vista de planta y corte de las rampas en forma de caracol que conducirán a los visitantes hacia los puentes colgantes.

Los senderos verdes de la **Selva Maya** rematan en la “Plaza de Las Estelas”, la cual estará conformada en espacio abierto, y que contará con motivos escultóricos del calendario maya.

En el extremo sur de la **Selva Maya**, se proyecta la construcción de dos sanitarios y una enfermería para dar servicio a cualquier incidente menor dentro del Parque Maya, ambas a nivel de piso utilizando losa de cimentación. Este edificio tendrá forma triangular, con la reproducción escenográfica de la pirámide de Kohunlich en dos de sus caras y un muro verde en la tercera cara.



Conceptualización artística de lo que será la pirámide de Kohunlich, que formará parte del Parque Maya. En la parte trasera de este mascarón se instalará el muro verde igual que el que se encuentra en la entrada del parque.

El muro verde será similar al de la entrada principal y al del Museo Maya ubicado al otro lado del Boulevard Kukulcán. Se compondrá de tres tramos de: 6.32m + 13.24m + 2.15m para un total 21.61 ml de longitud total y con una altura total de 5.05 m. Se proyectan dos escalonamientos, uno a los 3.55 m y otro a los 1.50 m. En este segundo nivel se instalará el letrero de “Parque Maya de Cancún” con iluminación LED en el perímetro de cada letra.

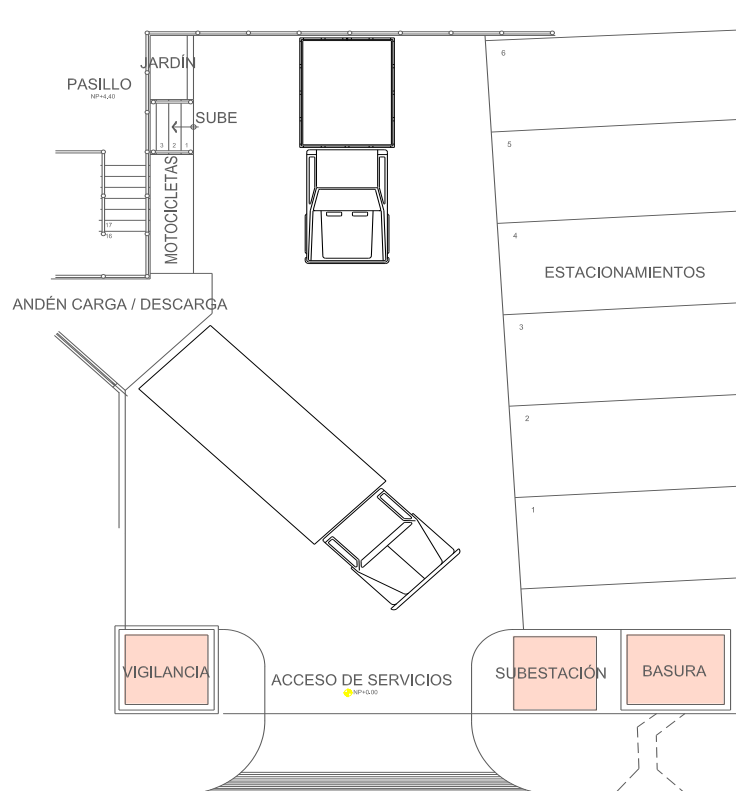
#### CUADRO DE SUPERFICIES DE LA SECCIÓN SELVA MAYA

LOCAL	PLANTA BAJA				2do PISO			TOTALES		
	CUBIERTA AA	CUBIERTA S/ AA	EXTERIOR	TOTAL	CUBIERTA AA	CUBIERTA S/ AA	EXTERIOR	TOTAL CUBIERTA	TOTAL EXTERIOR	TOTAL
ANDADOR DE SASCAB			616.90	<b>616.90</b>					616.90	<b>616.90</b>
SELVA			684.38	<b>684.38</b>					684.38	<b>684.38</b>
CARACOLES			95.26	<b>95.26</b>					95.26	<b>95.26</b>
JARDINES*			61.69	<b>61.69</b>					61.69	<b>61.69</b>
PLAZA DE LAS ESTELAS			113.09	<b>113.09</b>					113.09	<b>113.09</b>
MASCARÓN KOHUNLICH										
ENFERMERÍA	5.82			<b>5.82</b>				5.82		<b>5.82</b>
BAÑOS		14.27		<b>14.27</b>				14.27		<b>14.27</b>
CUARTO DE BOMBAS		5.98		<b>5.98</b>				5.98		<b>5.98</b>
CIRCULACIONES		49.49		<b>49.49</b>				49.49		<b>49.49</b>
MURO VERDE SECUNDARIO		13.17		<b>13.17</b>				13.17		<b>13.17</b>
<b>SUBTOTALES</b>	<b>5.82</b>	<b>82.91</b>	<b>1,571.32</b>	<b>1,660.05</b>				<b>88.73</b>	<b>1,571.32</b>	<b>1,571.32</b>
<b>TOTAL SELVA MAYA</b>	<b>88.73</b>		<b>1,571.32</b>	<b>1,660.05</b>				<b>88.73</b>	<b>1,571.32</b>	<b>1,660.05</b>

Al igual que el muro verde de la entrada al Parque, éste será construido de estructura metálica y malla de acero con recubrimiento de plantas y sistema de riego por goteo. Toda la estructura será a nivel de piso sobre la losa de cimentación.

### Servicios

Los servicios se distribuirán por todo el conjunto del Parque Maya a excepción de la porción lagunar. Al norte del predio se ubicará un estacionamiento para seis vehículos, acceso para camiones de servicio y una caseta de vigilancia, todos a nivel de piso.



Se muestra la porción norte del predio, en el que se ubicará un estacionamiento para seis vehículos, acceso para camiones de servicio y una caseta de vigilancia, todos a nivel de piso, así como una subestación eléctrica y un contenedor de basura.

Dentro del desplante del Pueblo Maya se proyecta el establecimiento de una barra de snack, cocina, comedor para empleados, cuarto de máquinas, cuarto de limpieza, sanitarios para empleados, bodega de tienda, subestación eléctrica, planta de energía de emergencia y el almacén general.

En el límite sur del predio, se ubicará un estacionamiento para 24 vehículos a nivel de piso, así como una bodega con caseta de vigilancia integrada sobre losa de cimentación. Así mismo, junto a la subestación eléctrica en la parte norte del predio se construirá un cuarto de basura, donde se almacenarán los

desechos comunes de la operación diaria. El proceso constructivo será igualmente sobre palafito, con firme de concreto y piso de cerámica para evitar filtraciones por debajo del piso, muros de durock, recubrimiento de cerámica en muros, aire acondicionado y contenedores para separación de basura.

En resumen, el programa de servicios para operación del parque lo conforman las siguientes funciones:

- Estacionamiento norte para 6 vehículos
- Estacionamiento sur para 24 vehículos
- Cuarto de Máquinas ( hidroneumático y filtros)
- Cisterna
- Taller de Mantenimiento
- Sub estación eléctrica
- Planta de emergencia
- Almacén y bodega
- Cuarto de limpios
- Cuartos de basura y reciclaje
- Cocina y comedor de empleados
- Casilleros, baños y vestidor de empleados
- Caseta de control y seguridad
- Enfermería
- Sanitarios para visitantes

CUADRO DE SUPERFICIES DEL ÁREA SERVICIOS										
LOCAL	PLANTA BAJA				2do PISO			TOTALES		
	CUBIERTA AA	CUBIERTA S/ AA	EXTERIOR	TOTAL	CUBIERTA AA	CUBIERTA S/ AA	EXTERIOR	TOTAL CUBIERTA	TOTAL EXTERIOR	TOTAL
ÁREAS DE SERVICIOS										
BODEGA		52.70		52.70				52.70		52.70
VIGILANCIA CON BAÑO		7.30		7.30				7.30		7.30
CIRCULACIONES		19.91		19.91				19.91		19.91
ESTACIONAMIENTO										
NORTE			232.80	232.80					232.80	232.80
CUARTO DE BASURA		6.25		6.25				6.25		6.25
VIGILANCIA		5.46		5.46				5.46		5.46
SUBESTACIÓN ELÉCTRICA			4.20	4.20					4.20	4.20
ESTACIONAMIENTO SUR			633.70	633.70					633.70	633.70
JARDINES*			109.39	109.39					109.39	109.39
SUBTOTAL		91.62	980.09	1,071.71					88.73	1,571.32
TOTAL ÁREA SERVICIOS	88.73		1,571.32	1,660.05				91.62	980.09	1,071.71

### *Instalaciones en la laguna*

Esta parte del proyecto se localiza sobre la laguna, a partir de la Zona Federal Marítimo Terrestre concesionada al promovente, colindante al terreno donde se ubicarán las tres secciones terrestres del proyecto. Como se ha mencionado, ya se cuenta con un muelle de madera que ha sido reacondicionado recientemente, mismo que servirá para el abordaje de los visitantes al paseo por la laguna en canoa.

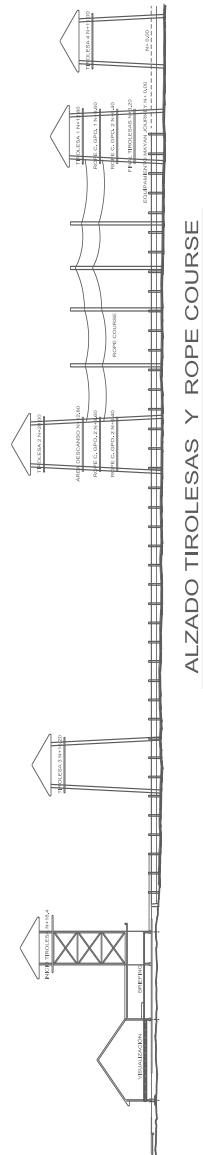
Esta sección del Parque Maya de Cancún contará con cuatro torres para tirolesas y trece postes de amarre para sujetar los juegos de cuerdas. Para su instalación se aprovechará parcialmente el muelle existente.



Se muestra una perspectiva de las dos torres de madera para el desarrollo de la zona de tirolesas y los juegos de cuerdas, que aprovechan el muelle preexistente ya reparado.

Las torres para tirolesas estarán constituidas por cuatro largos postes de madera hincados al menos a 2.5 m de profundidad, formando un cuadrado de 34.18 m<sup>2</sup>. Dado que no se encontró roca sólida durante los sondeos realizados, el método de colocación de los postes consistirá tan solo en enterrarlos bajo el sedimento.

Cada torre tendrá diferente número de niveles, en dependencia de la altura y desnivel requerido para la correcta instalación de las tirolesas. Cada uno de estos niveles estará construido en madera del mismo tipo que los postes que sostienen a la torre, y contará con un barandal de protección que permitirá el paso únicamente hacia la salida de la tirolesa pero evitando caídas accidentales por los otros lados. Los visitantes siempre estarán amarrados a una línea de seguridad que les impedirá caerse y estar en todo momento asegurados.



ALZADO TIROLESAS Y ROPE COURSE

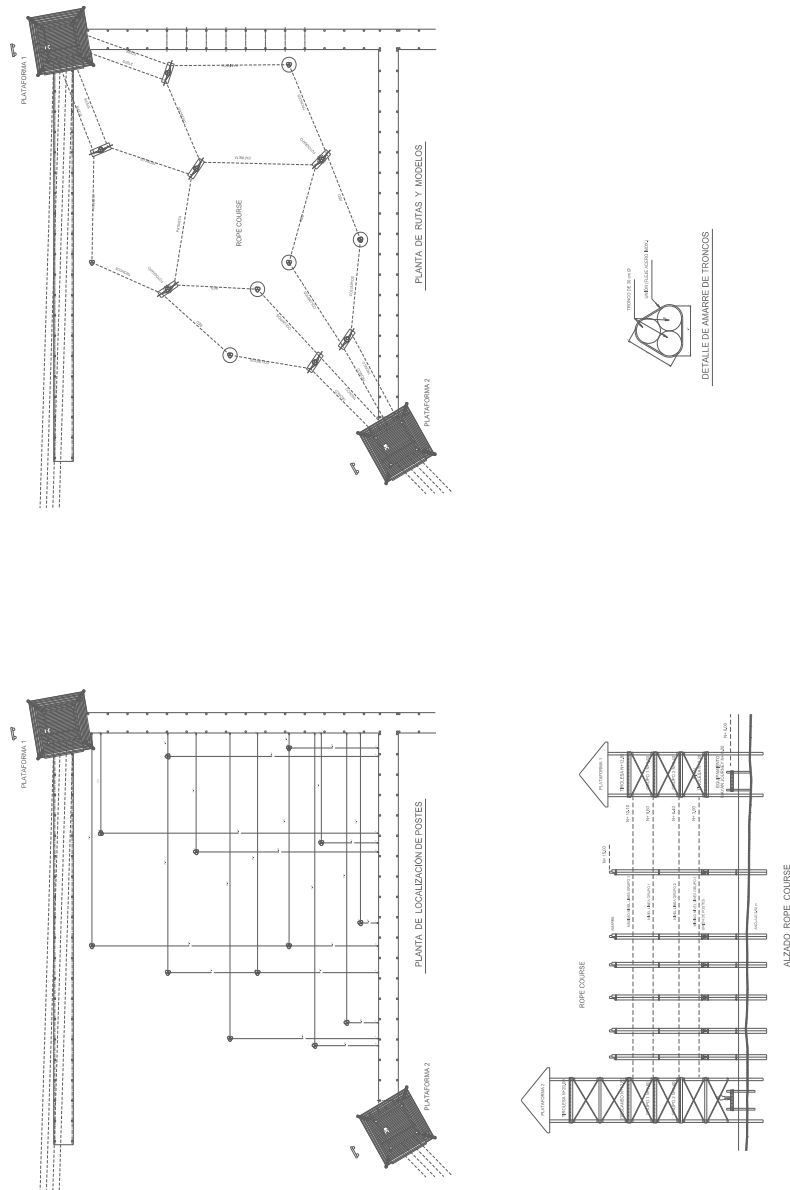
Plano que muestra la vista alzada de las tirolesas y el rope course que se pretenden habilitar a partir de los terrenos del proyecto y hacia la laguna.

También contarán con escaleras igualmente de madera que conectarán con los niveles superiores e inferiores. La techumbre será de palapa de pasto. Todas las torres tienen la misma forma estructural, variando únicamente en la altura para lograr los desniveles necesarios para el correcto funcionamiento de las tirolesas.

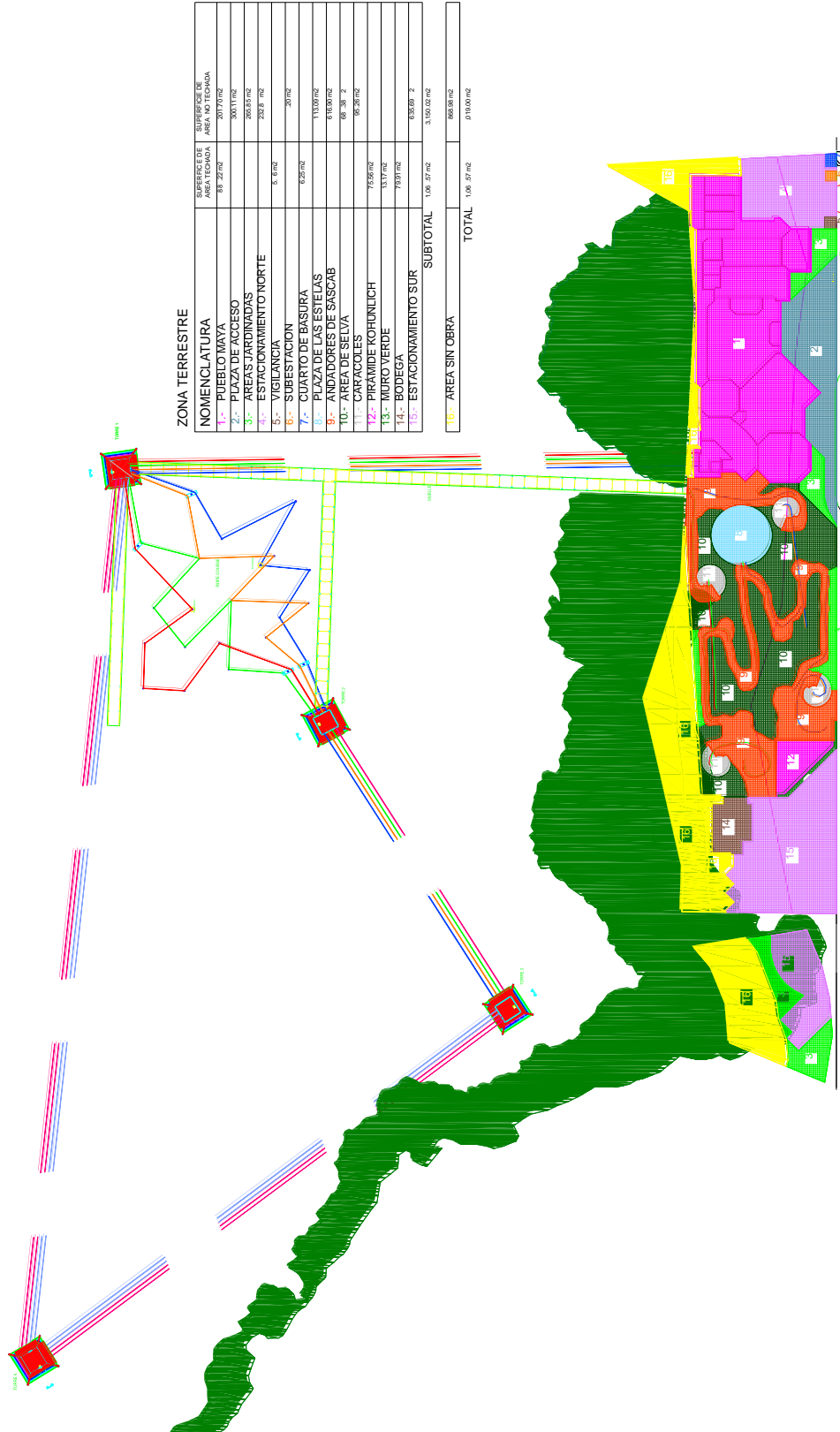
La torre 1, se ubicará justo en el vértice formado por la pasarela del muelle y el peine más lejano, es decir a 110 m del inicio del muelle, marcado con las coordenadas  $X= 522,912.837$ ,  $Y=2'330,414.867$ , tendrá una altura total de 18.80 m hasta la techumbre de palapa. Contará con cuatro plataformas a distintos niveles (N + 3.20 m, N + 6.40 m, N + 9.60 m y N + 12.80 m), donde se ubicarán estaciones de llegada y salida de tirolesas y juegos de cuerdas.

La torre 2 será la más alta del conjunto, se ubicará en el extremo sur del peine intermedio, marcado con las coordenadas X= 522,913.599, Y= 2'330,351.966, tendrá una altura total de 25.27 m hasta la techumbre de palapa. También contará con cuatro plataformas a distintos niveles (N + 6.40 m, N + 9.60 m, N + 12.80 y N + 20.00 m), y de igual forma allí estarán estaciones de llegada y salida de las tirolesas y juegos de cuerdas.

Otras dos torres se ubicarán dentro del agua alejadas del muelle. La torre 3, estará sobre las coordenadas x= 522,913.4760 y=2'330,289.8722, a 8 m de distancia de la orilla más cercana. Tendrá una altura máxima de 22.20 m, y una sola plataforma o estación de llegada y salida de tirolesas, ubicada a una altura de N + 16.20 m. Esta torre no está incluida en los juegos de cuerdas, debido a la distancia que la separa de las torres 1 y 2.



Plano que muestra la configuración de los juegos de cuerdas, así como de las torres 1 y 2, y el detalle de los postes de amarre.



Plano que muestra la planta de conjunto del Parque Maya, con la localización de las cuatro torres para las tirolesas sobre el muelle y la laguna, así como la configuración de los juegos de cuerdas. También se aprecian las diferentes áreas que conforman la porción terrestre del parque.



Finalmente, la torre 4, estará sobre las coordenadas  $x=522,799.0546$   $y=2'330.278.5320$ , a 35 m distancia del manglar de borde, tendrá una altura máxima de 17.00 m, y una sola plataforma o estación de tirolesas, ubicada a una altura de  $N + 11.00$  m.

Al igual que la torre 3, la torre 4 no está incluida en los juegos de cuerdas. La zona delimitada por los dos peines del muelle, entre las torres 1 y 2, será destinada para los juegos de cuerdas, por tanto será necesario colocar 13 postes de amarre, que funcionarán como soporte para dichos juegos en sus dos niveles.

Cada uno de estos postes de amarre, estarán conformados por 3 postes individuales de madera dura de 30 cm de diámetro, atados entre sí por flejes de acero inoxidable, que se hincarán dentro del bentos lagunar. Cada uno de estos postes tendrá una altura de 15 m sobre el nivel medio de la laguna, penetrando al menos 2.5 m en el bentos lagunar.

En los postes se colocarán plataformas para que los turistas cambien de una aventura a la siguiente, incluyendo plataformas más elevadas para fotógrafos que captarán a los visitantes durante su travesía por las cuerdas

En total se proyectan 2 torres dentro del agua, 2 sobre el muelle ya existente, y una más en la sección Pueblo Maya (Torre Briefing) ya descrita, así como 13 postes de amarre.

**CUADRO DE COORDENADAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS TORRES Y JUEGO DE CUERDAS**

ESTRUCTURA	X	Y	Uso	ALTURA MAXIMA (M)	No. NIVELES	ALTURA N1 (M)	ALTURA N2 (M)	ALTURA N3 (M)	ALTURA N4 (M)
TORRE 1	522912.837	2330414.867	TIROLESA Y CUERDAS	18 80	4	3.20	6.40	9.60	12 80
TORRE 2	522913.599	2330351.966	TIROLESA Y CUERDAS	25 27	4	6.40	9.60	12 80	20 00
TORRE 3	522913.476	2330289.872	TIROLESA	22 20	1	16.30	-	-	-
TORRE 4	522799.054	2330278.532	TIROLESA	17 00	1	11.00	-	-	-
TORRE BRIEFING			TIROLESA	24.40	1	19.80	-	-	-
POSTE 1			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 2			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 3			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 4			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 5			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 6			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 7			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 8			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 9			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 10			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 11			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 12			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		
POSTE 13			AMARRE CUERDAS	15	2	9.60 a 12.10	3.90 a 6.40		

**CUADRO DE SUPERFICIES DE LAS ESTRUCTURAS EN EL ÁREA LAGUNAR**

ESTRUCTURAS EN LA LAGUNA	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	
ÁREA MUELLE EN LAGUNA (YA EXISTENTE)	496.24	496.24
PLATAFORMA 1	34.18	34.18
PLATAFORMA 2	34.18	34.18
PLATAFORMA 3	34.18	34.18
PLATAFORMA 4	34.18	34.18
<b>SUBTOTAL</b>	<b>633.96</b>	<b>633.96</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE LAGUNAR</b>		<b>633.96</b>

## 2.1 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Se estima un total de 10 meses para la conclusión de la obra una vez obtenidos todos los permisos, licencias y demás requerimientos de las autoridades municipales, estatales y federales. El programa de trabajo de toda la obra se presenta a continuación.

PROGRAMA DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO PARQUE MAYA										
PARTIDAS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
LIMPIEZA DEL TERRENO	■									
TRAZO Y BANCOS DE NIVEL	■									
RESCATE DE PLANTAS	■									
INSTALACIONES PROVISIONALES	■									
BODEGA Y SANITARIOS DE OBRA	■									
HINCADO DE PILOTES FALTANTES		■								
ARMADO DE ESTRUCTURA y CUBIERTA DE POLICARBONATO			■	■	■	■	■	■	■	■
LOSA DE CIMENTACIÓN PARA CARACOLES Y KOHUNLICH				■	■	■				
HINCADO DE PILOTES EN LA LAGUNA Y ARMADO DE TORRES	■	■	■							
REDES SANITARIAS	■	■	■	■	■					
REDES DE RIEGO		■	■	■	■					
REDES HIDRÁULICAS		■	■	■	■					
REDES ELÉCTRICAS E ILUMINACIÓN	■	■	■					■	■	■
SUBESTACIÓN				■					■	■
RED DE VOZ Y DATOS	■	■				■			■	■
RED DE SONIDO AMBIENTAL				■	■				■	■
RED DE GAS		■		■	■				■	■
PLANTA DE EMERGENCIA	■					■			■	■
CONTRATO FABRICACIÓN COCINA		■				■			■	■
EQUIPOS ESPECIALES DE TIROLESAS Y ROPES COURSE		■						■	■	■
PUENTES COLGANTES Y ROPES COURSE		■	■	■						
REFORESTACIÓN Y VEGETACIÓN			■							
JARDINERÍA Y PLANTAS									■	■
MUROS VERDES	■	■							■	■
PAVIMENTACIÓN DE SASCAB			■					■	■	■
EQUIPOS AIRE AC.				■				■	■	
CUARTOS FRÍOS				■	■					
EQUIPO Y MOBILIARIO TIENDA				■	■			■	■	■
PUEBLO MAYA			■	■	■	■	■	■	■	■
EQUIPO MULTIMEDIA VISUALIZACIÓN									■	■
KOHUNLICH							■	■	■	■
BODEGA	■	■						■	■	■
CASETA Y CUARTO DE BASURA	■								■	■
ESTACIONAMIENTOS						■			■	■
MOBILIARIO Y DECORACIÓN					■	■			■	■
LETREROS Y SEÑALAMIENTOS							■		■	■
RETIRO DE INSTALACIONES PROVISIONALES Y LIMPIEZA DE LA OBRA								■	■	■

## 2.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

**E**n primera instancia, se dará mantenimiento a la cerca perimetral, así como a la malla de protección a los manglares ya existente, posteriormente se instalará una oficina móvil (remolque) así como un módulo de servicio sanitario provisional por cada 20 trabajadores, alejado del borde lagunar.

Se hará una limpieza general y deshierbe del terreno de manera manual o con maquinaria ligera ya que solo existe vegetación pionera herbácea y arbustiva; se realizarán los trazos y bancos de nivel de obra y áreas existentes.

Se delimitará un área de descanso para los empleados de la obra, también alejado del borde lagunar (para reducir al mínimo la probabilidad de que algún desecho ingrese al agua), así como el almacén de obra, caseta de control y vigilancia.

En la zona lagunar se instalarán boyas atadas a pesos muertos que ubiquen perfectamente el punto en el que se hincarán los pilotes de las torres de tirolesas y los postes de amarre de los juegos de cuerdas. Estos puntos han sido seleccionados previamente en base al mapa de biotopos elaborado, intentando que estuviesen en zonas con nulo crecimiento de pastos marinos.

También se realizarán labores de rescate de los individuos de plantas y árboles juveniles que se encuentran sobre la colindancia con el Boulevard Kukulcán y del lado lagunar, mismos que podrán ser utilizados en la reforestación de la sección Selva Maya.

## 2.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

### 2.3.1. SECCIÓN TERRESTRE.

#### 2.3.1.1 PUEBLO MAYA

Se plantea la construcción de las edificaciones sobre palafito a nivel +1.40 m sobre nivel de banqueta apoyados en los pilotes pre existentes y 22 más que se ubicarán en las áreas que requieran de una cimentación más sólida

El estudio de mecánica de suelos realizado recientemente en la zona de interés, indica que el subsuelo cuenta con la resistencia adecuada para sostener los pilotes y la estructura proyectada, hincando los pilotes a una profundidad promedio de 7 m.

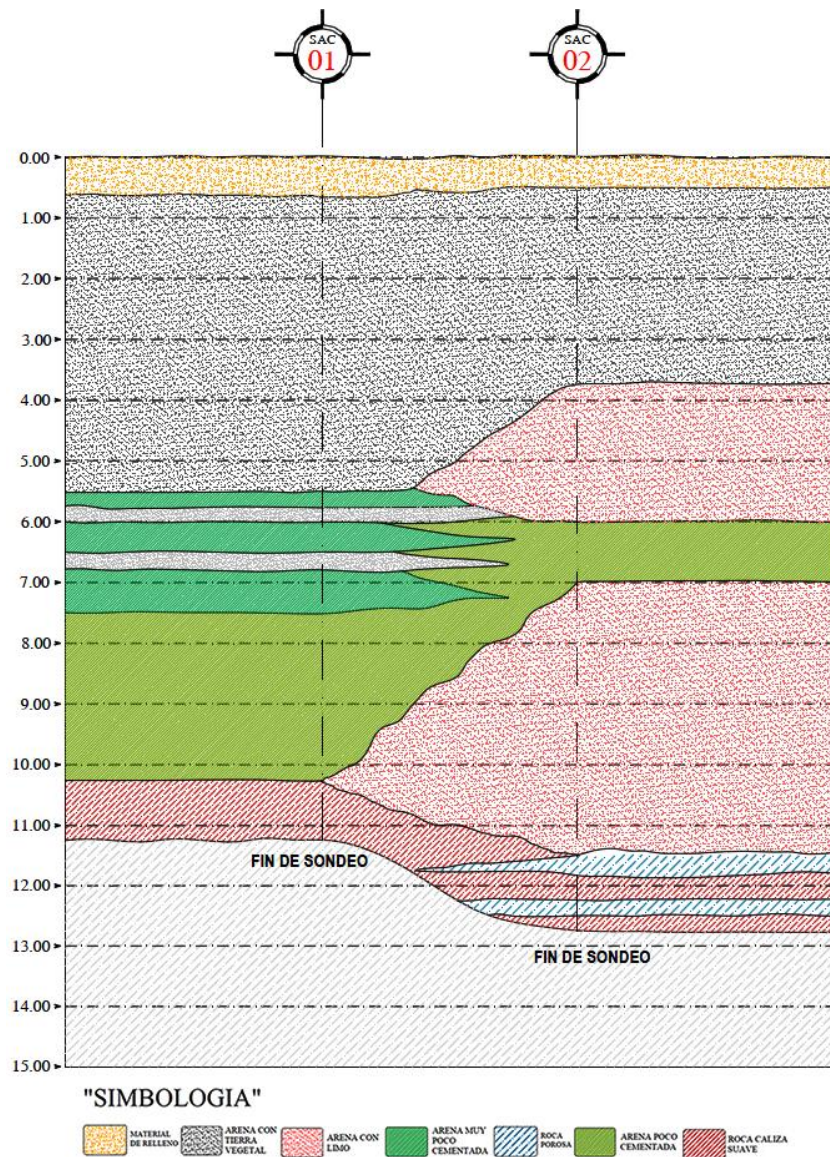
De acuerdo a este estudio existe una primera capa de sascab de 1.00 m de espesor en todo el predio, a la que subyace una mezcla de arena con tierra vegetal con un espesor que alcanza los 3.80 m a 5.50 m, después se encuentra ya sea una mezcla de arena con limo que alcanza la cota de -6.00 m, o bien delgadas franjas horizontales de arena poco cementada con intrusiones de franjas de arena también de poco espesor que se desarrollan hasta la cota de los 7.50 m.



La imagen muestra la localización de las perforaciones que se practicaron para realizar los sondeos exploratorios de avance controlado (SAC) de mecánica de suelos.

Las edificaciones se realizarán sobre esta plataforma de sascab, en la que se sembrarán los 22 pilotes de concreto adicionales que en conjunto con los 54 ya existentes servirán para colocar las columnas

metálicas que soportarán la totalidad de la estructura planeada. Los pilotes serán prefabricados y ya terminados serán trasladados al patio de obras y una vez descimbrados serán introducidos mediante maquinaria en su sitio definitivo. Tendrán un diámetro entre 40 y 50 cm y un largo de 7 m, según cálculo estructural.



La imagen muestra la localización de las perforaciones que se practicaron para realizar los sondeos exploratorios de avance controlado (SAC) de mecánica de suelos.

De igual manera, en taller se prefabricarán los tableros de madera tratada machimbrada para pisos, ménsulas y traveses de acero, así como las escaleras de herrería.

Una vez colocados los pilotes, se soldarán ménsulas de acero a las varillas de cada pilote, y sobre ellas se soldarán o atornillarán las traveses que conformarán la estructura de acero que sostendrá la edificación.

Sobre las traveses se iniciará colocando las columnas metálicas soldándolas a las ménsulas y estructura metálica, así mismo se colocarán los tableros de madera que conformarán el piso y escaleras.

Se colocarán las traveses de acero que formarán el techo o cubierta de la sección Pueblo Maya, para ello se utilizará una grúa tipo pluma.

Una vez levantada la estructura del edificio, se procede a colocar las viguetas y casetones para la conformación de los techos de segunda planta; se colocan los muros con material durock; se colocan los techos de palapa con red de protección y finalmente se colocan las piezas de policarbonato sobre las traveses de acero utilizando para ello grapas de policarbonato y tornillería de acero inoxidable, para así concluir con la cubierta de Pueblo Maya.

Las edificaciones de palapa, serán con pendientes mínima de 45 grados de inclinación perimetral, de esta forma retornan al terreno las aguas pluviales.

La estructura de la cubierta de la plaza tendrá pendientes de 3% para el desagüe pluvial hacia la plaza por un lado y hacia el mangle por el otro.

Los caminos, las plazas de acceso y las áreas de estacionamiento, serán construidos con relleno de sascab compactado para nivelación y pendientes con 5 a 10 cm, que permiten la permeabilidad de estas áreas, otorgando pendientes con desagües en el borde de la laguna. Se colocará un filtro de sólidos antes de que las aguas lleguen a la laguna. Todo el material pétreo utilizado será proveniente de fuentes autorizadas.

Una vez elaborada toda la estructura se procede a la instalación de redes hidráulicas, sanitarias y eléctricas, incluyendo aire acondicionado, sonido, iluminación, telefonía e internet. Los acabados de cancelería, carpintería (puertas, lambrines y mamparas), piedra de ticul y cerámica son la parte final de la etapa de construcción de Pueblo Maya.

Una vez construido el inmueble, se procederá a instalar los equipos de cocina, sanitarios, lobby y jardinería.

#### *2.3.1.2 INSTALACIONES HIDRÁULICAS*

Las instalaciones hidráulicas se integran con una toma de agua potable municipal que alimentan una cisterna conformada por 8 tanques de 5,000 litros cada uno ocultos debajo del piso de madera, para tener una capacidad total de 40,000 litros almacenados, para salidas en cocina y puntos estratégicos programados para tomas de agua potable.

Así mismo, de la cisterna se alimenta el equipo hidroneumático que conecta a los sistemas de servicios sanitarios y de limpieza. La red hidráulica, realizada en tubería de CPVC, se instala en el lecho bajo de la

plataforma elevada y conecta directamente a los muebles proyectados. La red de agua caliente para utilizarse en las 4 regaderas de empleados proyectadas será proveniente de calentador solar.

#### *2.3.1.3 INSTALACIONES SANITARIAS*

Todos los muebles sanitarios serán de sistema ahorrador, con baja descarga de agua para optimizar la utilización de este líquido.

Por otro lado, toda la instalación de tubería sanitaria estará oculta debajo del piso de madera de los palafitos. Estas instalaciones serán realizadas con tubería de PVC sanitario utilizando diámetros desde 4" a 2 ½", separadas en 3 redes:

- Aguas negras.- Dirigidas al drenaje municipal.
- Aguas grises o jabonosas.- Los drenajes de las aguas provenientes de la cocina contarán con interceptores de sólidos y grasas, las cuales evitan el recubrimiento interno de las tuberías con grasa y su eventual bloqueo. Después serán dirigidas al drenaje municipal.
- Aguas pluviales.- dirigidas directamente al terreno natural y a la laguna, previo filtrado para evitar que sólidos lleguen al agua.

#### *2.3.1.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS*

Proveniente de la subestación alimentada por la CFE, la energía eléctrica para el conjunto se manejará con ductos conduit aparentes, instalados en el lecho bajo el piso de palafito de Pueblo Maya, con sus derivaciones a las salidas de iluminación y fuerza proyectadas.

Se utilizarán luminarias en tecnología led y se habilitarán celdas fotovoltaicas para activar la iluminación de áreas verdes y el muelle.

Se instalará una planta de emergencia para alimentar luces estratégicas de emergencia, equipos, sistema de cómputo y cuarto frío. Esta planta se ubicará sobre la caseta de basura.

#### *2.3.1.5 AIRE ACONDICIONADO*

Este será dosificando estrictamente para las áreas indispensables, las cuales incluyen:

- Taquillas
- Salón de Mayan Vision
- Sala de visualización
- Área de site
- Tienda (opcional/temporada)
- Oficinas administrativas



### 2.3.1.6 INSTALACIONES ESPECIALES

- Gas para cocina en tubería aparente de cobre con tanque estacionario de gas en la azotea
- Sonido ambiental, red interna aparente
- Voz y datos, red interna aparente

### 2.3.1.7 SELVA MAYA

La sección Selva Maya incluye la reforestación de 684.38 m<sup>2</sup> de la parte centro sur del predio, utilizando para ello arbustos, árboles y palmeras nativas (en parte rescatados y propagados del propio predio), así como la construcción de dos jardines verticales a manera de muros verdes.

Con 20 cm de cama de tierra de hoja o negra sin agroquímicos ni fertilizantes químicos, se sembrarán pastos silvestres y plantas de la región, acorde a las especificaciones del especialista en paisajismo y jardinería en cuanto a ubicación, secuencia y tamaño. La vegetación existente no invasiva y/o exótica se rescatará para ser utilizada en las áreas verdes proyectadas. No se usarán especies exóticas invasoras en ningún área del proyecto.

Para el sembrado de árboles y palmeras se excavarán con pico y pala cepellones de 1 m de diámetro y 1.5 m de profundidad donde se colocarán los ejemplares con la ayuda de grúas. Una vez en su lugar, se cubrirán las raíces con tierra negra sin agroquímicos ni fertilizantes y se apuntalarán con tablas de madera.

Los ejemplares más representativos y que se encuentren más cercanos a los andadores serán etiquetados con letreros que indiquen su nombre científico, nombre común, nombre maya y sus características más sobresalientes. Los caminos se elaborarán con una capa de 12 cm de espesor de sascab, compactándose con pisón de mano.

Para el mantenimiento de áreas verdes, se aplicarán productos publicados en el catálogo vigente y se ejecutará el programa de rescate de flora y fauna, bajo supervisión de personal especializado.

Para la construcción de los caracoles se deberá realizar un despalme para poder colocar el muro de piedra-laja perimetral. El muro interior del basamento y la losa de desembarco serán con panel Covintec repellido con mezcla de cemento-arena y acabado de piedra laja. Los puentes colgantes se hincarán postes de madera en el terreno ya existente y se utilizará un andamio para atar cuerdas de ixtle o henequén, formando así el puente colgante.

La bodega y la pirámide Kohunlich estarán desplantados sobre losa de cimentación para lo cual es necesario primeramente una limpieza y nivelación del terreno, la mayor parte de este ya se encuentra nivelado debido al relleno existente, sin embargo el despalme es necesario por la abundancia de hierbas y arbustos. Se realizan los trazos y bancos de nivel para después colocar una plantilla con polietileno calibre 400.

La losa tendrá un grosor de 12 cm, reforzada con varilla de acero de 3/8" @20 cm.

### 2.3.2. SECCIÓN ACUÁTICA

#### 2.3.2.1 TORRES DE PLATAFORMAS Y POSTES DE AMARRE

**D**urante los trabajos de reconocimiento del terreno, así como la evaluación de fotografías aéreas, se establecieron las zonas donde se pudieran colocar las torres de tirolesas con una afectación nula o mínima de las praderas de pastos marinos presentes en el área. Antes del inicio de las obras de construcción, estas zonas serán marcadas con boyas temporales para evitar cualquier error de ubicación.

Previo al inicio de los trabajos y a lo largo de todo el proceso constructivo en la laguna, se utilizará alrededor del área de trabajo una cortina antidispersante de sedimentos, consistente en una malla geotextil, la cual será colocada entre la zona de actividades y las áreas circunvecinas, a fin de evitar la dispersión de sedimentos bentónicos que pudieran ser arrastrados y afectar comunidades de organismos en otras zonas.

Los pilotes, tablas y tablones serán trabajadas en tierra, fuera del área del proyecto, para solo armar las estructuras en el área que conformará la Selva Maya. Los pilotes tendrán un diámetro de 25 a 30 cm y de 6 a 12 m de altura dependiendo de las necesidades.

No se utilizará pintura o recubrimiento de ningún tipo además del tratamiento que ya trae la madera tratada. Una vez elaboradas, y constatado que las piezas ensamblen bien, estas serán trasladadas a flote a su sitio definitivo en la laguna desde el muelle.

Para ello se utilizarán boyas y flotadores para optimizar el trabajo y evitar en todo momento que el pilote sea arrastrado por el fondo. El personal a cargo del manejo de los postes contará con equipo de buceo básico para realizar el trabajo.

La madera tratada que será utilizada ya viene cepillada de las cuatro caras, salvo los pilotes o cualquier elementos estructural de grandes dimensiones que no requiere ese acabado. Todas las piezas de madera para la construcción de las estructuras propuestas, ya vendrán recortadas y ajustadas desde un taller en la ciudad, por lo que no se tendrá que aserrar en el sitio de la obra para dar las dimensiones de algunas de ellas.

El aserrín o pedacería de madera tratada NO son causa de riesgo salvo que se quemen. Los químicos en la madera NO se disuelven en contacto con el agua por lo que no son causa de impacto alguno. La descripción del proceso de tratamiento a presión explica cómo se adhiere el químico a las fibras de la madera.

Toda la madera a utilizar en el proyecto es importada de los Estados Unidos, proveniente de bosques cultivados, tratada con químicos amigables con el medio ambiente tipo MCA, que no se desprenden o lixivian, y por tanto son seguros para su uso en el agua.

Esta madera cuenta con un tratamiento en autoclave, por lo que no genera lixiviados (Ver descripción del proceso en el folleto anexo). Se ha seleccionado madera tratada con esta técnica, debido a que no genera lixiviados, como ocurre con maderas tratadas "por inmersión", la cual sólo es tratada en su superficie y puede desprender remanentes del químico al ser manipulada.

Para la manipulación y trabajo de la madera seleccionada para la realización del proyecto solo incluye dos medidas de protección a la salud, la primera es que cualquier madera tratada, barnizada o pintada, no debe ser quemada por la emisión de partículas al ambiente que pueden ser aspiradas por personas cercanas al lugar de combustión; la segunda advertencia es que cuando se asierre cualquier madero se recomienda usar tapabocas como protección.

Para el hincado de pilotes se utilizará un chiflón de agua que socavará el fondo lagunar al expulsar agua a una presión de 10 a 20 kg por  $\text{cm}^2$  a través de una manguera de 3.5 a 5 cm de diámetro, formando sí un orificio donde paulatinamente se irá enterrando el poste de madera. Este proceso causará una alta resuspensión de sedimentos hasta 1.5 m alrededor del sitio de hincado, por lo que previamente se colocará una malla geotextil alrededor del área de trabajo, lastrada en su parte inferior con pesos muertos y en su parte superior boyada para evitar que sedimentos pasen al otro lado.

Se requiere alcanzar una profundidad bajo el sustrato de al menos 2.5 m. La bomba de agua que se utilizará para este proceso se transportará sobre una embarcación no motorizada. En caso de encontrar laja de piedra que no permita lograr la profundidad de anclaje requerida para el pilote en cuestión, se realizará la perforación con pistola neumática y se anclará el poste en el hueco con concreto sin sobresalir del sustrato.

Una vez colocados los cuatro pilotes que conforman una torre, se colocarán atezadores y crucetas horizontales en los cuatro frentes utilizando tornillos, rondanas y tuercas de acero inoxidable, disminuyendo al máximo la producción de desechos y oxido. Para ello se utilizará un andamio portátil, que permitirá la correcta alineación de los pilotes y el posterior armado de las piezas que los interconectan.

Las cuatro torres contarán con escaleras para servicios y emergencias y 3 niveles para rematar con piso de madera, placa inclinada en salidas y llegadas, barandales de protección, barras de soporte de tirolesas y cubierta de zacate como sombra de protección solar para los instructores y visitantes.

Las torres 1 y 2, que estarán sobre el muelle no requerirán de embarcaciones de apoyo, sin embargo las torres 3 y 4, así como los postes de amarre, si requerirán de una embarcación no motorizada que auxiliará en el transporte de materiales y herramientas. Esta una embarcación no motorizada tiene una superficie de  $4 \text{ m}^2$  (2 x 2 m) y fue rescatada del manglar en la propia Laguna Nichupté, aparentemente es producto de desechos de antiguas embarcaciones abandonadas o desguazadas, abandonadas en la laguna hace ya varios años.

#### *2.4 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

En virtud de que la visión del Parque Maya de Cancún es el operar sustentablemente con bases profundas sobre la conservación del entorno ecológico, paisajístico, escénico y cultural, se ha establecido un modelo

de operación y mantenimiento que permitan la actividad turística sin menos cabo de la calidad del medio ambiente a corto, mediano y largo plazo. Las actividades que conforman la experiencia, contarán con un reglamento que minimice los efectos negativos en la flora y fauna del lugar. Solo se permitirá el uso ecoturístico del manglar bajo la modalidad de contemplación de la naturaleza. Se prohibirá dar alimento a la fauna silvestre.

Lo anterior permitirá que la actividad difícilmente llegue a un colapso en donde las consecuencias puedan verse reflejadas en el deterioro del entorno ecológico, paisajístico y también, en la baja sustentabilidad económica de la empresa y de los que de ella dependen. Para atender el cumplimiento de las normas que sujetan el desarrollo del parque, se implementará un amplio espectro de esfuerzos destinados a ello, algunos dirigidos al personal y algunos otros al público visitante.

Estos esfuerzos van desde el incremento en el número y calificación de empleados responsables, hasta intensas campañas de capacitación y educación ambiental, estimulando el respeto a las normas de diseño y construcción de infraestructura, el mantenimiento y enriquecimiento de los señalamientos de emergencia, señalización para orientar a los empleados y visitantes hacia la conservación de los recursos, cantidad y distribución de extintores, el respeto a las recomendaciones de uso de productos biodegradables en cocinas y baños, las limitaciones al visitante en materia de uso de repelentes y filtros solares no biodegradables, la separación de los residuos sólidos según su naturaleza.

Se pretende esbozar una situación cercana al balance entre los siguientes factores:

- a) La siempre deseable creciente afluencia de visitantes que buscan el esparcimiento y aprovechamiento turístico y con ello harán posible el financiamiento del parque y su operación sustentable.
- b) La definición de los límites que imponen las condiciones del medio en su calidad de escenario natural y como hábitat de especies silvestres, y
- c) Las acciones de manejo y conservación del ecosistema en su conjunto que, al ser instrumentadas justamente mitigan los efectos de la actividad turística de bajo impacto.

Una premisa que se considera esencial en este análisis, es aquella que establece que el ecosistema y paisaje del Parque Maya de Cancún es patrimonio de la sociedad y la nación.

#### *2.4.1. OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

A continuación se presentan los objetivos fundamentales de la operación y mantenimiento del Parque Maya de Cancún:

- A. Planificar la operación y funcionamiento del parque bajo el concepto de la conservación y entorno ecológico, paisajístico, escénico y cultural.
- B. Diversificar las alternativas recreativas dentro del parque, a través del desarrollo de programas de investigación y experimentación, para el conocimiento de los recursos naturales con los que cuenta el parque y aplicarlos hacia la sensibilización y educación ambiental.
- C. Garantizar el desarrollo sustentable dentro del parque y del entorno socioeconómico.
- D. Garantizar las condiciones actuales de operación del parque en función del aumento de la visitación prevista para los próximos años.

- E. Que el mejoramiento y aplicación de infraestructura sean bajo el criterio fundamental de preservar y conservar las condiciones naturales del ecosistema.

En concordancia con estos objetivos, el Parque Maya de Cancún se enfocará a la tarea de brindar servicios de esparcimiento de bajo impacto a un público de preferencias afines con los elementos y paisajes naturales. Un público de niveles culturales altos, que sabe lo que busca y manifiesta su opinión respecto a la calidad de servicios por los que paga.

#### 2.4.2. NÚMERO DE VISITANTES

El Parque Maya de Cancún está diseñado en su infraestructura, instalaciones y equipos para operar un número máximo de 600 visitantes diarios. La operación iniciará a las 8 am y terminará a las 7 pm. Sin embargo se considera que el número máximo a operar en un año será de 200,000 visitantes, es decir un promedio de 550 personas.

Se espera que en el primer año de operación se alcance un número anual de 75,000 visitantes y que este número se incremente anualmente en 25,000 hasta llegar a los 200,000 visitantes anuales.

#### CAPACIDAD DEL TOUR 11 HORAS DE 08:00 A 19:00 HRS

Grupo	Inicia	Termina	Pax
1	8:00:00	11:43:10	40
2	8:30:00	12:13:10	40
3	9:00:00	12:43:10	40
4	9:30:00	13:13:10	40
5	10:00:00	13:43:10	40
6	10:30:00	14:13:10	40
7	11:00:00	14:43:10	40
8	11:30:00	15:13:10	40
9	12:00:00	15:43:10	40
10	12:30:00	16:13:10	40
11	13:00:00	16:43:10	40
12	13:30:00	17:13:10	40
13	14:00:00	17:43:10	40
14	14:30:00	18:13:10	40
15	15:00:00	18:43:10	40
TOTAL PAX DIARIOS			<b>600</b>
PAX MENSUALES			<b>18,240</b>
PAX ANUALES			<b>218,880</b>

#### 2.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DIARIA

La experiencia que se ofrecerá a los visitantes del Parque Maya de Cancún se generará a través de los canales tradicionales de comercialización que operan en Cancún y la Riviera Maya. Estos canales de comercialización tradicionales se enlistan de manera enunciativa más no limitativa:

1. Agencias de viajes.
2. Representantes de las empresas de tiempo compartido.
3. Personal de Concierge en los hoteles.
4. Locales y concesiones de venta de tours en plazas comerciales y la vía pública.
5. Internet.

La experiencia está dirigida al mercado nacional e internacional que visita nuestros destinos turísticos. Está concebida para niños mayores de 6 años y adultos hasta los 80 años de edad. Es una experiencia que combinará tres productos en un solo tour:

1. Visita al Museo Maya de Cancún.
2. Visita a las Ruinas Arqueológicas del Rey.
3. Visita al Parque Maya de Cancún.

La experiencia ha sido denominada “Universo Maya”, en virtud de que uno de sus objetivos principales es la promoción de la cultura maya y de manera muy particular, elevar la afluencia al Museo Maya de Cancún y a las Ruinas Arqueológicas del Rey que no reciben suficientes turistas nacionales e internacionales, en virtud de que el boleto de entrada será de bajo precio y en términos generales, los canales de comercialización no ofrecen estos productos para no afectar la venta de tours de mayor precio.

Por otro lado, el gobierno federal y particularmente el Instituto Nacional de Arqueología e Historia, estarán muy satisfechos con la promoción del Museo Maya de Cancún, inversión trascendente para el Estado Mexicano, que cumplirá con mayor relevancia su objetivo al poder transmitir a un mayor número de visitantes el valor de la cultura maya, dignamente mostrado en sus instalaciones.

En este sentido promoveremos también las Ruinas Arqueológicas del Rey que son una muestra representativa de la cultura maya en pleno corazón de la Zona Hotelera de Cancún.

Los visitantes llegarán a la puerta de acceso del Parque Maya de Cancún a través de diferentes medios:

- a) Caminando desde los hoteles cercanos.
- b) En bicicleta desde los hoteles cercanos y algunos un poco más alejados.
- c) En automóvil rentado.
- d) En taxi.
- e) En camionetas especializadas de transporte turístico.
- f) En autobús urbano.
- g) En autobús turístico para grupos en el segmento de grupos y convenciones.

Se dirigirán directamente a las taquillas donde recibirán un brazalete que los distinga de los visitantes que únicamente asistan al Parque Maya de Cancún a visitar las tiendas o en su caso, a tomar algún alimento o bebida, en zonas que estarán abiertas al público en general.

De la taquilla se dirigirán a la zona de baños, vestidores y lockers en donde podrán depositar sus valores, pertenencias personales y cualquier objeto que no deseen utilizar durante su experiencia. Es importante considerar que no tendrán que cambiarse de ropa, ni de zapatos, ya que la experiencia no lo requiere.

De la zona de baños, vestidores y lockers se dirigirán a la zona denominada “Mayan Vision” en donde se proyectará para grupos de 40 personas un video que describa los orígenes de la cultura maya, su relación con el aire, el agua y la selva, uniendo dichos elementos con la experiencia que realizarán durante su estancia en el Parque Maya de Cancún.

De la zona “Mayan Vision” se dirigirán a la zona denominada “Briefing” en donde se les explicará a detalle las cuatro actividades que llevarán a cabo y que son las siguientes:

- a) Mayan Flight.
- b) Mayan Journey.
- c) Mayan Path.
- d) Mayan Calendar.

Es importante hacer notar el hecho de que a pesar de esta explicación general, en cada área específica recibirán una explicación más detallada de la experiencia que llevarán a cabo inmediatamente. En la zona de Briefing se les proporcionará un equipo de seguridad para proteger su integridad física en las tirolesas, posteriormente se dirigirán a las escaleras que conducen a las torres en donde se inicia el proceso de lanzarse por las tirolesas. Esta experiencia se denomina “Mayan Flight”.

Esta experiencia tiene una duración de 1 hora con 9 minutos, incluyendo en el trayecto una actividad denominada “Rope Course” que es un ejercicio a través del cual se atraviesan puentes y tablas colgantes, siempre manteniendo el sistema de seguridad de las mismas tirolesas.

El sistema de seguridad cumple con todas las normas internacionales, y parte del principio de que el visitante en todo momento estará ligado a través de su arnés personal a las líneas de seguridad de la instalación de las tirolesas.

Es importante resaltar el hecho que la actividad denominada “Mayan Flight” no tiene repercusión alguna en el medio ambiente, ya que no utiliza maquinaria alguna que requiera combustible y los visitantes no entran en contacto con el agua en momento alguno. Al terminar la última tirolesa se dirigirán a iniciar la siguiente aventura que es “Mayan Journey”.

La siguiente experiencia “Mayan Journey” que tiene una duración de 55 minutos, consiste en invitar a los visitantes a recorrer en canoa los canales existentes, sin descender en ninguna parte y únicamente encontrarán a un Chamán Maya en su propia embarcación, enviando un mensaje de paz y armonía a los visitantes.

Es importante hacer notar el hecho, que los canales naturales son lo suficientemente amplios para que una canoa los recorra sin lastimar la vegetación circundante y además, por precaución y seguridad, serán guiados por un marinero y un fotógrafo en una canoa similar.

Al regreso, descenderán de las canoas en el muelle existente en el Parque Maya de Cancún, y se dirigirán a realizar la siguiente parte de la experiencia denominada “Mayan Path”. Esta experiencia consiste en un recorrido a pie por la selva maya y puentes colgantes, con puntos específicos para fotografías. Esta selva maya será reforestada con vegetación representativa y endémica de la zona y al descender llegarán a un vestigio arqueológico, réplica de las Ruinas de Kohunlich con los mascarones representativos de esta zona arqueológica, para tomarse una fotografía de recuerdo.



La imagen muestra el circuito que se propone que sigan las canoas como parte de la experiencia “Mayan Journey” que tiene una duración de 55 minutos, consiste en invitar a los visitantes a recorrer en canoa los canales existentes, sin descender en ninguna parte, partiendo del muelle existente en el parque y recorriendo los canales del Polígono 9.

Es importante hacer notar el hecho de que esta actividad tampoco genera efectos negativos en el medio ambiente, en virtud de que el proceso se lleva a cabo a través de puentes colgantes, de caminos específicamente trazados y tampoco se entra en contacto con la zona de mangle.

Para terminar su experiencia los visitantes se dirigen a una zona denominada “Mayan Calendar” donde recibirán una explicación del diseño y funcionamiento de este maravilloso calendario que representa una de las grandes creaciones de la cultura maya.

De la zona “Mayan Calendar” se dirigirán a la zona de visualización en donde podrán elegir las fotografías de su experiencia integral, pagarlas y posteriormente pasar a la zona de vestidores, baños y lockers para recoger sus pertenencias y poder disfrutar de la zona de tiendas y la zona de Alimentos y Bebidas.



#### 2.4.4. MANTENIMIENTO DE TIROLESAS Y SU EQUIPO.

- Mantenimiento diario:
  - Personal asignado a revisión diaria de cables y anclajes
  - Pruebas de sujeción y tensión
  - Registro en bitácora
- Mantenimiento semanal:
  - Revisión de tensión y revisión de presencia de óxido
- Mantenimiento anual:
  - Cambio de cables como medida preventiva
- No se requiere de la aplicación de ningún producto para mantenimiento
- No es necesaria la instalación de andamios ni estructuras adicionales para el mantenimiento de tirolesas y ropes course

#### 2.4.5. MANTENIMIENTO DE EMBARCACIONES Y SU EQUIPO

Las embarcaciones requieren de un mantenimiento preventivo y en su caso correctivo a efecto de mantenerlas en las mejores condiciones de operación, seguridad, apariencia, funcionalidad y comodidad para los usuarios.

Las labores de mantenimiento de las embarcaciones comprenden dos aspectos: el mantenimiento del casco e interiores, tanto preventivo como correctivo.

##### 2.4.5.1. MANTENIMIENTO DE CASCOS E INTERIORES

Las canoas son de fibra de vidrio y al ser empleadas para navegar en agua salobre, las sales se incrustan al secarse, por lo que para preservar sus condiciones serán enjuagados diariamente con agua dulce tanto interiormente como exteriormente al igual que las vestiduras y cubiertas de asientos y el interior de las embarcaciones para retirar los depósitos de sal.

Los cascos serán descontaminados del fondo y encerados mensualmente con la embarcación fuera del agua. En caso de roturas o fracturas al casco de las canoas, las reparaciones, igual que los trabajos de pintura se realizarán en talleres especializados en la ciudad de Cancún.

## 2.5 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO

**N**o se requieren obras externas asociadas al proyecto, únicamente se requerirá de establecer infraestructura provisional durante la construcción dentro del sitio del proyecto, la cual se describe a continuación:

- a) Almacén de obra. La construcción de este almacén será posteriormente parte del edificio de servicios, buscando de esta manera la minimización o reducción de los impactos negativos al ambiente.
- b) Módulos de sanitarios. Se contratarán los servicios de sanitarios móviles, rentados a una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes. Los sanitarios se colocarán en sitios con sombra y la cantidad de los mismos será a razón de 1 por cada 20 trabajadores.

El mantenimiento de los sanitarios se realizará cada tercer día como máximo, y se mantendrán en absoluta limpieza, colocando dentro de cada módulo un contenedor para los residuos y papel sanitario. Así mismo, se instalarán alejados de la orilla laguna, con la finalidad de reducir al mínimo la probabilidad de que alguna fuga o mal manejo de los residuos pueda llegar al agua.

- c) Oficina de obra: No se requerirá obra provisional, toda vez que se utilizará un remolque como oficina de obra móvil.
- d) Almacén: No se contempla el almacenamiento de combustibles o sustancias peligrosas dentro del predio (diesel, gasolina o aceite), para el resto de materiales y herramientas se construirá una bodega a base de muro de block y techumbre de lámina de zinc. Esta bodega estará debidamente señalizada y contará con extinguidores y botiquín médico ubicados estratégicamente según indicaciones de protección civil.
- e) Área de descanso en obra: Se acondicionará un área adyacente a la oficina de obra (remolque) que funcione como área de descanso y donde los trabajadores de obra podrán ingerir sus alimentos. Esta área contará con techumbre de lonas y mesas plegables de plástico, agua purificada y un lavamanos conectado al sistema de drenaje o a un tinaco de al menos 600 litros que será drenado periódicamente. En esta área se colocarán contenedores de basura con bolsas y tapas. No se contempla una cocina. La comida se ingresará al predio ya elaborada.

El personal acatará todas las indicaciones y recomendaciones de la secretaría de salud. Así mismo se implementarán todas las medidas de seguridad necesarias que solicite protección civil.

- f) Caseta de vigilancia: Se construirá provisionalmente con madera y techumbre de lámina de cartón.
- g) Cuarto de basura: Se construirán con block y piso de mosaico para evitar filtraciones. Esta obra será de las primeras en construirse para ser utilizada inicialmente para la basura de obra y luego para recibir los desechos durante la etapa de operación.
- h) Se utilizarán tambores con bolsas negras para el depósito y control de la basura y desperdicios.

- i) Se almacenarán a la intemperie blocks, viajes de grava y polvo, viguetas y bovedillas para la construcción del almacén y sanitarios que operan para el proceso de obra y posteriormente con los acabados adecuados.
- j) El cercado de polín de madera y malla sombra al frente al boulevard Kukulcán se vestirá con el letrero y leyenda: “Parque Maya de Cancún”.
- k) Se reforzará la malla plástica existente, tipo mosquitero, de protección a todo lo largo del mangle, para evitar entrada de polvo y contaminación con mantenimiento y renovación constante, misma que será retirada al terminar las obras de construcción.

## 2.6 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO

La vida útil del proyecto es de 20 años para la tirolesa, muelle y juegos de cuerdas, y de 50 años para las construcciones, ambas bajo las condiciones de mantenimiento adecuadas. En caso de requerir el abandono del sitio, se extraerán todos los bienes muebles de Parque Maya, incluyendo maquinaria y herramientas.

Se drenará la cisterna de agua potable, los contenedores de basura vaciados y entregados al camión recolector. Los tanques de gas y cualesquier otro combustible presente dentro del sitio será retirado y dispuesto donde y de la manera que la autoridad ambiental y de protección civil dispongan. En el sitio del proyecto únicamente prevalecerá la obra civil.

## 2.7 MATERIALES Y SUSTANCIAS QUE SERÁN UTILIZADAS

### 2.7.1. PUEBLO MAYA, SELVA MAYA Y SERVICIOS

En estas tres áreas los materiales son diversos, incluyendo madera, concreto, acero y aluminio. A continuación se desglosan los materiales requeridos.

- Estructura de acero para soporte de palafitos
- Pisos de madera tratada machimbrada en áreas interiores y no machimbrada en exteriores
- Losas de entepiso de los acero con malla electrosoldada acabado en cemento pulido
- Pisos de áreas de servicios cemento pulido entintado y sellado
- Muros de block aplanados con mortero cemento-arena, acabado fino con pintura vinílica
- Lambrín de madera de pino tratada entintado y barnizado
- Muros de tablaroca empastados y con pintura vinílica
- Barandales de madera de pino tratada
- Cubiertas de policarbonato sobre estructura metálica
- Cubiertas de palapa de pasto

### 2.7.2. LAGUNA

En la zona lagunar, el material principal es la madera, en particular se trata de madera de pino, tanto en tablas, tablones y postes de diferentes grosores, largos y anchuras, fijados con tornillos, tuercas, rondanas y flejes de acero inoxidable. La madera tiene un tratamiento previo a presión que permite su uso en el agua. Este tratamiento es conocido como MCA el cual es amigable con el medio ambiente y no produce lixiviados

Las tirolesas se elaborarán con cable de acero y poleas, mientras que los juegos de cuerdas utilizarán cabo de nylon o algodón.

### 2.7.3. REQUERIMIENTOS DE AGUA

Se prevé un gasto de agua de aproximadamente 1,500 litros por día, tomando en cuenta una demanda de 1,000 litros al día para el aseo de cuatro sanitarios rentados y 500 para la demanda de obra. La alimentación de agua potable será de forma provisional por medio de pipas con permiso para la venta y distribución de agua.

### 2.7.4. REQUERIMIENTOS DE COMBUSTIBLE

Durante la etapa de construcción se requerirán combustibles fósiles para el funcionamiento de la maquinaria motorizada como bailarinas, compresora de rotomartillo, maquinaria para la colocación de pilotes, bombas de agua, motosierras y una grúa eventual para colocación de trabes de madera y acero.

Es importante recalcar que no se almacenarán combustibles en la zona del proyecto durante la etapa de construcción. En la etapa de operación, los únicos combustibles almacenados serán el gas L.P. que se encontrará en el tanque estacionario con capacidad de 3 mil litros ubicado en la azotea del edificio de servicios, y un tanque de 50 litros de diésel para el eventual funcionamiento de la planta de energía de emergencia.

## 2.8 REQUERIMIENTO DE MANO DE OBRA

**S**e estima que se requerirá un total de 63 trabajadores durante las obras de preparación del sitio y construcción, con un promedio diario de 40 a 50 trabajadores en estancia simultánea. Estos trabajadores se dividen en los siguientes rubros:

- Tres oficiales de personal de seguridad
- Un asistente para control de almacén provisional.
- Seis obreros albañiles ( cuatro oficiales y 2 ayudantes)
- Ocho obreros oficiales soldadores
- Cuatro oficiales tablaroqueros

- Seis oficiales carpinteros
- Cuatro plomeros oficiales para instalaciones hidrosanitarias
- Cuatro obreros oficiales para instalaciones eléctricas
- Seis obreros oficiales pintores
- Seis obreros palaperos ( 4 oficiales y 2 ayudantes)
- Cuatro peones en cuadrilla para trabajos varios.
- Cuatro aluminieros
- Cuatro herreros
- Un profesional director de obra.
- Dos profesionales Supervisores de obra
- Proveedores y contratistas. ( eventuales)

## 2.9 MAQUINARIA Y EQUIPO A UTILIZAR

El proyecto requerirá de la siguiente maquinaria.

- Una Máquina perforadora para siembra de pilotes de concreto (una semana)
- Cuatro Maquinas soldadoras de corriente trifásica ( 4 semanas)
- Generador eléctrico portátil de 5,000 watts a gasolina.
- Dos bombas de ½ hp para abastecimiento de agua en áreas de trabajo (3 meses)
- Seis taladros eléctricos manuales ( 4 meses)
- Una pistola para siembra de clavos de 1”
- Sierra cinta manual para ajustes de cortes de madera ( 6 semanas)
- Una grúa de 4 toneladas. para instalación de traveses de madera y acero prefabricadas ( 1 día)
- 2 Bailarinas y 4 pizón de mano (2 a 3 meses)
- 1 Rotomartillo de compresora (10 a15 días)
- 1 Karcher (eventual)
- Bomba de agua para hincado de pilotes en laguna.
- Motosierra a gasolina.
- Andamios portátiles.
- Serrotes
- Compresor neumático para rompedora (en caso de necesitarlo).

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

### 2.10.1. RESIDUOS SÓLIDOS

**D**urante la construcción del Parque Maya se generarán desechos sólidos de distinta naturaleza. En primer lugar, desechos sólidos producto de la obra misma, como sacos de concreto, bolsas de plástico, desecho de madera, block, vidrio, plástico, aluminio, etc. Para el acopio de estos

desechos se establecerá una zona aislada e impermeable en la obra, alejada del borde de la laguna, para evitar que algunos desechos sean arrastrados por el viento hacia el agua.

De igual forma, se producirán residuos sólidos producto de las actividades personales de los trabajadores de obra como residuos de comida, empaques y envases de la misma (bolsas de papel, empaques aluminizados, cartón, vidrio y plástico). Si se considera que habrá un máximo de 50 trabajadores de obra aproximadamente y que cada uno generaría en promedio 0.450 kg/persona/día de residuos de este tipo, los desechos que se generarán diariamente en los frentes de obra se estiman en unos 22.5 kg.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se colocarán contenedores de basura con tapa y rotulados con las leyendas orgánica e inorgánica y dibujos alusivos al tipo de desecho. Es importante mencionar que dado el desconocimiento de parte de los trabajadores de obra sobre los desechos orgánicos e inorgánicos, se instruirá al personal de obra para que utilice de manera adecuada estos contenedores.

Asimismo, se contará con un sitio dentro del predio destinado al acopio temporal de los residuos de obra. Los residuos que no puedan ser reciclados serán trasladados con una periodicidad mínima de 3 veces por semana al relleno sanitario municipal.

Por otro lado, las actividades en la laguna pueden generar desechos de obra, por tanto todas las tardes, una vez terminada la jornada laboral, se harán recorridos para recoja de basura, materiales y herramientas que accidentalmente hayan caído a la laguna.

Ya en la etapa de operación, tanto las actividades de mantenimiento y operación diarias del Parque Maya como de los usuarios del mismo generarán residuos sólidos, por ello, al igual que durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se colocarán colectores de basura marcados con las leyendas orgánico e inorgánico en inglés y español, así como dibujos alusivos al tipo de desecho para facilitar su entendimiento por los visitantes de diversos países e idiomas.

Estos colectores estarán distribuidos estratégicamente en todo el Parque Maya, tanto en áreas de usuarios como en áreas de personal. Los desechos serán entregados al servicio de recolección municipal. Dos veces a la semana se harán recorridos en la laguna en kayak y a nado para recoger cualquier elemento extraño que pudiese haber caído durante la operación del parque (envolturas de alimentos, equipo de natación, toallas, lentes, etc.).

### *2.10.2. RESIDUOS LÍQUIDOS*

Durante las etapas de preparación y construcción, se contratarán los servicios de sanitarios móviles, rentados a una empresa que cuente con las autorizaciones correspondientes. Los sanitarios se colocarán en sitios con sombra y la cantidad de los mismos será a razón de 1 por cada 20 trabajadores. El mantenimiento de los sanitarios se realizará cada tercer día como máximo, y se mantendrán en absoluta limpieza, colocando dentro de cada módulo un contenedor para los residuos y papel sanitario.

En la etapa de operación, las aguas producto de los sanitarios y de los servicios del proyecto, serán conducidos a la red de drenaje municipal.

### 2.10.3. EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Durante la construcción se generarán polvos durante casi todas las actividades, los cuales pueden ser transportados por el viento si no se manejan de manera adecuada. Por tanto, para disminuir o prevenir este problema, los sitios en obra de acopio de material en polvo o piedra, como sascab, arena o grava, serán regados para compactar el polvo en caso de existir vientos que lo dispersen.

La maquinaria a utilizar a base de motores de combustión es de bajo caballaje, a excepción de la grúa que solo trabajará un día en obra, por lo que la emisión de gases a la atmósfera será relativamente baja. Sin embargo, todos los motores de vehículos y herramientas a utilizar durante la fase de preparación del sitio y construcción estarán en buenas condiciones mecánicas, emitiendo la menor cantidad posible de gases a la atmósfera.

En las etapas de operación y mantenimiento, únicamente se generarán emisiones a la atmósfera de manera eventual cuando la planta de emergencia de energía eléctrica entre en funcionamiento. Esta planta será un equipo nuevo, en perfectas condiciones mecánicas, por lo que se estima que las emisiones a la atmósfera sean mínimas cuando entre a trabajar. Si consideramos que los cortes de energía son eventuales en la zona hotelera de Cancún, a menos que se presenten vientos de tormenta, la planta de emergencia tendrá pocas horas de uso anualmente.

### III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL.

#### 1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**E**l fundamento constitucional regulatorio de la evaluación de impacto ambiental se establece en los siguientes artículos:

##### 1.1. ARTÍCULO 4

“Establece el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.”

##### 1.2. ARTÍCULO 25

“Señala la competencia del estado de regir el desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Indica también bajo qué criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”.

##### 1.3. ARTÍCULO 27

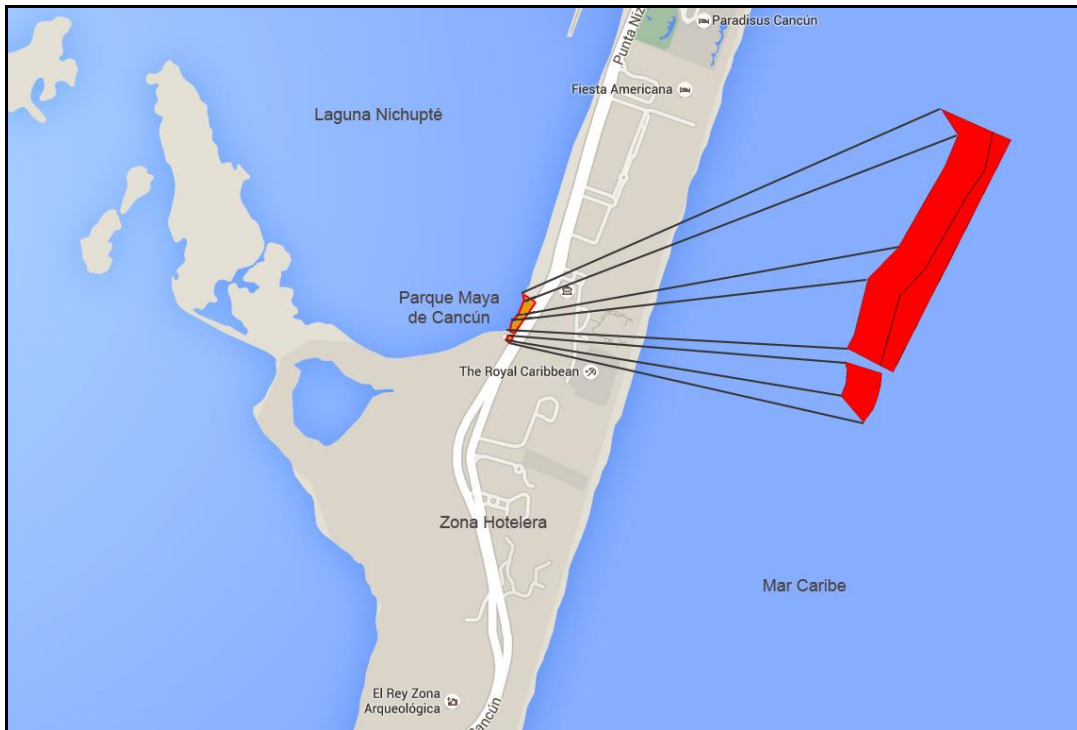
“Establece que la nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia se adoptarán las medidas necesarias para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”.

#### 2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

**L**a Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de competencia Federal y se publicó en el Diario Oficial el 13 de diciembre de 2001.

El Proyecto Parque Maya de Cancún que se propone, se localiza en un terreno que se conforma por dos polígonos que son concesiones de Zona Federal Marítimo Terrestre adyacente al litoral del Sistema Lagunar Nichupté, así como un polígono más que corresponde a terrenos ganados a la laguna Nichupté, motivo por el cual, de conformidad con lo establecido por los Artículos 5 Fracción X, y 28 Fracciones VII, IX y X de la LGEEPA, así como los Artículos 4 Fracción 1 y 5 Incisos O, Q y R de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, es facultad de la Federación, a través de esa H. Secretaría, conocer de la evaluación del proyecto “Parque Maya de Cancún” en Materia de Impacto Ambiental.





Localización de los polígonos en zona federal y terrenos ganados a la laguna, que conforman el predio propuesto (polígono rojo) para la construcción del Parque Maya de Cancún, sobre el litoral de la Laguna Nichupté en el Municipio Benito Juárez, estado de Quintana Roo.

Así, en cumplimiento a lo dispuesto por los Artículos 5, 28 y 30 de la LGEEPA y 5 incisos “O, Q y R” de su Reglamento, se somete ante esa H. Secretaría la presente Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al Proyecto “Parque Maya de Cancún”, para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 44 y 49 de su Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental.

## 2.1. CAPÍTULO II. DISTRIBUCIÓN DE COMPETENCIAS

### 2.1.1. ARTÍCULO 4

La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

### 2.1.2 ARTÍCULO 5

Son facultades de la Federación:

- I.- La formulación y conducción de la política ambiental nacional;
- II.- La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del

equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;

- III.- La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a la soberanía y jurisdicción de la nación, originados en el territorio o zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;
- X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

### **2.1.3 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 establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría”:

Este artículo indica que deberán ajustarse a lo establecido las obras y actividades bajo los supuestos siguientes:

“Fracción IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros;”

“Fracción X.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.”

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

### **2.1.4 ARTÍCULO 30**

“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28° de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, la cual deberá de contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. Si después de la presentación de una

manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.

### **2.1.5 ARTÍCULO 35**

“Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días”.

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

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

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

- I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
- II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o
- III.- Negar la autorización solicitada, cuando:
  - a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables;

- b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o
- c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.

La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.”

“Artículo 35 Bis.- La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley.

### 3 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

#### 3.1. CAPÍTULO II. DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIERAN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

##### 3.1.1. ARTÍCULO 4

Compete a la Secretaría:

I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...”

##### 3.1.2. ARTÍCULO 5

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

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros:

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

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

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

- I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

#### 3.2. CAPÍTULO III. DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

##### 3.2.1. ARTÍCULO 9

Este artículo indica que se deberá de presentar una manifestación de impacto ambiental en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita la autorización.

Esta manifestación de impacto ambiental, de acuerdo con los criterios enunciados en el artículo 11, es de **tipo particular para la evaluación del proyecto Parque Maya de Cancún**, lo anterior en virtud de que:

No se trata de parques industriales, granjas acuícolas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas y no corresponde a obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico en los términos del artículo 23 del propio reglamento.

Este proyecto, por sus dimensiones, alcances y características no afectará una región ecológica y no considera la posibilidad de alterar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional desarrollar, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales.

Este artículo 9, indica que la Secretaría proporcionará las guías para la elaboración de los estudios de impacto ambiental, las cuales deberán de ser publicadas en el Diario Oficial de la Federación y la Gaceta Ecológica. A la fecha éstas no se han publicado; sin embargo se cuenta con la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico, modalidad particular, como instrumento facilitador.

### 3.2.2. ARTÍCULO 12

La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción del proyecto
- III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
- IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto,
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
- VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
- VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

## 4 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

La Ley General de Vida Silvestre 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 Ley General de Vida Silvestre 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.”

En su *Artículo 60 TER* la Ley General de Vida Silvestre establece que “Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad 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.

En su *Artículo 99* la Ley General de Vida Silvestre establece que “El aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats. Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares, deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Como se puede apreciar en el planteamiento del proyecto **Parque Maya de Cancún**, presentado en el capítulo II del presente documento, no se violenta lo dispuesto en el Artículo 60 TER, ya que no incluye la necesidad de remover vegetación nativa, rellenos, ni cualquier otro tipo de obra que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar aledaño. En este mismo tenor, para dar cabal cumplimiento al Artículo 99 la Ley General de Vida Silvestre, se está solicitando la evaluación y autorización del proyecto por parte de la SEMARNAT, de manera que se garantice el bienestar de los ejemplares de especies silvestres de importancia ecológica, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats, cumpliendo con los artículos referidos de la Ley General de Vida Silvestre.

## 5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, publicada el 8 de octubre de 2003 y con la última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 04 de junio de 2014, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refiere a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

A lo largo de toda la vida útil del **Proyecto Parque Maya de Cancún**, se generarán residuos sólidos, líquidos y de manejo especial, los cuales serán manejados de conformidad con las estrategias establecidas en el proyecto, para lo cual se han proyectado instalaciones adecuadas para su manejo, copio temporal y disposición final, mismas que han sido descritas en el capítulo precedente.

## 6 LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

La Ley General de Bienes Nacionales es de orden público e interés general y tiene entre uno de sus objetivos establecer las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades.

En su Título Cuarto, referente a la Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, Artículo 119, esta Ley menciona que tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará de la siguiente manera:

1. cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba.

En su Artículo 120, se indica que el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la Zona Federal Marítimo Terrestre y los Terrenos Ganados al Mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuicultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.

Con la elaboración y presentación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del presente manifiesto de impacto ambiental, se da cumplimiento a lo anterior a fin de demostrar que el Proyecto "**Parque Maya de Cancún**" se encuentra vinculado de forma armónica con los ordenamientos vigentes de gestión ambiental, incluyendo el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.



## 7 LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO

La Ley de Aguas Nacionales fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992 y presenta una última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 07 de junio de 2013.

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

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

Por otro lado, el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales indica en su artículo 151 que se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.

El Proyecto “Parque Maya de Cancún”, tiene diseñado un sistema eficiente para la recolección, acopio temporal y disposición final de los desechos sólidos. Con éste adecuado manejo de desechos se evita su dispersión y la generación de plagas peligrosas, así como la contaminación de las áreas públicas y de conservación, aledañas a las instalaciones del parque, especialmente en lo que se refiere a las aguas de la laguna Nichupté y las áreas con manglar.

El proyecto contempla contenedores de basura en todas las áreas públicas, los cuales están diseñados para que los visitantes puedan depositar su basura en diferentes compartimentos de acuerdo al tipo de basura de que se trate. Para disminuir de manera significativa los volúmenes de residuos sólidos que se envíen al relleno sanitario, se realizará la recolección y separación de los residuos sólidos de acuerdo a su naturaleza.

En la zona del proyecto no se contempla el uso de sustancias peligrosas que pudieran producirse durante la operación tales como aceites usados o combustibles. Esto se debe a que el mantenimiento preventivo y correctivo de las embarcaciones, serán realizados en un taller en la ciudad de Cancún.

Con todo lo anterior, el Proyecto “Parque Maya de Cancún”, da cumplimiento al Artículo 86 BIS 2 de esta Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

## 8 LEY DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el 29 de junio de 2001, es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y regular las acciones tendientes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo.

Esta Ley establece en su artículo 92 que corresponde al Estado y a los Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, la regulación sobre el trato digno que debe darse a la flora y fauna silvestre, asimismo participarán con la Federación en las acciones derivadas de esta regulación, desarrollando programas en la materia.

En su artículo 93 establece los siguientes aspectos:

- I.- La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración, fomento y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de la flora y fauna silvestres;
- II.- Promover el uso de las especies nativas en los programas de fomento, restauración y conservación forestal, así como en los turísticos y de ornato;
- III.- Las medidas preventivas y regulatorias para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales;
- IV.- La aplicación del conocimiento científico, técnico y tradicional disponibles, como base para el desarrollo de las actividades relacionadas con la conservación y el aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre en el Estado;
- V.- La difusión de la información sobre la importancia de la conservación de la vida silvestre y su hábitat y sobre las técnicas para su manejo adecuado, así como la promoción de la investigación para conocer su valor ambiental, cultural y económico como bien estratégico para el Estado; La participación de los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se ubiquen las especies de flora y fauna silvestre, así como de las personas que comparten su hábitat, en la conservación, la restauración y los beneficios derivados del aprovechamiento sustentable;
- VII.- Los estímulos que permitan orientar los procesos de aprovechamiento sustentable y manejo de la vida silvestre y su hábitat, hacia actividades productivas más rentables con el objeto de que éstas generen mayores recursos para la conservación de bienes y servicios ambientales y para la generación de empleos;

- VIII.- El mejoramiento de la calidad de vida de las especies de fauna silvestre en cautiverio, utilizando las técnicas y conocimientos biológicos de cada especie;
- IX.- Los criterios para que las sanciones no sólo cumplan una función represiva, sino que se traduzcan en acciones que contribuyan y estimulen el tránsito hacia el desarrollo sustentable; así como para la priorización de los esfuerzos de inspección a los sitios en donde se presten servicios de captura, comercialización, transformación, tratamiento y preparación de ejemplares, partes y derivados de flora y fauna silvestre, así como aquellos en que se realicen actividades de transporte, importación y exportación.
- X.- El Estado como responsable de su política ambiental, deberá formular de manera coordinada anualmente un programa de reforestación estatal, donde contemple la restauración de áreas degradadas, la repoblación natural y el fomento del uso de especies nativas, aplicando las medidas existentes, entre otros aspectos, a efecto de lograr un desarrollo sustentable.

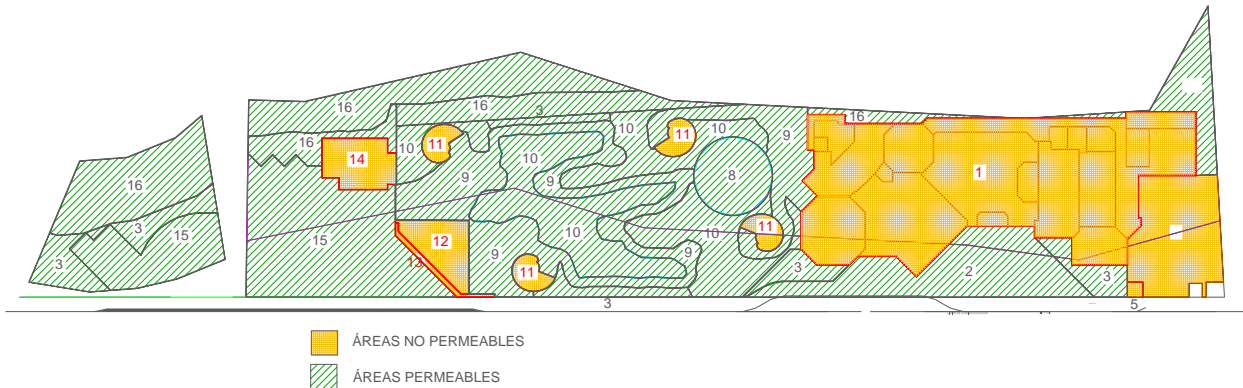
Además de la realización de las acciones antes señaladas, el Estado ejercerá las atribuciones y funciones que le corresponden o que le sean conferidas en la materia por la Federación, de acuerdo con lo dispuesto en el Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones legales aplicables. Los Municipios a su vez, ejercerán las atribuciones y funciones que les confieran las disposiciones legales y las que les sean transferidas por el Estado.

En concordancia con los artículos anteriores, y sabiendo de la fragilidad e importancia ecológica de la flora y fauna de los ecosistemas en que se encuentra inserto el proyecto **Parque Maya de Cancún**, se contemplan varias acciones para la conservación y protección de las poblaciones de flora y fauna que se registran dentro de la poligonal del predio y sus inmediaciones. Todas estas acciones y medidas para la conservación y protección de las poblaciones de flora y fauna que se registran dentro de la poligonal del predio y sus inmediaciones, se presenta en el Capítulo VI del presente Manifiesto de Impacto Ambiental.

El artículo 132, indica que “Para la recarga de los mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior, en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados, deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo”.

SUPERFICIES PERMEABLES DEL PROYECTO	
ÁREA NO PERMEABLE	ÁREA PERMEABLE
1,396.83 M <sup>2</sup>	3,686.70 M <sup>2</sup>
27%	73%



Plano que muestra las superficies permeables e impermeables del Parque Maya de Cancún. Como se aprecia, se cuenta con un 73 % de superficie total permeable, por lo que cumple con el artículo 132 de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, que requiere el 40 % o más.

El artículo 136 indica que “los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen en el suelo o se infiltren al subsuelo, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

- I. La contaminación del suelo y subsuelo;
- II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
- III. Las alteraciones en el suelo y subsuelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación; y
- IV. Riesgos y problemas de la salud.”

Como ya se mencionó anteriormente, a lo largo de todos los procesos de operación y mantenimiento de las instalaciones del parque, no se acumulan o disponen residuos de ninguna naturaleza en el suelo natural, ya que se cuenta con instalaciones apropiadas para el confinamiento temporal de cada uno de los distintos tipos de residuos que se produzcan, contando con los mecanismos adecuados para su disposición final.

La disposición final de los desechos sólidos es realizada por el servicio de recoja de basura proporcionado por los servicios públicos municipales, mientras que los residuos de manejo especial son entregados a empresas especializadas en su manejo y disposición final.

Por último, el Artículo 161 indica que: “quedan prohibidas las emisiones contaminantes ocasionadas por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas. La Secretaría y los Municipios adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.”

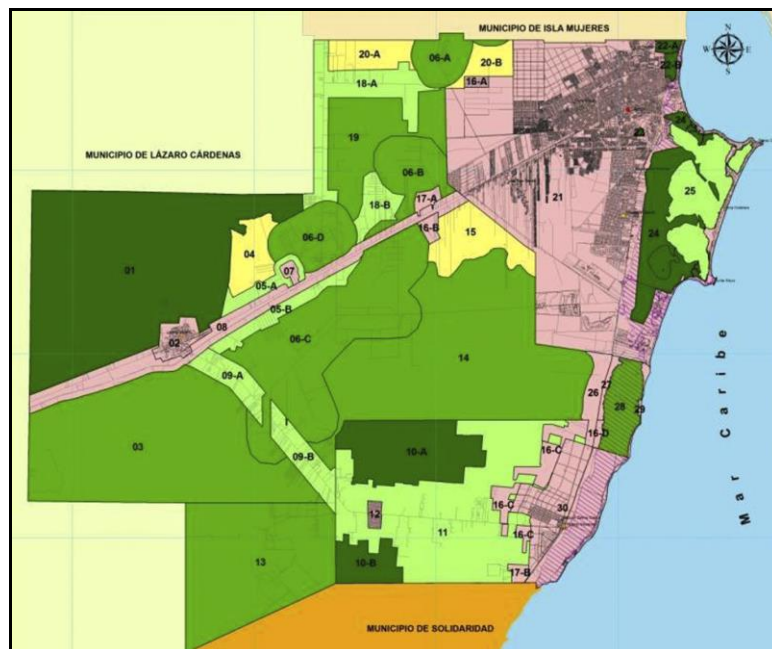
En este sentido, todo el equipo y maquinarias en la operación del parque, cuentan con sistemas de filtros, amortiguamiento y confinación, de manera que ningún tipo de emisiones rebasa los parámetros indicados por la normatividad ambiental vigente.

## 9 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define al Ordenamiento Ecológico del Territorio como 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 de los recursos naturales.

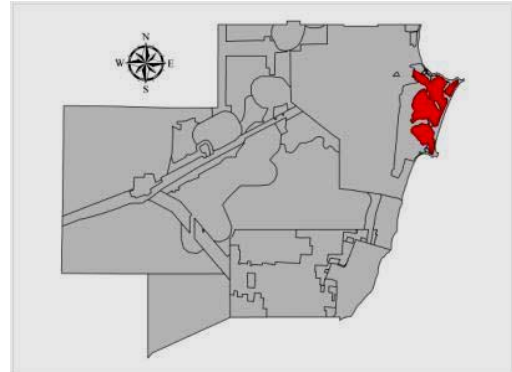
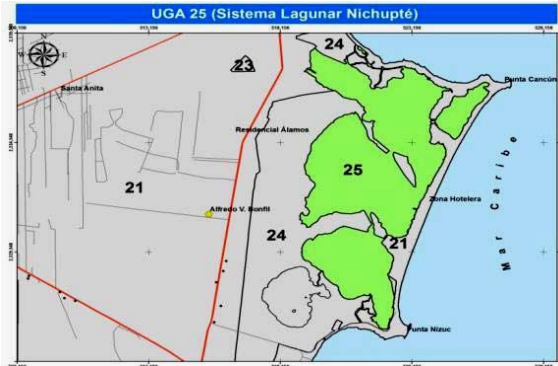
Así, el Decreto para el Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México; fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 20 de julio del año 2005, Tomo II, No. 48, Extraordinario Bis, Séptima Época (transitorios Tercero y Cuarto), y el Acta de la Septuagésima Sexta Sesión Ordinaria del H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 21 de julio del año 2005, Tomo II, No. 49, Extraordinario, Séptima Época.

En mayo del 2011 se inició el proceso de Actualización (Modificación, como término legal) con la instauración del Comité Ejecutivo, en donde se presentaron y aprobaron los “términos de referencia” para este proceso de modificación; además se ratificó el Convenio de Coordinación con los tres órdenes de gobierno y se actualizó el reglamento interno del Comité que presidiría la actualización del mismo. Esta actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez se publicó el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo, Tomo I, Número 19 extraordinario, Octava época.



Plano del Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (2014), resultante de la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

UGA 25 – SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ



Superficie:  
4,042.58 ha

Política Ambiental:  
Conservación

**Criterios de Delimitación:**

Esta UGA se delimitó considerando el espejo (cuerpo) de agua del Sistema Lagunar Nichupté y su Zona Federal, excluyendo la laguna de Río Ingles, dado que dicha laguna se encuentra considerada dentro del ANP Manglares de Nichupté.

**Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:**

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
CA	Cuerpo de Agua	4,017.69	99.38
Ma	Manglar	24.45	0.60
ZU	Zona Urbana	0.41	0.01
GR	Mangle Chaparro y gramínoideas	0.03	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>4,042.58</b>	<b>100.00</b>

**% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:**

0.61 %

**Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:**

0.61 %

**Problemática General:**

Contaminación del acuífero por descargas clandestinas de aguas residuales y drenaje pluvial con aporte de contaminantes; Presión de los recursos naturales por modificación de ecosistemas de UGA colindantes y afectaciones indirectas en el ecosistema derivadas de eventos climáticos.

**Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):**

Aunque por ser cuerpo lagunar no presenta población ni redes viales, esta zona representa un importante componente de la economía local, ya que la gran mayoría de las embarcaciones particulares y de marinas turísticas realizan recorridos por este cuerpo lagunar. Además existen una gran cantidad de hoteles, restaurantes y/o marinas, además de casas y muelles particulares, que colindan con la laguna y hacen algún tipo de aprovechamiento; desde el paisaje hasta los recorridos lagunares y hasta la construcción sobre el cuerpo de agua, utilizando pilotes.

**Recursos y Procesos Prioritarios:**

Cuerpo de agua, Biodiversidad y Paisaje

**Regulaciones:**

Se remite a la competencia federal por mandato constitucional (Art. 27) y por mandato legal (Ley de Aguas Nacionales), así como también se reconoce el polígono y superficie de esta UGA como parte del territorio municipal de Benito Juárez, Quintana Roo, de conformidad con la Constitución Local (Art. 128)

Es en este ordenamiento en el que se basan las autoridades para regular el desarrollo del municipio Benito Juárez. Es en este ordenamiento en el que se explica que en la búsqueda de congruencia entre la legislación vigente con el propio ordenamiento, **se extrae como área de Ordenamiento tanto la Zona Federal Marítimo Terrestre como el Sistema Lagunar Nichupté, señalando la concurrencia de facultades en materia ambiental al especificar que el cuerpo de agua es competencia de la Federación dentro del propio ámbito de aplicación del POEL de Benito Juárez.**

Debido a que el Proyecto **Parque Maya de Cancún** se pretende desarrollar sobre terrenos ganados a la laguna y en zona federal, lo anterior es de extrema relevancia para el análisis del proyecto Parque Maya, ya que el sembrado de las instalaciones se realizará en terrenos federales y ganados a la laguna, así como en una porción del Sistema Lagunar Nichupté. Por lo tanto, al proyecto no se le vinculará con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014-2030.

Por otro lado, a la porción lagunar del proyecto, le aplica la UGA 25 **“SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ”** del POEL, que en sus regulaciones indica que se remite a la competencia federal por mandato constitucional (Art. 27) y por mandato legal (Ley de Aguas Nacionales), así como también se reconoce el polígono y superficie de esta UGA como parte del territorio municipal de Benito Juárez, Quintana Roo, de conformidad con la Constitución Local (Art. 128)

Sin embargo, debido a que los Criterios Generales del POEL se deberán vincular con cualquier proyecto que se localice dentro de la geografía municipal, a continuación se presentan los 39 *Criterios Ecológicos de Aplicación General*, que son de observancia en todo el territorio de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad. En cada Criterio se explica el cumplimiento del mismo con respecto a la vinculación con el proyecto analizado:

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
G001	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
	Las plantas nativas que se utilizarán en la sección Selva Maya tiene como una de sus cualidades la natural resistencia a las plagas y enfermedades, por lo que no se requerirá del uso de fertilizantes o plaguicidas. Aun así, si llegase a presentarse el caso de que sea requerido el uso de éstos, se utilizarán únicamente los productos publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
G002	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
	El proyecto Parque Maya de Cancún no pretende utilizar agroquímicos de ningún tipo de forma intensiva en ninguna fase de su construcción, operación o mantenimiento.
G003	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.
	Debido a las pequeñas dimensiones de la superficie a desarrollar, no queda alguna zona dentro del proyecto que se pueda reforestar y que no haya sido ya considerada, como es el caso del Selva Maya donde se reforestará con especies nativas. Por otro lado el manglar de borde que colinda con la superficie del predio se encuentra en buenas condiciones y bien desarrollado, por lo que no resulta viable su reforestación. Por lo anterior, no se cuenta dentro de la superficie del predio con un área sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento.
G004	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.
	El proyecto está diseñado para contar con un sistema de drenaje sanitario independiente del drenaje pluvial. En época de lluvias, todo el volumen de aguas pluviales captado dentro del parque será filtrado con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, así como filtración arenosa, para por último ser canalizado hacia la laguna. Este sistema captará de forma exclusiva el agua pluvial de áreas comunes, azoteas y áreas de estacionamiento. En cuanto al drenaje sanitario se cuenta con un sistema de drenaje independiente para dirigir las aguas residuales hacia la planta de tratamiento de aguas residuales.
G005	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.
	La superficie total de los tres predios es de 5,083.57 m <sup>2</sup> , de los cuales 3,686.70 m <sup>2</sup> serán superficies permeables y 1,396.83 m <sup>2</sup> impermeables, por lo que el 73 % del suelo del proyecto permanecerá permeable, cumpliendo así lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO.
G006	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" 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.
	La totalidad del proyecto se ubicará sobre áreas previamente impactadas, en donde se reforestará



PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
	una superficie de 684.38 m <sup>2</sup> que actualmente se encuentra totalmente desmontada y rellenada con sascab. La zona de reforestación colindará con una zona de manglar de borde, que forma parte de un continuo hacia el sur de la laguna Nichupté.
G007	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.
	No se pretende la construcción de ninguna infraestructura que interrumpa la conectividad ecosistémica.
G008	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.
	El manglar de borde existente se considera como área de conservación en el proyecto Parque Maya de Cancún
G009	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.
	Dado que el proyecto se ubica en una zona donde el POEL del Municipio Benito Juárez no aplica regulaciones, los predios no tienen porcentaje de aprovechamiento o desmonte asignado. Adicionalmente el perímetro del proyecto no será bardeado ni cercado excepto durante las labores de construcción.
G010	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para las actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.
	No se considera la construcción de caminos de acceso.
G011	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.
	Los predios donde se desarrollará el proyecto Parque Maya de Cancún no tienen porcentaje de desmonte asignado, ya que no están regidos por el POEL del Municipio Benito Juárez.
G012	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.
	El proyecto Parque Maya de Cancún solo tendrá un uso turístico. Así mismo, los predios donde se

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
	desarrollará el proyecto no tienen uso de suelo ni porcentaje de desmonte asignado, ya que no están regidos por el POEL del Municipio Benito Juárez.
G013	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.
	Se rescatarán todas las plantas que sean factibles de ello del predio sur, resembrándolas en la zona de Selva Maya o áreas de jardinería. La muy escasa fauna que circule por el terreno, como es el caso de las iguanas grises, será ahuyentada durante la construcción del proyecto.
G014	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.
	El sitio del proyecto no cuenta con superficie máxima de aprovechamiento, ni con unidad de gestión ambiental ya que no está regido por el POEL del Municipio Benito Juárez.
G015	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.
	Se eliminarán los ejemplares de pino de mar ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ) presentes en el predio.
G016	La introducción y manejo de palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.
	No se considera la introducción de palmas de coco de ninguna especie.
G017	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA.</li> <li>2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua,</li> <li>3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</li> <li>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</li> <li>5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</li> </ol>
	El proyecto No considera la introducción o manejo de especies de fauna de ningún tipo.
G018	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
	artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.
	No se considera la acuicultura en el proyecto Parque Maya de Cancún.
G019	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.
	No existen caminos abiertos que deban ser controlados.
G020	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.
	Dentro de la superficie del terreno para el proyecto, ni en sus inmediaciones, no se registran este tipo de estructuras cársticas. Por otro lado, la estructura arbórea y el estrato arbóreo del manglar de borde colindante con el sitio del proyecto se mantendrán intactos.
G021	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.
	No existen vestigios arqueológicos en el área del proyecto.
G022	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.
	Por la naturaleza y localización del proyecto Parque Maya de Cancún, no se invadirá ningún derecho de vía de tendidos de energía eléctrica.
G023	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.
	Se cumplirá con este criterio.
G024	Los taludes de los caminos y carretera deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.
	No se construirán caminos o carreteras.
G025	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.
	El estudio geohidrológico anexo demuestra que los pilotes que se instalarán como cimentación del proyecto no causarán interrupción hidrodinámica de los flujos subterráneos.

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
G026	<p>De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</p> <p>A. Contar con al menos letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</p> <p>C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>
	<p>No se considera la construcción de un campamento para los trabajadores pues ellos serán residentes de la ciudad de Cancún, y se transportarán diariamente desde y hacia sus hogares, por lo que no se considera un área de pernocta ni de elaboración de alimentos. Para los servicios sanitarios, se contará con letrinas portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores.</p>
G027	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.</p>
	<p>Junto a la subestación eléctrica, en la parte norte del predio, se construirá un cuarto de basura, donde se almacenarán los desechos comunes de la operación diaria. Los residuos sólidos que se generarán serán contenidos en tambos de plástico impermeables de 200 litros. Cada bote tendrá una bolsa plástica de polietileno resistente.</p>
G028	<p>La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.</p>
	<p>Los residuos de obra se dispondrán donde la autoridad municipal lo designe.</p>
G029	<p>La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.</p>
	<p>Los residuos sólidos serán entregados al sistema de colecta municipal que los dispondrá en el lugar designado para ello.</p>
G030	<p>Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.</p>
	<p>No se considera la producción de desechos biológico infecciosos.</p>

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
G031	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.
	El proyecto no es un sitio de disposición final de RSU.
G032	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.
	La basura generada será entregada a los camiones recolectores. Por lo anterior, no se contempla la quema de basura, su entierro o disposición a cielo abierto.
G033	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.
	Junto a la subestación eléctrica, en la parte norte del predio, se construirá un cuarto de basura, donde se almacenarán los desechos comunes de la operación diaria. Los residuos sólidos que se generarán serán contenidos en tambos de plástico impermeables de 200 litros. Cada bote tendrá una bolsa plástica de polietileno resistente. El proyecto considera un área de servicios con un estacionamiento temporal para camiones, incluidos los de colecta municipal de basura.
G034	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.
	Todos los materiales a utilizar provendrán de sitios autorizados.
G035	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.
	En el sitio del proyecto no existen ríos subterráneos.
G036	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.
	No se consideran actividades agrícolas, pecuarias ni forestales. La reforestación de la sección Selva Maya se realizará con tierra negra sin fertilizantes ni adquirida a un proveedor autorizado.
G037	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del

PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO BENITO JUÁREZ

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL
	mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.
	Cualquier material proveniente de las actividades de rescate de plantas que sea susceptible de uso, será reutilizado en la reforestación de la sección Selva Maya y jardinería.
G038	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.
	El proyecto no considera la construcción de habitaciones turísticas de ningún tipo, ni se desplanta sobre una superficie con densidades asignadas.
G039	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.
	El sitio del proyecto no cuenta con porcentaje de desmonte asignado, ni con unidad de gestión ambiental ya que no está regido por el POEL del Municipio Benito Juárez, por tratarse de zonas federales. A su vez, el proyecto no considera un cambio de uso de suelo.

## 10 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012. Se trata de un 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.



Conformación del Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico que conforma el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. El polígono rojo circunscribe el área marina y las superficies de los municipios costeros incluidos en el ordenamiento.

De acuerdo con este programa, el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente:

**Área Marina**, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe y también 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina; y:

**Área Regional**, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera pertenecientes a seis entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).

En esta área se incluyen tres Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 Áreas Naturales Protegidas Estatales.

El Golfo de México esta bordeado al oeste, sur y sureste por 6 Estados de México, al norte y noroeste por 5 de los Estados Unidos de Norteamérica y al este por la isla de Cuba. Tiene una extensión litoral aproximada de 5,400 kilómetros, desde la Florida hasta la extremidad de la península de Yucatán y cubre una superficie de agua de 1, 507,639 km<sup>2</sup>, con una profundidad promedio de 1,615 m y un volumen de agua de 2, 434,000 km<sup>3</sup>, aproximadamente.

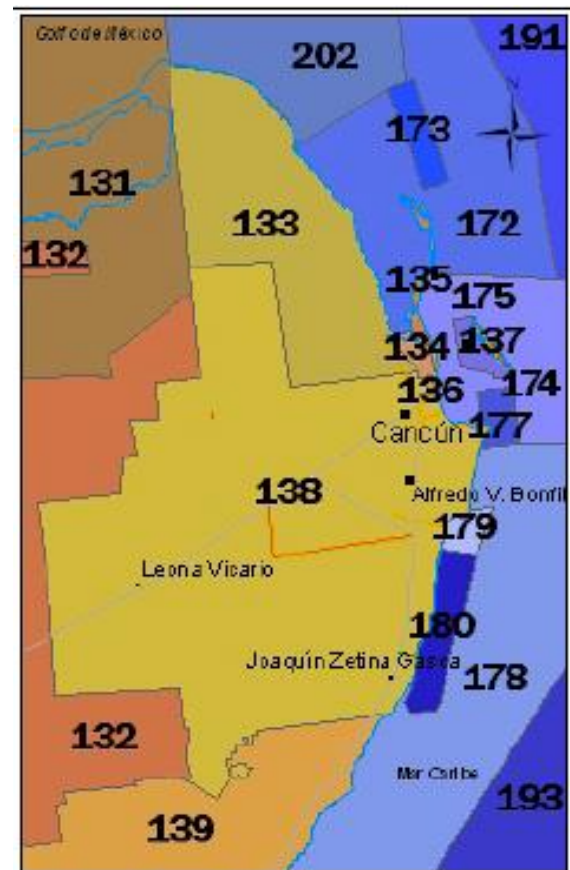
El Golfo de México es calificado como el noveno cuerpo de agua más grande del mundo, considerado como un mar semicerrado parcialmente conectado con el Océano Atlántico a través del estrecho de Florida y con el Mar Caribe a través del canal de Yucatán.

Por su parte el Mar Caribe es considerado igualmente un mar semicerrado con una extensión de 2, 515,900 km<sup>2</sup> y es el segundo mar más grande del mundo. Esta bordeado por más de 38 países, entre ellos los países de América Central, Cuba, Puerto Rico, Jamaica, las Islas Caimán y Venezuela.

Dentro de sus principales rasgos marinos está el Sistema Arrecifal Mesoamericano, segundo en extensión a nivel mundial. En conjunto, toda el Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico tiene una extensión de 995,486.2 km<sup>2</sup>, correspondientes a 168,462.4 km<sup>2</sup> del componente Regional y 827,023.8 km<sup>2</sup> del componente Marino.

De acuerdo con este Programa de Ordenamiento, la zona federal donde se asienta el proyecto, se localiza en la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 138**, denominada "**Benito Juárez**" que corresponde a la superficie terrestre que comprende la extensión total del Municipio Benito Juárez.

Para esta UGA 138 de 225,770.386 Ha, aplican los criterios de la zona costera inmediata Mar caribe, además de las acciones específicas indicadas en la tabla que se presenta más adelante, así como las Acciones Generales descritas en el Anexo 4.



Localización de la UGA 138, correspondiente a la porción que abarca la totalidad de la geografía municipal de Benito Juárez, donde se asienta la ciudad de Cancún.



### ACCIONES ESPECÍFICAS DE APLICACIÓN A LA UGA 138

ACCIÓN	APLICACIÓN	ACCIÓN	APLICACIÓN	ACCIÓN	APLICACIÓN	ACCIÓN	APLICACIÓN
A-001	NA	A-027	<b>APLICA</b>	A-053	<b>APLICA</b>	A-079	NA
A-002	NA	A-028	<b>APLICA</b>	A-054	<b>APLICA</b>	A-080	NA
A-003	NA	A-029	<b>APLICA</b>	A-055	<b>APLICA</b>	A-081	NA
A-004	NA	A-030	<b>APLICA</b>	A-056	NA	A-082	NA
A-005	<b>APLICA</b>	A-031	<b>APLICA</b>	A-057	<b>APLICA</b>	A-083	NA
A-006	<b>APLICA</b>	A-032	<b>APLICA</b>	A-058	<b>APLICA</b>	A-084	NA
A-007	<b>APLICA</b>	A-033	<b>APLICA</b>	A-059	<b>APLICA</b>	A-085	NA
A-008	<b>APLICA</b>	A-034	NA	A-060	<b>APLICA</b>	A-086	NA
A-009	<b>APLICA</b>	A-035	NA	A-061	<b>APLICA</b>	A-087	NA
A-010	<b>APLICA</b>	A-036	NA	A-062	<b>APLICA</b>	A-088	NA
A-011	<b>APLICA</b>	A-037	<b>APLICA</b>	A-063	<b>APLICA</b>	A-089	NA
A-012	<b>APLICA</b>	A-038	<b>APLICA</b>	A-064	<b>APLICA</b>	A-090	NA
A-013	<b>APLICA</b>	A-039	NA	A-065	<b>APLICA</b>	A-091	NA
A-014	<b>APLICA</b>	A-040	<b>APLICA</b>	A-066	<b>APLICA</b>	A-092	NA
A-015	<b>APLICA</b>	A-041	NA	A-067	<b>APLICA</b>	A-093	NA
A-016	<b>APLICA</b>	A-042	NA	A-068	<b>APLICA</b>	A-094	NA
A-017	<b>APLICA</b>	A-043	NA	A-069	<b>APLICA</b>	A-095	NA
A-018	<b>APLICA</b>	A-044	<b>APLICA</b>	A-070	<b>APLICA</b>	A-096	NA
A-019	<b>APLICA</b>	A-045	NA	A-071	<b>APLICA</b>	A-097	NA
A-020	NA	A-046	<b>APLICA</b>	A-072	<b>APLICA</b>	A-098	NA
A-021	<b>APLICA</b>	A-047	NA	A-073	<b>APLICA</b>	A-099	NA
A-022	<b>APLICA</b>	A-048	<b>APLICA</b>	A-074	<b>APLICA</b>	A-100	NA
A-023	<b>APLICA</b>	A-049	<b>APLICA</b>	A-075	NA		
A-024	<b>APLICA</b>	A-050	<b>APLICA</b>	A-076	NA		
A-025	<b>APLICA</b>	A-051	<b>APLICA</b>	A-077	NA		
A-026	<b>APLICA</b>	A-052	<b>APLICA</b>	A-078	NA		

A continuación se describen las Acciones Generales y las Específicas que aplican a la UGA 138, así como su vinculación con el proyecto que se propone:

#### ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.
	La generación del proyecto para el Parque Maya de Cancún, ha incluido desde sus primeros diseños, sistemas que implican tecnologías modernas amigables con el medio ambiente. Durante todas las etapas (preparación, construcción y operación, el agua se abastecerá a través de la red de agua potable municipal a cargo de Aguakán. Para promover dentro del Parque el ahorro de

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	<p>agua, durante la etapa de operación el proyecto contempla la instalación de un sistema de captación de aguas pluviales de las azoteas y la proveniente del Boulevard Kukulcán, misma que será almacenada en un tinaco y que se utilizará en el riego de los jardines verticales de los letreros que incluye el diseño.</p> <p>Se contempla además la instalación de 8 tanques de 5,000 litros de agua que será proporcionada por la red municipal.</p> <p>También se utilizarán sistemas de ahorro de agua en la cisterna del inodoro, sistemas de reducción de caudal de agua en la grifería de los aparatos sanitarios de lavabos y fregaderos, implementación de grifería monomando que incorpora sistemas de ahorro de consumo de agua y la utilización de grifería termostática, que permite seleccionar la temperatura adecuada de consumo sin necesidad de manipular la grifería. Esta política se compone de las siguientes estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategias para reducir el consumo</li> <li>• Estrategia para la Reducción de pérdidas</li> <li>• Estrategia para el reciclamiento del agua</li> <li>• Infraestructura para el uso de aguas pluviales para riego de áreas y muros verdes</li> <li>• Recomendaciones prácticas para el ahorro del agua a los empleados y huéspedes.</li> </ul>
G002	<p>Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.</p>
	<p>Esta actividad de promoción corresponde a las cámaras, asociaciones civiles y autoridades de los tres niveles de gobierno. Sin embargo la empresa propietaria del parque se unirá a este tipo de iniciativas.</p>
G003	<p>Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.</p>
	<p>Por su naturaleza, este proyecto no está dirigido al comercio de especies extraídas de sus ambientes naturales, por lo que no aplica el presente criterio.</p>
G004	<p>Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo ( NOM-059-SEMARNAT-2010).</p>
	<p>Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que la instrumentación de este tipo de campañas corresponde a las autoridades ambientales de los tres niveles de gobierno. Sin embargo la empresa apoya este tipo de campañas.</p>
G005	<p>Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.</p>
	<p>Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que la instrumentación de este tipo de campañas corresponde a las autoridades ambientales de los tres niveles de gobierno. Sin embargo</p>

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	la empresa apoya este tipo de iniciativas.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.
	El proyecto Parque Maya de Cancún, cuenta en su diseño con sistemas que implican tecnologías modernas amigables con el medio ambiente. Un ejemplo de ello es la instalación de infraestructura a base de paneles solares. Esto significa que con el paso del tiempo, el ahorro de energía eléctrica producida a base de combustibles fósiles se reducirá significativamente, coadyuvando a la reducción de emisiones de gases invernadero a la atmósfera.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.
	Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que la instrumentación de este tipo de campañas corresponde a las autoridades ambientales federales. Sin embargo la empresa apoya este tipo de iniciativas.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.
	Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que el análisis de impacto ambiental sobre la construcción y operación del parque no contempla el uso de este tipo de organismos.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.
	Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que la instrumentación de este tipo de infraestructura ya ha sido realizada en el pasado y no se requiere de nuevas obras que pudieran representar una fragmentación del hábitat de la flora o fauna de la región.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene relación con áreas agropecuarias. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
	Como se ha descrito en capítulos anteriores, el proyecto Parque Maya de Cancún ha sido diseñado de manera tal que el horizonte natural permanezca inalterado, gracias a que se mantendrán en su estado original los ecosistemas aledaños, permitiendo el escurrimiento e infiltración del agua en la zona, así como regulando todas las actividades recreativas, de manera que no se generen impactos a los ecosistemas de la zona.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	Este criterio no aplica al presente análisis de vinculación, toda vez que la instrumentación de este tipo de decisiones corresponde a las autoridades del Municipio de Benito Juárez. Sin embargo es importante mencionar que el Programa de Desarrollo Urbano vigente para el territorio municipal presenta una distribución bien analizada de los diferentes usos de suelo, en los que las actividades industriales se encuentran lejos de los ecosistemas frágiles o vulnerables.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.
	No se tiene considerada la introducción de especies de plantas exóticas en la zona del proyecto. En los estudios realizados dentro de los límites del terreno, no se ha registrado la presencia de ninguna especie exótica considerada como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan ríos, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan ríos, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan montañas, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan montañas, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan ríos, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	frente a cambio climático en los asentamientos humanos.
	Por sus alcances, la aplicación de este Criterio corresponde a las autoridades del municipio de Benito Juárez. Por lo anterior, este criterio ecológico no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan ríos, por lo que este criterio no aplica al presente análisis.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no realizará actividades extractivas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no realiza actividades productivas intensivas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.
	Dentro de sus programas de mantenimiento y operación, el Parque Maya de Cancún, realizará un programa de control de plagas por empresas especializadas en el tema. Por otro lado, las campañas de gran alcance en esta materia corresponden a la SAGARPA y algunas dependencias estatales.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.
	En este sentido, el Parque Maya de Cancún ha planteado tres actividades destinadas a reforestar. La primera de ellas está dirigida a la zona del parque denominada Selva Maya, utilizando especies de plantas nativas, la cual ya ha sido descrita en el Capítulo II. En segundo lugar, se pretende realizar una reforestación para enriquecimiento de una superficie de aproximadamente 500 m <sup>2</sup> , en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto Parque maya de Cancún, para favorecer su recuperación natural. Estos trabajos se realizarán con materiales vegetativos obtenidos del propio manglar de la zona.
	La tercera actividad de reforestación es la que se encuentra relacionada con la NOM-022-SEMARNAT -2003, así como con el Acuerdo mediante el cual adiciona la especificación 4.43, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 2004. Esta Especificación 4.43 indica que <i>“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”</i> .

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	<p>Debido a que las obras planteadas para el desarrollo del Parque Maya de Cancún, se encuentran a menos de 100 m del mangle de borde que se desarrolla en la zona, como medida de compensación en beneficio de los humedales, Parque Maya tiene la intención de incorporarse a las actividades de rehabilitación y reforestación de mangle que actualmente está realizando Asociación Civil “Flora, Fauna y Cultura de México”, con quien tiene firmado el ANP Manglares de Nichupté un Convenio Marco de colaboración en estas materias. En ese sentido, se ha propuesto a la Dirección del ANP Manglares de Nichupté sumarse las actividades de rehabilitación de manglar con la participación de Flora, Fauna y Cultura de México para la rehabilitación de una superficie aproximada de 1,000 m<sup>2</sup> de mangle en el polígono 8 del “Área Natural Protegida conocida como Manglares de Nichupté”, localizada en el Municipio de Benito Juárez.</p> <p>En avance para la realización de estos programas, ya se están realizando actividades de reproducción vegetativa del mangle en la zona aledaña al predio del proyecto.</p>
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
	Aunque por su naturaleza, el presente proyecto no está dirigido a la producción directa de plantas, en su desarrollo se incluyen plantas nativas de la Península de Yucatán, para aprovechar su natural resistencia a la salinidad, características del suelo y el poco mantenimiento que requieren estas plantas nativas.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
	En la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, no se presentan montañas o elevaciones significativas del terreno, por lo que no existen gradientes altitudinales. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.
	La empresa que desarrollará y operará el Parque Maya de Cancún ha incluido en su diseño tecnologías modernas amigables con el medio ambiente. Un ejemplo de ello es la instalación de infraestructura a base de paneles solares para generar energía eléctrica limpia, con lo cual se promueve el uso de alternativas ecológicas a los combustibles fósiles.
G028	Promover el uso de energías renovables.
	El uso de paneles solares para generar energía eléctrica limpia al Parque Maya de Cancún, es un ejemplo del uso de energías renovables que está considerado en el proyecto.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.
	Además de las medidas para generar energía eléctrica limpia, el Parque Maya de Cancún ha incluido equipos en la red eléctrica y las instalaciones en general, con el objeto de reducir los consumos de

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	energía eléctrica y de esta forma coadyuvar a la disminución de los gases invernadero y del cambio climático. Las acciones a realizar para el ahorro de electricidad son las siguientes: Usa focos de bajo consumo que ahorran hasta un 75% de energía. Diseño de las diferentes áreas para utilizar lo más posible la luz natural. Sistemas de aires acondicionados nuevos, muy eficientes en el gasto de energía.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
	Este criterio se cumple en el mismo sentido del anterior, en cuanto a la red eléctrica del proyecto, tanto en la cocina como en el resto de las áreas, incluyendo los servicios sanitarios.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.
	La promoción de prácticas de sustitución de combustibles es competencia de las dependencias de gobierno en la materia. Por lo anterior, este criterio ecológico no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
	Por sus alcances, la aplicación de este Criterio corresponde a las autoridades del municipio de Benito Juárez. Por lo anterior, este criterio ecológico no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.
	Por sus alcances, la aplicación de este Criterio corresponde a los institutos de investigación y las dependencias de gobierno en la materia. Por lo anterior, este criterio ecológico no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimáticos, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.
	Dentro de sus instalaciones el Parque Maya de Cancún, ha incluido equipos que favorecen la reducción del consumo de energía mediante el uso de tecnologías limpias y con equipos nuevos y tecnologías modernas.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.
	En el Parque Maya de Cancún, se promueven instalaciones y sistemas que permitan optimizar el uso de energéticos y combustibles.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	Por no incluir instalaciones industriales el Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
	Por la naturaleza del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.



ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.
	Por la naturaleza del proyecto Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.
	Debido a la localización del Parque Maya de Cancún, que lo coloca en una zona de alto riesgo de huracanes, es importante contar con un programa anual de educación y toma de conciencia de estos riesgos, de manera que tanto el personal como los visitantes, sepan cómo actuar en caso de la aproximación de uno de estos fenómenos atmosféricos. Para hacer frente a este tipo de contingencias, el Parque cuenta con protocolos bien definidos para que el personal sepa cómo actuar de acuerdo con las autoridades de protección Civil en caso de la aproximación de un huracán. Este protocolo incluye la suspensión de actividades recreativas y el aseguramiento de las instalaciones a partir de la emisión de la segunda alerta por parte de las autoridades municipales. Se cuenta con un Programa para el Manejo de Contingencias Municipal, que permite verificar las acciones que se deban realizar durante las diferentes etapas del fenómeno meteorológico: Sistema de avisos y alertas; Acciones antes del huracán; Primera alerta; Segunda alerta (menos de 24 horas); Evacuación del Parque; Tercera alerta; Durante el huracán; Después del huracán; Precauciones al regresar al Parque y Limpieza y reinicio de operaciones.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.
	El municipio de Benito Juárez cuenta con una Dirección de Protección Civil altamente calificada y con experiencia, así como con un reglamento en materia de protección civil orientado fundamentalmente: - A la actualización de las disposiciones relativas a la ampliación de la cobertura de prevención y de

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
	<p>fortalecimiento de las estructuras interinstitucionales responsables de minimizar los riesgos en consideración a las diversas reformas que se han venido dando en los ámbitos federal y estatal;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al encuadramiento jurídico de la responsabilidad del gobierno municipal de generar los programas necesarios para la prevención en situaciones de normalidad y el auxilio a la población en los casos de emergencias, con la participación voluntaria de las organizaciones de la sociedad civil; y,</li> <li>- A la promoción de una cultura de saber qué hacer, cómo hacer y tener con qué actuar ante una contingencia de cualquier orden, ya sea natural, fortuita o provocada;</li> </ul>
G050	<p>Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.</p> <p>Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
G051	<p>Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.</p> <p>Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
G052	<p>Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).</p> <p>Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
G053	<p>Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.</p> <p>Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
G054	<p>Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.</p> <p>Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
G055	<p>La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.</p> <p>Debido a que la propuesta del proyecto Parque Maya de Cancún se plantea construir sobre terrenos federales, no se requiere del cambio de uso de suelo, y como, adicionalmente, no se requiere la eliminación de vegetación nativa, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.
	Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
	Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPALFEST que resulten aplicables.
	Por la naturaleza de la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no se requiere del uso de sustancias peligrosas ni se espera la generación de residuos peligrosos. Por lo tanto este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
	Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.
	<p>Toda la porción lagunar del proyecto, fue proyectada siguiendo las condiciones del bentos, de manera que las dos torres que habrán de ser hincadas sobre la laguna se localizan en blanquizales, es decir, porciones del bentos sin cobertura vegetal, donde se han acumulado sedimentos limo arcillosos, sin afectar ninguna comunidad animal o vegetal.</p> 

ANEXO 4. TABLA DE ACCIONES GENERALES

CLAVE	ACCIONES GENERALES
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.
	Por la naturaleza de la construcción de la infraestructura del Parque Maya de Cancún, este criterio se cumple totalmente al utilizar en su desarrollo materiales en los que predomina la madera, con un mínimo impacto al sistema lagunar.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
	Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
	Por la naturaleza de la operación del Parque Maya de Cancún, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.
	Debido a que para la construcción del Parque Maya de Cancún, no se requiere de la construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.
	Debido a que el del Parque Maya de Cancún, no se requiere de la realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.
	Aunque este criterio se refiere a entidades y operadores de la distribución del agua, en el Parque Maya de Cancún se instalarán redes de agua potable nuevas para abastecer la cocina, el comedor para empleados, cuarto de limpieza y servicios sanitarios. Por tratarse de una red nueva y que además está dotada de equipos ahorradores, no se esperan desperdicios por fugas de la misma. Por otro lado, si se llegara a presentar algún tipo de fuga, ésta sería rápidamente detectada, debido a que solo se alimentan las cuatro áreas mencionadas arriba, lo que facilitaría su oportuna detección.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.
	Debido a las reducidas dimensiones del proyecto y las pocas áreas impermeables que lo conforman, no es viable la instalación de un sistema de captación de lluvia, por lo que ésta se canalizará a través de un sistema con filtros, hacia la laguna.
A-007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.
	En la región en la que se asienta el Parque Maya de Cancún, ya existe un área Natural Protegida, denominada " <i>Área de protección de flora y fauna, la región conocida como Manglares de Nichupté, localizada en el Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo</i> ", en la que se realizan actividades de restauración.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.
	Por la localización del Parque Maya de Cancún en la margen lagunar, el proyecto no se desplanta ni realizará ningún tipo de actividades en las playas de anidación de las tortugas marinas. Por lo tanto este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.
	Por su localización y operación, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas. Por lo

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.
	Esta responsabilidad de e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria, corresponde a las autoridades federales y estatales. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.
	Por su localización y naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el establecimiento de las medidas para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.
	Debido a que las obras planteadas para el desarrollo del Parque Maya de Cancún, se encuentran a menos de 100 m del mangle de borde que se desarrolla en la zona, como medida de compensación en beneficio de los humedales, Parque Maya tiene la intención de incorporarse a las actividades de rehabilitación y reforestación de mangle que actualmente está realizando Asociación Civil "Flora, Fauna y Cultura de México", con quien tiene firmado el ANP Manglares de Nichupté un Convenio Marco de colaboración en estas materias. En ese sentido, se ha propuesto a la Dirección del ANP Manglares de Nichupté sumarse las actividades de rehabilitación de manglar con la participación de Flora, Fauna y Cultura de México para la rehabilitación de una superficie aproximada de 1,000 m2 de mangle en el polígono 8 del "Área Natural Protegida conocida como Manglares de Nichupté", localizada en el Municipio de Benito Juárez. En avance para la realización de estos programas, ya se están realizando actividades de reproducción vegetativa del mangle en la zona aledaña al predio del proyecto. Adicionalmente, se propone una reforestación para enriquecimiento de una superficie de

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	aproximadamente 500 m <sup>2</sup> , en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto Parque maya de Cancún, para favorecer su recuperación natural. Estos trabajos se realizarán con materiales vegetativos obtenidos del propio manglar de la zona.
A-015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.
	Por su localización y naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el establecimiento de corredores biológicos para conectar las ANP existentes. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.
	El Parque Maya de Cancún, incluye en su desarrollo trabajos de restauración, reforestación y recuperación de manglares (zonas degradadas), mediante tres programas de reforestación: El primero consiste en reforestar con mangle una superficie de 1,000 m <sup>2</sup> de mangle en el polígono 8 del "Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté", localizada en el Municipio de Benito Juárez. El segundo consiste en una reforestación de enriquecimiento para una superficie de aproximadamente 500 m <sup>2</sup> , en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto Parque maya de Cancún, para favorecer su recuperación natural. En tercer lugar, en el área del proyecto denominada Selva Maya, se realizarán trabajos de reforestación con las especies nativas de la zona, para crear un ambiente que permita al visitante tener un esbozo de lo que es la selva maya.
A-018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades la promoción de acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
A-019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no realizará ningún programa de remediación, ya que estos corresponden a las autoridades municipales y estatales. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no llevará a cabo emisiones a la atmósfera, con excepción de las que se producirán en la cocina del proyecto. Debido a que se trata de un proyecto turístico (no industrial ni urbano) este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el fomento de programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el fomento de la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el fomento para el uso de tecnologías que permitan reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.



VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	Por la naturaleza de la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no se requiere del uso de sustancias peligrosas ni se espera la generación de residuos peligrosos. Por otro lado, no se puede considerar entre sus facultades las de promover la participación de las industrias en acciones para una gestión adecuada de residuos peligrosos. Por lo tanto este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
	El proyecto Parque Maya de Cancún, cuenta en su diseño con sistemas que implican tecnologías modernas amigables con el medio ambiente. Un ejemplo de ello es la instalación de infraestructura a base de paneles solares. Esto significa que con el paso del tiempo, el ahorro de energía eléctrica producida a base de combustibles fósiles se reducirá significativamente, coadyuvando a la reducción de emisiones de gases invernadero a la atmósfera.
A-027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
	Por su localización en la margen de la laguna Nichupté, el Parque Maya de Cancún, no ocupará ni realizará instalaciones en la playa. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas, eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.
	Por su localización en la margen de la laguna Nichupté, el Parque Maya de Cancún, no ocupará ni realizará instalaciones en la playa. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.
	Por su localización en la margen de la laguna Nichupté, el Parque Maya de Cancún, no altera el perfil de la costa ni los patrones naturales de circulación de las corrientes marinas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.
	Por su localización en la margen de la laguna Nichupté, el Parque Maya de Cancún, no altera el perfil de la costa ni los patrones naturales de circulación de las corrientes marinas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros, que por otro lado no existen en el lado de la laguna Nichupté. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.
	Por su localización en la margen de la laguna Nichupté, el Parque Maya de Cancún, no altera las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades el fomento del aprovechamiento de la energía eólica. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-037	Promover la generación energética por medio de energía solar.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover la generación energética por medio de energía solar. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
A-040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A-048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsible de las poblaciones en explotación.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsible de las poblaciones en explotación. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación. Por lo anterior, este

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques). Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.
	Debido a la localización del Parque Maya de Cancún, que lo coloca en una zona de alto riesgo de huracanes, en el municipio de Benito Juárez se cuenta con protocolos bien definidos para que el personal sepa cómo actuar de acuerdo con las autoridades de protección Civil en caso de la aproximación de un huracán. También se cuenta con un sistema de alerta temprana, para saber que se debe hacer en cada una de las diferentes alertas con la aproximación de estos fenómenos atmosféricos. Este protocolo incluye la suspensión de actividades recreativas y el aseguramiento de las instalaciones a partir de la emisión de la segunda alerta por parte de las autoridades municipales.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	análisis de impacto ambiental.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a las aguas residuales. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas. Sin embargo, la mayor superficie del proyecto es permeable y con los programas de reforestación ayuda a que se incremente la captación de aguas pluviales.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades la promoción del manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades la promoción del tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades la realización de campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera. Por lo anterior, este criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
	Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.

VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS ACCIONES ESPECÍFICAS APLICABLES A LA UGA 138 DE ACUERDO CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

CLAVE	ACCIONES ESPECÍFICAS
	<p>Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>
A074	<p>Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.</p>
	<p>Por su naturaleza, el Parque Maya de Cancún, no tiene entre sus responsabilidades construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías. Por lo anterior, este Criterio no aplica al presente análisis de impacto ambiental.</p>



## 11 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Desde su concepción hasta la formulación de su proyecto ejecutivo, el Parque Maya de Cancún ha cuidado que todos los elementos que lo conforman, cumplan con su objetivo recreativo y cultural, sin descuidar la aplicación de políticas ambientales en sus procesos de operación y mantenimiento.

Una de las estrategias ha sido cuidar puntualmente el cumplimiento de los criterios ambientales derivados de los instrumentos de planeación existentes como la actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental, de manera que se han integrado gradualmente y verificado sus cumplimientos. Este análisis de verificación de cumplimiento de restricciones se realizó en todos y cada uno de los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto.

A continuación se indican las Normas Oficiales Mexicanas en materia ambiental que por su naturaleza y localización geográfica aplican al proyecto:

### 11.1. NOM-002-SEMARNAT-1996

Esta Norma establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Esta norma oficial se elaboró con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta norma no se aplica a la descarga de las aguas residuales domésticas, pluviales, ni a las generadas por la industria, que sean distintas a las aguas residuales de proceso y conducidas por drenaje separado.

NOM-002-SEMARNAT-1996 - LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES			
PARÁMETROS (MILIGRAMOS POR LITRO, EXCEPTO CUANDO SE ESPECIFIQUE OTRA)	PROMEDIO MENSUAL	PROMEDIO DIARIO	INSTANTÁNEO
GRASAS Y ACEITES	50	75	100
SÓLIDOS SEDIMENTABLES (ML/LITRO)	5	7.5	10
ARSÉNICO TOTAL	0.5	0.75	1
CADMIO TOTAL	0.5	0.75	1
CIANURO TOTAL	1	1.5	2
COBRE TOTAL	10	15	20
CROMO HEXAVALENTE	0.5	0.75	1
MERCURIO TOTAL	0.01	0.015	0.02
NÍQUEL TOTAL	4	6	8
PLOMO TOTAL	1	1.5	2
ZINC TOTAL	6	9	12

### 11.2. NOM-041-SEMARNAT-1999

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible generan emisiones de gases de combustión a la atmósfera, debido a las características de los motores y combustible utilizado, incrementando su emisión por varios factores como puede ser el desajuste de la alimentación del combustible al motor, la altitud de la región del país con relación al nivel del mar o la falta de mantenimiento preventivo y correctivo del motor; por lo que es necesario prevenir y controlar dichas emisiones, estableciendo en esta Norma los niveles máximos permisibles de emisión de gases, que aseguren la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

El párrafo de objetivo y campo de aplicación, indica que la Norma establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, nivel mínimo y máximo de dilución, medición de óxidos de nitrógeno, y es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los centros de verificación autorizados, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.

### 11.3. NOM-022-SEMARNAT-2003

De entre todas las normas oficiales mexicanas que tienen incidencia en el proyecto “**Parque Maya de Cancún**”, la Norma Oficial Mexicana 022 tiene una especial relevancia, debido a que se refiere a la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.

Esta norma, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003, fue modificada el 7 de mayo de 2004, e indica que cualquier actividad productiva deberá considerar a cabalidad en los Estudios de Impacto Ambiental, los servicios y funciones que los humedales costeros prestan en su entorno inmediato, así como en los ordenamientos ecológicos, con el propósito de dimensionar los efectos negativos de alteraciones cercanas o a distancia por las actividades humanas y eventos naturales.

En este contexto, la verificación de las especificaciones de esta norma en todas las etapas del proyecto, incluyendo su operación, garantiza que en los ecosistemas lacustres adyacentes no se presenten alteraciones que se pudieran traducir en impactos ambientales en los mismos. Con estos antecedentes normativos de protección al manglar, y considerando que el proyecto Parque Maya de Cancún pretende desplantarse en una superficie próxima al manglar que bordea la laguna Nichupté, en el presente apartado se analiza el proyecto, considerando en ello que la superficie concesionada corresponde a áreas afectadas, producto de rellenos generados durante el proceso de creación de la Zona Hotelera de Cancún, y que ninguna de sus obras se desplantará sobre manglar.

Esta norma, en su capítulo 4.0 Especificaciones, indica los siguientes aspectos:

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;
- 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;
- 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;
- 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).

### 11.3.1. ANÁLISIS DE VINCULACIÓN CON EL PROYECTO

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
4.1	<p>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.</p>
	<p>El proyecto Parque Maya de Cancún, se desplanta sobre un conjunto de tres polígonos federales que colindan con el Sistema Lagunar Nichupté. Entre la superficie terrestre de estos polígonos y el agua de la laguna, se desarrolla una franja de manglar del borde mezclado con algunas especies características de zonas de transición y de ornato que se han propagado desde las áreas jardinadas del boulevard Kukulcán.</p> <p>Debido a que el proyecto se construirá sobre pilotes y a que la mayor parte de la superficie es permeable, no se anticipan alteraciones significativas de los escurrimientos superficiales, por lo anterior, el desarrollo del parque no representa una barrera u obstáculo que interrumpa el flujo o desvíe los escurrimientos naturales del agua, que pudieran poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros de la zona.</p> <p>Así, el parque cumple con esta primera especificación, toda vez que su localización y operación no interrumpen la integridad del drenaje superficial de los humedales vecinos. De hecho, el proyecto promueve su conservación, restauración y uso sustentable al reconocer su valor escénico e importancia</p>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	ecológica.
4.2	Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.
	En el caso que nos ocupa, el Parque Maya de Cancún no requiere a lo largo de su construcción y operación, de la construcción de canales, por lo que este criterio no es vinculante con el proyecto analizado.
4.3	Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.
	El Parque Maya de Cancún que se analiza, no requiere de afectaciones a la vegetación de mangle ni la construcción de canales. De hecho, respecto a la vegetación, se realizarán actividades de reforestación de enriquecimiento y restauración en la zona del proyecto y en el polígono 8 del “Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”, localizada en las márgenes del Sistema Lagunar Nichupté, en el Municipio de Benito Juárez.
4.4	El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.
	El Parque Maya de Cancún que se analiza, no contempla el establecimiento de infraestructura marina fija como parte de su infraestructura. Sin embargo, si incluye la construcción de la torres para las tirolesas sobre el cuerpo lagunar. En este sentido, la colocación de esta infraestructura lagunar no afecta ni gana terreno a zonas de manglar, que por otro lado contempla trabajos de reforestación para la restauración y enriquecimiento del manglar del ANP Manglares de Nichupté. Por lo cual se concluye que el proyecto presentado no violenta el contenido del presente numeral.
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.
	La construcción y operación del Parque Maya de Cancún no requiere de la construcción de bordos o estructuras similares que pudieran representar un bloqueo o modificación del flujo natural del agua hacia el humedal lagunar, por lo que este criterio no es vinculante con el proyecto analizado.
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.
	La alta productividad primaria de los ecosistemas de manglar se debe, principalmente, a la disponibilidad de nutrientes provenientes de los escurrimientos terrestres y al efectivo reciclamiento de estos durante los procesos de mineralización microbiana. Parte de esta fertilidad es exportada y contribuye a la riqueza pesquera de la zona costera adyacente.  Esta complejidad de los bosques de manglar los hace muy sensibles a diversos impactos negativos,

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	<p>entre los que destaca el derrame de hidrocarburos con su consecuente efecto dañino en todo el ecosistema: árboles, fauna asociada, microorganismos, suelo y agua.</p> <p>Es del interés de la empresa promovente del Parque Maya de Cancún que el manglar de borde que se encuentra adyacente al predio a desarrollar, se mantenga e incluso se restaure completamente, toda vez que forma parte del escenario natural que sirve de fondo a las actividades recreativas que ofrecerá al visitante.</p> <p>Por lo anterior, es que se ha cuidado mucho el tipo de componentes que conforman el parque, así como las actividades durante su operación, de tal manera que se anule por completo la posibilidad de afectaciones y contaminación que pudieran afectar los humedales aledaños.</p> <p>Por principio, el proyecto no incluye obras o parte de su infraestructura que pudiera generar problemas de asolvamiento en el área circunvecina, debido a que no se realizarán rellenos de áreas naturales y se afectarán los drenajes superficiales que pudieran arrastrar sedimentos que provoquen asolvamiento.</p> <p>Por otro lado, ni durante las obras ni en la operación se contempla el manejo o uso de materiales o sustancias que pudieran introducirse y provocar algún tipo de contaminación del medio natural.</p> <p>Por lo anterior, la construcción y operación del Parque Maya de Cancún no incluye procesos contaminantes o erosivos que puedan causar asolvamiento o alteración de la química natural de humedal que bordea el predio a desarrollar.</p>
4.7	<p>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.</p>
	<p>La construcción y operación del Parque Maya de Cancún no vierte ni utiliza aguas provenientes de la cuenca que alimenta a los humedales costeros circunvecinos a las instalaciones, por lo que este criterio no resulta vinculante con la operación del parque.</p>
4.8	<p>Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>
	<p>Como ya se ha dejado constancia en apartados anteriores, la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no incluye actividades en la zona del proyecto que incluya el vertimiento de aguas cargadas con contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles. Las únicas descargas hacia la laguna que se anticipan desde el proyecto, corresponden a los drenajes pluviales, que cuentan con los filtros necesarios que garantizan que el agua de lluvia no arrastrará ningún contaminante hacia las aguas lagunares.</p>
4.9	<p>El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente</p>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.
	Como se menciona en el apartado anterior, el Parque Maya de Cancún no realiza como parte de sus actividades de construcción y operación, ningún vertido a la unidad hidrológica en que se inserta. Las aguas grises y residuales se canalizarán al servicio de drenaje público existente en la zona.
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.
	La construcción y operación del Parque Maya de Cancún no requiere de la extracción de agua subterránea por bombeo en las áreas colindantes al manglar, por lo que este criterio no resulta vinculante con la construcción y operación del parque.
4.11	Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.
	La construcción y operación del Parque Maya de Cancún, debido a su naturaleza y función, no contempla la introducción de ningún tipo de organismo vivo ajeno a la composición natural de los ecosistemas lagunar y de manglar.
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.
	<p>El movimiento de las masas de agua dentro del Sistema Lagunar de Nichupté es escaso y se encuentra determinado por la escasa variación de las mareas, la poca profundidad del sistema y la reducida amplitud de los canales de comunicación con el mar. Por lo anterior, el viento por si solo ejerce una fuerza suficiente para mezclar verticalmente las aguas, por lo que la laguna presenta un alto grado de aislamiento con respecto al mar. Por otro lado, los aportes de agua dulce provenientes de los ríos subterráneos, aportan grandes volúmenes al sistema lagunar lo que resulta en que la salinidad presenta un fuerte gradiente horizontal en todo el Sistema Lagunar Nichupté con dirección oeste a este, registrando las menores salinidades en la parte oeste del Sistema Lagunar de Nichupté, donde se ubican los afluentes de agua subterráneos, y aumentando gradualmente hacia el este, donde no existen estos afluentes. En época de secas, la salinidad fluctúa entre 25 a 35 partes por mil, mientras que en la época de lluvias puede llegar a alcanzar un mínimo de 8 partes por mil.</p> <p>Esta mezcla de aguas de diferentes calidades, determinan el ambiente salobre de la laguna, lo cual crea un ecosistema único para muchas especies de flora y fauna.</p> <p>Debido a que la construcción y operación del Parque Maya de Cancún no contiene elementos o actividades que pudieran afectar la calidad de las aguas arriba descritas, el proyecto resulta viable</p>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	desde el punto de vista de este numeral.
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.
	La construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no contempla el trazo o construcción de vías de comunicación que afecte el drenaje natural del humedal, o que se pueda constituir en un obstáculo para el libre paso de la fauna silvestre en la zona. Por lo anterior, este apartado no es vinculante con el proyecto analizado.
4.14	La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.
	La construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no contempla el trazo o construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal de la zona. Por lo anterior, este apartado no es vinculante con el proyecto analizado.
4.15	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.
	En la zona donde se propone la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, ya existen todos los servicios urbanos que requieren postes, ductos, torres y líneas, mismos que se encuentran dispuestos sobre el Boulevard Kukulcán. Toda vez que no se requiere de la introducción de nuevos servicios, este apartado no es vinculante con el proyecto analizado.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.
	Debido a que la zona donde se propone la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, colinda con la vegetación de un manglar de borde, cayendo en el supuesto de encontrarse a menos de 100 m de vegetación de humedal, se propone exceptuar esta restricción mediante medidas de compensación en términos de la especificación 4.43, mismas que se indican en el apartado de ese numeral.
4.17	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	<p>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>La construcción y operación del Parque Maya de Cancún, se ha planteado como un proyecto que cumpla con todas las normas, reglamentos y leyes de los tres niveles de gobierno, por lo cual para la realización de los trabajos de construcción se utilizarán materiales de construcción obtenidos a partir de negocios que cuentan con sus permisos y autorizaciones correspondientes de acuerdo a la ley.</p>
4.18	<p>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>Toda vez que la construcción y operación del Parque Maya de Cancún no requiere del relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.19	<p>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>Toda vez que la construcción y operación del Parque Maya de Cancún no requiere de dragados o de cualesquier otra actividad que genere materiales de desecho, no se contempla ninguna disposición de materiales de dragado dentro del manglar, por lo anterior, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.20	<p>Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>
	<p>La construcción y operación del Parque Maya de Cancún, han sido diseñadas de tal manera que se cuente con un eficiente manejo de los residuos sólidos que se produzcan en todas las etapas del proyecto. Este sistema para la recolección, acopio temporal y disposición final de los desechos sólidos evita su dispersión y la generación de plagas peligrosas, así como la contaminación de las áreas públicas y de conservación. El parque contará con contenedores de basura en todas las áreas recreativas y de servicios, los cuales están diseñados para que la gente pueda depositar su basura en diferentes compartimentos de acuerdo al tipo de basura de que se trate, gracias a que los depósitos cuentan con tres opciones, una por cada lado, para depositar papel, plásticos y aluminio, así como materias de origen orgánico.</p> <p>La basura de los contenedores será retirada diariamente, de manera que se evite su acumulación y se mantenga el depósito siempre en óptimas condiciones de uso. Los desechos recolectados de los contenedores serán depositados en la cámara de basura al norte del predio, que estará especialmente diseñada para su acopio temporal.</p> <p>Con base a lo anterior, el Parque Maya de Cancún, da estricto cumplimiento al presente numeral.</p>



NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
4.21	<p>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>Toda vez que el presente análisis se refiere a la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, un proyecto turístico, que por su naturaleza no corresponde a la instalación de granjas camaronícolas, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.22	<p>No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.</p>
	<p>Toda vez que el presente análisis se refiere a la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, que por su naturaleza no corresponde a infraestructura acuícola, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.23	<p>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>Para la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, no se solicita la autorización para ningún tipo de canalización en los ecosistemas circunvecinos al proyecto.</p>
4.24	<p>Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma y descarga de agua, diferente a la canalización.</p>
	<p>Toda vez que el presente análisis se refiere a la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, un proyecto de naturaleza turística, no corresponde a un proyecto de producción acuícola, por lo que este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.25	<p>La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.</p>
	<p>Toda vez que el presente análisis se refiere a la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, que por su naturaleza no corresponde a la producción acuícola, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.26	<p>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>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	<p>Por su naturaleza el Parque Maya de Cancún, no incluye obras para la extracción de aguas, por lo que no existe el riesgo de que se pudieran extraer larvas y juveniles de peces y moluscos. Por lo anterior, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado.</p>
4.27	<p>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>Por su naturaleza, este proyecto no está dirigido a la producción de sal ni se ubica en una salitral, por lo que este apartado no resulta vinculante con el proyecto Parque Maya de Cancún analizado.</p>
4.28	<p>La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>
	<p>El Parque Maya de Cancún, se ajusta a todos y cada uno de los supuestos indicados en este numeral. El proyecto es turístico, y no se localiza dentro de un humedal pero si en colindancia con una franja de mangle de borde. Por sus características y diseño, el proyecto es de bajo impacto, ya que no requiere para su operación infraestructura industrial, cimentaciones profundas, o estructuras masivas como las de un hotel, o embarcaciones a motor para su operación.</p> <p>La mayor parte del parque será desarrollado con madera y materiales locales y se plantea como una estructura tipo palafito que se desplanta sobre pilotes, que como se concluye en el estudio Geohidrológico que se anexa al presente manifiesto de impacto ambiental, que no alteran el flujo superficial y geohidrológico del agua.</p> <p>Por último, el proyecto propuesto no se desplanta en áreas de anidación y percha de aves acuáticas.</p>
4.29	<p>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 Parque Maya de Cancún operará en una de sus facetas (experiencia “Mayan Journey”) un conjunto de canoas a remo con las que se realizarán recorridos por la laguna. Estos recorridos no requieren por lo tanto, del uso de motores o embarcaciones contaminantes, ni pueden afectar mecánicamente con sus velocidades los bordes de los manglares existentes en la zona.</p> <p>Se trata de una propuesta ecoturística que realizará navegación a remo, por canales existentes en el polígono 9, sin desembarcar en el manglar ni afectar por ruido o velocidades de navegación a especies silvestres de fauna. Es importante hacer notar el hecho, que los canales naturales son lo suficientemente amplios para que una canoa los recorra sin lastimar la vegetación circundante y además, por precaución y seguridad, serán guiados por un marinero y un fotógrafo en una canoa similar.</p> <p>El embarque y desembarque será realizado en el muelle del parque ya existente.</p>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
4.30	En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.
	El Parque Maya de Cancún realizará recorridos por la laguna mediante el uso de canoas a remo, sin necesidad del uso de motores o embarcaciones contaminantes ni cualquier otra actividad náutica que utilice motores fuera de borda. Por lo anterior, este numeral no aplica a la operación del parque.
4.31	El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.
	Debido a que el Parque Maya de Cancún realizará exclusivamente navegación a remo, por canales existentes en el polígono 9, sin desembarcar en el manglar ni afectar por ruido o velocidades de navegación a especies silvestres de fauna, no incluye actividades de turismo educativo, ecoturismo u observación de aves en el humedal costero, este apartado no resulta vinculante con la operación del parque.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.
	Toda vez que el Parque Maya de Cancún no requiere de la construcción de este tipo de accesos a través del humedal, este apartado no resulta vinculante con la construcción del parque.
4.33	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.
	Toda vez que la construcción del Parque Maya de Cancún no requiere de la construcción de canales, este apartado no resulta vinculante con el proyecto analizado..
4.34	Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.
	Debido a la naturaleza turística del Parque Maya de Cancún, no requiere de la realización de actividades que generen compactación del sustrato del humedal, tales como paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos. Por lo anterior, este apartado no resulta vinculante con la operación del parque.
4.35	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna

NOM-022-SEMARNAT -2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	silvestre.
	<p>Como parte fundamental del desarrollo del Parque Maya de Cancún, se consideran trabajos especialmente dirigidos a la restauración y enriquecimiento forestal de dos áreas de mangle. La primera de ellas pretende realizar una reforestación para enriquecimiento de una superficie de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>, en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto para favorecer su recuperación natural.</p> <p>La segunda propuesta es la que ha elaborado en función de la NOM-022-SEMARNAT -2003, así como con el Acuerdo mediante el cual adiciona la especificación 4.43, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 2004. Esta Especificación 4.43 indica que “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>Debido a que las obras planteadas para el desarrollo del Parque Maya de Cancún, se encuentran a menos de 100 m del mangle de borde que se desarrolla en la zona, como medida de compensación en beneficio de los humedales, Parque Maya tiene la intención de incorporarse a las actividades de rehabilitación y reforestación de mangle que actualmente está realizando Asociación Civil “Flora, Fauna y Cultura de México”, con quien tiene firmado el ANP Manglares de Nichupté un Convenio Marco de colaboración en estas materias. En ese sentido, se ha propuesto a la Dirección del ANP Manglares de Nichupté sumarse las actividades de rehabilitación de manglar con la participación de Flora, Fauna y Cultura de México para la rehabilitación de una superficie aproximada de 1,000 m<sup>2</sup> de mangle en el polígono 8 del “Área Natural Protegida conocida como Manglares de Nichupté”, localizada en el Municipio de Benito Juárez.</p> <p>En avance para la realización de estos programas, ya se están realizando actividades de reproducción vegetativa del mangle en la zona aledaña al predio del proyecto.</p>
4.36	<p>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>Como ya se mencionó en el numeral anterior, el proyecto para la construcción del Parque Maya incluye trabajos dirigidos a la restauración y enriquecimiento forestal de dos áreas de mangle. La primera de ellas pretende realizar una reforestación para enriquecimiento de una superficie de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>, en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto para favorecer su recuperación natural.</p> <p>En segundo término, se propone la rehabilitación de manglar con la participación de la Asociación Civil Flora, Fauna y Cultura de México y en coordinación con la dirección del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté, mediante la reforestación de 1,000 m<sup>2</sup> de mangle en el polígono 8 del “Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”, localizada en el Municipio de Benito Juárez.</p>

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidades vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.
	Los instrumentos de gestión ambiental, tales como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, el Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”, así como el Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, han sido elaborados y actualizados, e incluyen de manera importante la zona del Sistema Lagunar Nichupté, con el objeto de proteger y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, así como para garantizar la continuidad de las comunidades vegetales y animales de este ecosistema. Estos instrumentos garantizan que cualesquier proyecto que se inserte en la unidad hidrológica cumpla con los criterios establecidos en este numeral.
4.38	Los programas y proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.
	Como ya se mencionó anteriormente, el desarrollo del Parque Maya de Cancún, incluye trabajos de reforestación de mangle. La propuesta que se ha elaborado mediante un convenio con la ONG “Flora, Fauna y Cultura de México”, quien cuenta con un Programa de reforestación en el polígono 8 del “Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”. En ese sentido, se ha propuesto a la Dirección del Área Natural Protegida incorporarnos con la reforestación de 1,000 m <sup>2</sup> de mangle, a labores de rehabilitación de manglar que realiza Flora, Fauna y Cultura de México. Se anexa a la presente MIA copia del programa de reforestación referido.
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.
	El programa de reforestación referido, incluye las especies de mangle que conforman los manglares en esta zona del país, respetando la composición de los manglares existentes con las especies de plantas nativas que componen el ensamblaje natural de la comunidad vegetal.
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.
	Se respetará cabalmente lo establecido en el presente numeral.
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el

NOM-022-SEMARNAT-2003, ASÍ COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	desempeño óptimo.
	<p>Una de las principales razones de realizar estos trabajos de reforestación en convenio con la dirección del Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida Como Manglares de Nichupté” y con la ONG “Flora, Fauna y Cultura de México”, es que se dé continuidad a los trabajos realizados, de manera que se garantice el éxito de la reforestación. Se cumplirá con un monitoreo del área reforestada por un periodo de tiempo de 3 a 5 años. Los resultados de estos trabajos y su monitoreo será informado periódicamente a las autoridades, para dar así seguimiento de manera conjunta al programa.</p>
4.42	<p>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 la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, las rocas calcáreas del área están afectadas por un gran desarrollo cárstico, que indica la existencia de una alta permeabilidad y, debido a la precipitación pluvial, la estratigrafía y la morfología, son capaces de conformar acuíferos de tipo libre de gran capacidad.</p> <p>Otras de las características que tiene la unidad hidrológica de la zona, incluyendo las los flujos subterráneos, son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las aguas del subsuelo cuentan con una dirección preferencial del flujo subterráneo dominado principalmente por los conductos de disolución subterráneos que descargan directamente al mar.</li> <li>2. El agua subterránea en esta unidad acuífera se presenta como un delgado estrato de agua dulce flotando por densidad sobre un cuerpo regional de agua salina de composición cercana a la de mar.</li> <li>3. La calidad en la columna de agua se puede interpretar como estable desde el nivel estático hasta los 5 m de profundidad, pudiéndose calificar como de mala calidad con referencia en los parámetros analizados en el uso y consumo humano.</li> <li>4. La vulnerabilidad del acuífero a la contaminación representa su sensibilidad para ser adversamente afectado por una carga de contaminante impuesta.</li> <li>5. En el sitio estudiado está considerada como alta, por lo que las descargas de aguas residuales que se generen deberán estar apegadas a la normatividad vigente emitida por la CONAGUA.</li> </ol> <p>Por último, de acuerdo con las conclusiones del estudio geohidrológico realizado (se anexa copia del mismo), los pilotes que sostendrán el proyecto, únicas estructuras que podrían tener influencia sobre el acuífero, así como, de los postes que se van a instalar para soportar las cuerdas de acero de las tirolesas, no representan una afectación potencial a los flujos geohidrológicos, con base en los siguientes elementos de información:</p> <p>Estas estructuras tienen la siguiente forma constructiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hincado de 21 pilotes adicionales de concreto prefabricado con perforadora mecánica y penetración por el golpe.</li> <li>• El diámetro de los pilotes de concreto se especificarán según cálculo estructural, en el rango</li> </ul>

NOM-022-SEMARNAT -2003, ASI COMO CON EL ACUERDO MEDIANTE EL CUAL ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 7 DE MAYO DE 2004

NUMERAL	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON CADA NUMERAL
	<p>de 30 a 40 cm. y la resistencia del concreto se especificará según calculo estructural.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los pilotes serán fabricados fuera de obra y colocados en su sitio definitivo</li> <li>• La plataforma de cimentación existente se apoya sobre pilotes de concreto hincados a 7.00 m de profundidad promedio.</li> </ul> <p>De acuerdo al diseño conceptual del acuífero en la zona de estudio, en donde se tiene que el acuífero de agua dulce es muy puntual debido a las descargas de precipitaciones pluviales, se puede inferir que este estrato de agua dulce es de solamente un par de metros aproximadamente, en tanto que la interface salina la tenemos entre los 5 metros y 10 metros de profundidad. A partir de esta profundidad se encuentra francamente la cuña salina.</p> <p>De esta forma, se tiene que las estructuras propuestas “Pilotes” no interfieren con los flujos preferenciales puntuales del acuífero que subyace al predio ya que, el acuífero muy delgado de agua dulce no se verá desviado por la construcción de estos pilotes.</p> <p>Como ha quedado documentado en apartados anteriores, la construcción del Parque Maya de Cancún, no afecta la unidad hidrológica descrita ni se prevé afectación alguna por la construcción de pilotes, sobre el acuífero que subyace al predio.</p>
4.43	<p>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>Como ya se ha referido en numerales anteriores, el desarrollo del Parque Maya de Cancún considera la realización de trabajos especialmente dirigidos a la restauración y enriquecimiento forestal de dos áreas de mangle. La primera de ellas pretende realizar una reforestación para enriquecimiento de una superficie de aproximadamente 500 m<sup>2</sup>, en el manglar de borde que se desarrolla en la colindancia del proyecto para favorecer su recuperación natural.</p> <p>La segunda propuesta es la que ha elaborado en función de la NOM-022-SEMARNAT -2003, así como con el Acuerdo mediante el cual adiciona la especificación 4.43 que se vincula en el presente numeral. En este sentido, debido a que las obras planteadas para el desarrollo del Parque Maya de Cancún, se encuentran a menos de 100 m del mangle de borde que se desarrolla en la zona, como medida de compensación en beneficio de los humedales, se ha propuesto la realización de un Programa de Reforestación de mangle, para lo cual se ha realizado un convenio con la ONG “Flora, Fauna y Cultura de México”, con quien tiene firmado un Convenio Marco el “Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”, para la incorporación de esta Asociación Civil en las actividades que realiza la dirección del ANP. En ese sentido, se ha propuesto a la Dirección incorporarnos a labores de rehabilitación de manglar con la participación de Flora, Fauna y Cultura de México, para la reforestación de 1,000 m<sup>2</sup> de mangle en el polígono 8 del “Área Natural Protegida de Flora y Fauna, de la Región Conocida como Manglares de Nichupté”, localizada en el Municipio de Benito Juárez.</p> <p>Por otro lado, por tratarse de terrenos federales, producto de rellenos, no aplica la realización de cambio de uso de suelo, por no tratarse de terrenos forestales.</p>

#### 11.4. NOM-059-SEMARNAT-2010

Protección Ambiental -especies nativas de México de flora y fauna silvestre- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo.

Esta Norma Oficial tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción.

En el apartado de “aspectos bióticos” del presente manifiesto, se describen puntualmente las especies de flora y fauna que se registran en la zona y sus estatus respecto a esta Norma Oficial Mexicana, así como las labores de protección que se realizan para garantizar su continuidad en el ecosistema.



## 12 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas son aquellas zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

Estas áreas naturales representan ecosistemas especiales de Valor Ambiental Relevante, identificados como espacios con características carismáticas, así como de vegetación y fauna originales, los cuales deben preservarse en beneficio de la comunidad.

La porción oriental de la mancha urbana de la ciudad de Cancún es colindante con la zona lacustre adyacente al Sistema Lagunar Nichupté. El 26 de febrero de 2008, se publica en el Diario Oficial de la Federación, el Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de **“Área de protección de flora y fauna, la región conocida como Manglares de Nichupté, localizada en el Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo”**.

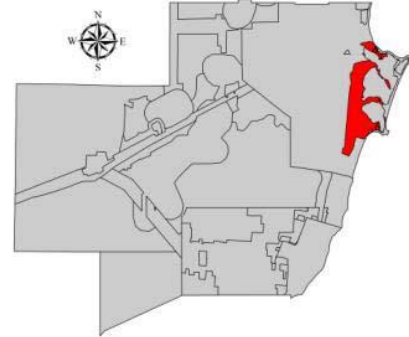
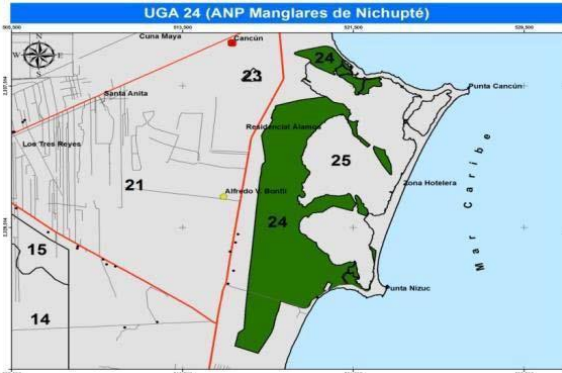
Esta región está clasificada, desde los años setenta, como zona de conservación ecológica, según el plan maestro de desarrollo del Centro Integralmente Planeado de Cancún, a fin de mantener un equilibrio ecológico que permita desarrollar sustentablemente el centro turístico.



Imagen satelital de la región donde se localiza la mancha urbana de Cancún y el Sistema Lagunar adyacente. Se aprecia el área natural Protegida Manglares de Nichupté (sombreada de verde) y la localización del Proyecto Parque Maya de Cancún.

Esta nueva área natural protegida, cuenta con una superficie total de 4,257-49-85.40 Hectáreas (cuatro mil doscientas cincuenta y siete hectáreas, cuarenta y nueve áreas, ochenta y cinco punto cuarenta centiáreas), integrada por 12 polígonos cuya distribución se aprecia en la imagen. La actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, que se encuentra vigente, engloba los 12 polígonos que conforman esta Área Natural Protegida en la UGA-24, y establece sus parámetros de acuerdo con lo establecido en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente.

UGA 24 – ANP MANGLARES DE NICHUPTÉ



Superficie: 4,249.62 ha

Política Ambiental: Preservación

**Criterios de Delimitación:**

Esta UGA se delimitó en base a los límites establecidos en su decreto de creación

**Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:**

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
Ma	Manglar	2,222.57	52.30
GR	Mangle Chapararro y gramínoideas	1,099.75	25.88
CA	Cuerpo de Agua	743.15	17.49
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	137.74	3.24
ZU	Zona Urbana	18.17	0.43
AH	Asentamiento Humano	13.55	0.32
SV	Sin Vegetación Aparente	9.94	0.23
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2.28	0.05
VSA	Vegetación Secundaria Arbustiva de selva Mediana Subperennifolia	1.96	0.05
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de selva Mediana Subperennifolia en recuperación	0.52	0.01
<b>TOTAL</b>		<b>4,249.62</b>	<b>100.00</b>

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación: 81.47 %

Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos: 81.53 %

**Objetivo de la UGA:** La conservación de los ecosistemas presentes, de acuerdo a lo establecido en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente.

**Problemática General:** Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos fuera de los centros de población; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Cambios de Uso de Suelo no autorizados; Necesidad de infraestructura en el ANP Manglares de Nichupté Presión de los recursos naturales por modificación de ecosistemas de UGA colindantes.

**Recursos y Procesos Prioritarios:** Manglares, Biodiversidad

**Parámetros de aprovechamiento:** Los establecidos en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente

**Usos Compatibles:** Los establecidos en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente

**Usos Compatibles:** Los establecidos en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente

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

##### 1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

**D**e acuerdo con los *“Lineamientos que establecen criterios técnicos de aplicación de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y su reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental”*, publicado por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental de la Dirección General De Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT, se sugieren los siguientes criterios para la delimitación del Sistema Ambiental:

1. Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial.
2. Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.
3. Usos del suelo y tipos de vegetación.
4. Cuenca y -microcuenca,
5. Usos de suelo permitidos por algún tipo de plan de desarrollo urbano.
6. Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuestas.

Como ya se ha indicado anteriormente, el sitio que se propone para el desarrollo del Parque Maya de Cancún se localiza sobre terrenos federales y ganados a la laguna, en la margen del Sistema Lagunar Nichupté. Este sistema lagunar y sus áreas palustres se encuentra integrado den dos Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

Estas Unidades de Gestión Ambiental son la UGA-24 **“ANP MANGLARES DE NICHUPTÉ”** y la UGA-25 **“SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ”**.

La primera de ellas comprende la porción oriental de la mancha urbana de la ciudad de Cancún que es colindante con la zona lacustre adyacente al Sistema Lagunar Nichupté. El 26 de febrero de 2008, se publica en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de **“Área de protección de flora y fauna, la región conocida como Manglares de Nichupté, localizada en el Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo”**.

Esta UGA comprende los 12 polígonos que conforman esta Área Natural Protegida en la UGA-24, y establece sus parámetros de acuerdo con lo establecido en su Decreto y/o Programa de Manejo correspondiente.

Por otro lado, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez estableció la UGA-25 **“SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ”**, reconociendo que el polígono y superficie de esta UGA es parte del territorio municipal de Benito Juárez, Quintana Roo, de conformidad con la Constitución Local (Art. 128). Esta UGA comprende la totalidad del espejo de agua de la laguna y sus zonas federales y terrenos

ganados a la laguna, estableciendo en sus regulaciones que se deberá remitir a la competencia federal por mandato constitucional (Art. 27) y por mandato legal (Ley de Aguas Nacionales).

Con base en todo lo anteriormente expuesto, se ha determinado que el **Sistema Ambiental que se analizará para este proyecto corresponde a la UGA-25**, coincidiendo con el punto No. 1 de las recomendaciones de la SEMARNAT para definir el Sistema Ambiental: *“Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico Territorial”*.

Otros argumentos tomados en consideración para definir este Sistema Ambiental, se basan en las características particulares del Sistema Lagunar Nichupté en cuanto a su aislamiento del mar, los impactos ambientales generalizados que presenta, y la homogeneidad evidente en las condiciones ambientales y desarrollo biológico, por lo que se analiza la totalidad del Sistema Lagunar Nichupté.



Imagen que muestra la zona en la que se localizará el proyecto Parque Maya de Cancún, en el contexto del Sistema Lagunar Nichupté. Esta imagen aérea permite apreciar la porción central y sur del Sistema Lagunar Nichupté, incluyendo el Canal Nizuc y Río Inglés (que se considera parte del ANP), los canales de navegación y los espejos de agua que conforman la UGA 24, misma que se considera equivalente al Sistema Ambiental que se analizará para el presente proyecto. Se pueden apreciar claramente las tres unidades ambientales de la zona, en primer plano el mar Caribe, seguido de la barra arenosa o cordón litoral arenoso que separa el mar del ecosistema lagunar y sus humedales con sus distintos tipos de vegetación hidrófila, y por último al fondo, la ciudad de Cancún.

A continuación se resume la información de este sistema ambiental, y se incluyen los listados florístico y faunístico disponibles, incluyendo los publicados en el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

### 1.1.- CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ.

El Sistema Lagunar de Nichupté es un sistema costero oligotrófico es decir, que presenta una escasa presencia de nutrientes en condiciones naturales, lo que determina una claridad del agua notable. Este sistema se encuentra sujeto a intensas presiones ambientales producto del desarrollo urbano y actividades turísticas recreativas; las principales fuentes de alteración son el incremento de nutrientes, los dragados, rellenos de zonas someras, tala de mangle y uso de embarcaciones de motor.

Sin embargo, y a pesar de estas características, el Sistema Lagunar de Nichupté en su conjunto presenta una gran claridad de aguas debida en gran parte al componente biótico, que actúa como filtro, retenedor y degradador de sedimentos y material en suspensión. En este aspecto, la Laguna de Nichupté se encuentra bordeado en su interior por manglares principalmente de las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, y zonas pantanosas en donde abundan *Acoelorrhapha wrightii*, *Cladium jamaicensis* y *Typha* sp. entre otras especies hidrófilas. En el borde Este, sobre la duna costera que separa la laguna del mar, la vegetación original ha sido prácticamente eliminada por la construcción de infraestructura turística.

El plan de manejo del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté, menciona que la vegetación terrestre es principalmente aquella que se desarrolla en zonas inundables, formando ecosistemas como el manglar, la sabana, petenes, tulares y matorral costero. Así mismo, una pequeña porción de la zona presenta selva baja subcaducifolia.

El manglar es el tipo de vegetación que mayor importancia reviste en el Sistema Lagunar Nichupté, el programa de manejo de Manglares de Nichupté menciona tres asociaciones de manglar presentes: manglar de borde, manglar de cuenca y manglar chaparro. El manglar de borde se encuentra rodeando la totalidad de la periferia del Sistema Lagunar Nichupté, y está conformado únicamente por mangle rojo (*Rhizophora mangle*); el manglar de cuenca está presente en zonas de inundación temporal y en él se encuentran las cuatro especies de mangle de la zona: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), cada una en suelos con distintas capacidades de inundación. Finalmente, el mangle chaparro, conformado únicamente por mangle rojo (*R. mangle*) de baja altura, no más de dos metros, y que se encuentra aldaño a la vegetación de sabana.

Por otro lado, en el ambiente acuático del Sistema Lagunar de Nichupté existe una amplia pradera de pastos marinos, que en ocasiones presenta manchones de sedimento desnudo intercalados entre los pastos. La especie dominante es el pasto tortuga (*Thalassia testudinum*), la cual en 1983, llegaba a cubrir el 90% del fondo del sistema (Jordán, *et al*, 1983). Sobre los pastos crecen algunas especies de algas epífitas, mientras que otras crecen de forma bentónica (Collado y González, 1995).

#### 1.1.1. IMPORTANCIA DE LOS PASTOS MARINOS

Los pastos marinos son monocotiledóneas que se desarrollan en las aguas someras costeras tropicales y templadas, y cumplen con varios papeles ecológicos importantes. Los géneros más importantes en el Caribe Mexicano son *Thalassia*, *Halodule* y *Syringodium*.

Dichos géneros no están estrechamente relacionados entre sí, y de hecho no son verdaderos pastos, más bien están emparentados con la familia del lirio. Sin embargo todos comparten características morfológicas y anatómicas que han favorecido su adaptación al medio marino.

Entre las adaptaciones morfológicas más importantes se encuentra el crecimiento de rizomas bien desarrollados por debajo del sustrato, por lo cual los lechos donde se presentan pastos marinos son sitios de sedimentación gracias a la captura y estabilización de sedimentos. Las hojas son planas, cilíndricas, y además flexibles, con lo cual ofrecen menor resistencia a las corrientes marinas.

La complejidad de las comunidades de pastos, especialmente su efecto sobre el ambiente físico es bien conocido. Las formas de crecimiento más simple (como por ejemplo *Halodule*) son etapas tempranas de sucesión (Dawes, 1991), que permiten la estabilización del sustrato. Las formas más complejas como *Thalassia*, causan estratificación y permiten que las epífitas se desarrollen debido al ancho de sus hojas y a la naturaleza perenne de su crecimiento.

En general se reconocen seis funciones ecológicas de relevancia para los pastos marinos:

1. Sirven como trampa de sedimentos, estabilizándolos en el fondo y mejorando la calidad del agua.
2. Son productores primarios y muestran altas tasas de producción y fijación de carbono.
3. Los pastos marinos son una fuente alimenticia directa para muchos organismos marinos.
4. Las comunidades de pastos marinos proporcionan importantes zonas de hábitat y refugio para numerosas especies animales (den Hartog, 1967).
5. Los pastos marinos son importantes sustratos para la fijación de especies epífitas.
6. Los pastos marinos muestran una notable eficiencia en el reciclaje de nutrientes de las aguas marinas y sedimentos de superficie. Así, pueden ser plantas críticas en el control de la calidad de las aguas someras (Patriquin, 1972).

#### 1.1.2. CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ

La flora natural del Sistema Lagunar Nichupté la constituyen los pastos marinos, particularmente el pasto tortuga (*Thalassia testudinum*), el pasto manatí (*Syringodium filiforme*) y *Halodule wrightii*. Sin embargo, debido a los fuertes impactos ambientales a los que se ha sometido, la flora de la Laguna de Nichupté presenta crecimientos anormales de algas epífitas sobre los pastos y en el área bentónica, particularmente de algas filamentosas clorofíceas y rodofíceas como *Cladophora*, *Acanthophora*, *Cladophoriopsis*, *Spyridia* y *Rhizoclonium*, de manera específica en la Laguna Bojórquez (Collado-Vides y González-González, 1993), donde la escasa circulación de las masas de agua y los fuertes impactos ambientales han creado masas de algas flotantes de dichas especies que se originan en el fondo.

La distribución de las algas en el Sistema Lagunar al parecer esta en dependencia del sustrato, la profundidad o bien la salinidad (Collado y González, 1995), aunque en el caso de la Laguna Bojórquez la presencia de algunas algas está directamente relacionada con la fuerte eutroficación de este cuerpo de agua.

Serviere-Zaragoza *et al* (1992) y Collado y González (1995), identificaron un total de 77 especies en la totalidad del Sistema Lagunar de Nichupté en el ambiente bentónico y sobre raíces de manglar, distribuidas en las siguientes divisiones: 33 Chlorophyta, 37 Rhodophyta, 3 Phaeophyta y 3 Cyanophyta, de las especies identificadas por estos autores, 35 se identificaron en la Laguna Bojórquez.

LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES FICOLÓGICAS IDENTIFICADAS DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTÉ Y LA LAGUNA BOJÓRQUEZ		
ESPECIE	LOCALIZACIÓN	AMBIENTE
DIVISION CYANOPHYTA		
<i>Calothrix crustacea</i>	B	B
<i>Microcoleus lingbyaceus</i>	SLN	B/M
<i>Microcoleus vaginatus</i>		M
<i>Schizothrix mexicana</i>	B	M
DIVISION CYANOPHYTA		
<i>Acetabularia cf farlowii</i>	B	M
<i>Acetabularia crenulata</i>	B	B/M
<i>Anadyomene stellata</i>	B	M
<i>Avrainvillea longicaulis</i>	B	B
<i>Avrainvillea nigricans</i>	B	B/M
<i>Bathopora oerstedii</i>	SLN	B/M
<i>Boodleopsis sp</i>	B	
<i>Boodleopsis pusilla</i>	B	B
<i>Caulerpa cupressoides var flabellata</i>	B	
<i>Caulerpa fastigiata</i>	B	B/M
<i>Caulerpa prolifera</i>		B
<i>Caulerpa sertulariodes</i>	B	B/M
<i>Caulerpa verticillata</i>	B	B/M
<i>Chaetomorpha linum</i>	B	B/M
<i>Cladophora conferta</i>		B
<i>Cladophora crystallina</i>		M
<i>Cladophora deliculata</i>		M
<i>Cladophora expansa</i>		M
<i>Cladophora howei</i>		M
<i>Cladophora montagneana</i>		B/M

LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES FICOLÓGICAS IDENTIFICADAS DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTÉ Y LA LAGUNA BOJÓRQUEZ		
ESPECIE	LOCALIZACIÓN	AMBIENTE
<i>Cladophora pellucidoidea</i>		M
<i>Cladophora sericea</i>	B	
<i>Cladophoropsis macromeres</i>	B,	B/M
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	B	B/M
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	B	
<i>Halimeda incrassata</i>	B	B/M
<i>Halimeda simulans</i>		B
<i>Halimeda tuna</i>		M
<i>Penicillus capitatus</i>	SLN	B
<i>Penicillus lamourouxii</i>	B	B
<i>Rhopocephallus phoenix</i>		B
<i>Rhizoclonium africanum</i>	B	B/M
<i>Rhizoclonium crassipellitum</i>	B	B
<i>Rhizoclonium kernerii</i>	B	B/M
<i>Rhizoclonium riparium</i>	B	B/M
<i>Rhizoclonium riparium var tortuosum</i>	B	
<i>Udotea flavellum</i>		B
<i>Ulothrix flacca</i>	B,	B/M
<i>Ulva lactuca</i>	B	
DIATOMEAS		
<i>Diatomeas</i>		B/M
PHAEOPHYTA		
<i>Dictyota dichotoma</i>	B	B/M
<i>Ectocarpus rhodocortonoides</i>		M
<i>Ectocarpus subcorumbosus</i>		M
RHODOPHYTA		
<i>Acanthophora spicifera</i>	B	B/M
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	B	B/M
<i>Centroceras clavulatum</i>	B	B/M
<i>Ceramium brevizonatum</i>	B	B/M



LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES FICOLÓGICAS IDENTIFICADAS DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTÉ Y LA LAGUNA BOJÓRQUEZ		
ESPECIE	LOCALIZACIÓN	AMBIENTE
<i>Ceramium byssoideum</i>	B	B/M
<i>Ceramium codii</i>		B
<i>Ceramium fastigiatum</i>		B/M
<i>Ceramium leptozonatum</i>		B
<i>Champia parvula</i>	B	B
<i>Chondria baileyana</i>		B
<i>Chondria collinsiana</i>		B
<i>Chondria littoralis</i>	B	B/M
<i>Dasya ramosissima</i>		B
<i>Diagenea simplex</i>		B/M
<i>Erithrocladia subintegra</i>	B	
<i>Erythrotrichia carnea</i>	B	B/M
<i>Griffithsia tenuis</i>		B
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i>		B
<i>Herposiphonia pecten-veneris var laxa</i>		B
<i>Herposiphonia secunda</i>	B	B
<i>Herposiphonia secunda f. tenella</i>	B	
<i>Hypnea cervicornis</i>	B	B/M
<i>Hypneocollax stellaris</i>	B	
<i>Jania adhaerens</i>	B	B/M
<i>Laurencia gemmifera</i>	SLN	B
<i>Laurencia microcladia</i>	B	B
<i>Laurencia papillosa</i>	B	B/M
<i>Polysiphonia atlantica</i>		M
<i>Polysiphonia binneyi</i>		B/M
<i>Polysiphonia eastwoodae</i>		B
<i>Polysiphonia exilis</i>		M
<i>Polysiphonia ferulacea</i>	B	
<i>Polysiphonia flaccidissima</i>		B/M
<i>Polysiphonia fracta</i>		B/M

LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES FICOLÓGICAS IDENTIFICADAS DENTRO DEL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTÉ Y LA LAGUNA BOJÓRQUEZ		
ESPECIE	LOCALIZACIÓN	AMBIENTE
<i>Polysiphonia gorgoniae</i>	B	M
<i>Polysiphonia havanensis</i>		M
<i>Polysiphonia howei</i>		M
<i>Polysiphonia sphaerocarpa</i>		B
<i>Polysiphonia subtilissima</i>	B	B/M
<i>Spyridia filamentosa</i>	B	B/M
<i>Stylonema alsidii</i>	SLN	B/M

B=Laguna Bojórquez, SLN = Sistema Lagunar Nichupté. Ambiente B=Bentónico, M=Manglar, B/M= ambos ambientes.

### 1.1.3. CARACTERIZACIÓN FAUNÍSTICA DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ

Dentro del Sistema Lagunar de Nichupté, confluyen diversas características que hasta hace 30 o 40 años la hacían ser un ambiente muy productivo, la presencia de extensas praderas de pastos marinos, la zona de manglares en los bordes, la entrada de agua de mar por el Río Nizuc y el canal Sigfrido, las bocas temporales de tormenta y los afluentes de agua subterránea la hacían particularmente interesante en cuanto a diversidad faunística.

Antes de la explosión del desarrollo turístico, dentro de la laguna Nichupté era posible encontrar con frecuencia manatíes, tortugas marinas, tiburones y otros organismos que ahora difícilmente se observan. Sin embargo, aún existe una gran diversidad de organismos tanto terrestres como acuáticos que hacen de la zona un lugar de importancia ecológica que requiere ser mantenido.

La comparación entre la diversidad y abundancia de organismos marinos en praderas de *Thalassia testudinum* y zonas contiguas revela su importancia en las lagunas costeras (López Rivas, 1994), debido a que en estas zonas del Caribe habitan, se alimentan y reproducen una gran variedad de invertebrados y otros organismos que intervienen en la formación de arrecifes y lagunas costeras.

**Zooplankton.** De acuerdo con CINVESTAV (1992), la densidad planctónica es homogénea en la Laguna Bojórquez y en la zona sur de la Laguna Nichupté. La mayor densidad de zooplankton estuvo dominada principalmente por copépodos (43.4%), zoeas de decápodos así como por huevos y larvas de peces, grupos en quienes recae la producción planctónica.

Otros grupos identificados fueron los quetognatos, sergéstidos, ostrácodos, medusas y gasterópodos. En particular se reporta una abundancia de la medusa del género *Cassiopea*, la cual permanece en posición

ventral sobre el fondo (Collado-Vides y González-González, 1995; Collado y González, 1992; Merino *et al*, 1992).

**Ictiopláncton.** Durante los monitoreos realizados por CINVESTAV en 1992, se describe que las mayores densidades de huevos y larvas de peces se localizan dentro de la Laguna de Bojórquez, con medias de 6.14 huevos/10 m<sup>2</sup> y 11.01 larvas/10 m<sup>2</sup> respectivamente, contra 0.45 huevos/10 m<sup>2</sup> y 7.34 larvas/10m<sup>2</sup> en la Laguna Nichupté.

Las mayores densidades de huevos y larvas de peces pertenecieron a la especie *Menidia berillina* (Fam. Atherinidae), y en menor proporción a las larvas de las familias Gobiidae y Engraulidae, además de otras familias de peces no identificadas. López-Rivas (com. pers.) señala que las larvas existentes pueden ser de las familias Sygnatidae (peces trompeta y caballitos de mar) y Gerridae (mojarras).

**Zoobentos.** Durante los muestreos realizados por CINVESTAV (1992), se observa que la Laguna Bojórquez presenta la mayor diversidad biológica en el zoobentos, en comparación con la Laguna Nichupté en su región cercana al lote 18-A. Los grupos dominantes de mayor a menor fueron Anfípodos con una densidad media de 805.7 ind./m<sup>2</sup>, poliquetos con 411.4 ind./m<sup>2</sup>, bivalvos con 177.1 ind./m<sup>2</sup>, holoturoideos con 165.7 ind./m<sup>2</sup> y lo crustáceos carídeos con una media de 142.9 ind./m<sup>2</sup>. En los postes de los muelles y raíces de los mangles, es posible encontrar pequeñas esponjas masivas, aunque su identificación requiere de un estudio específico.

De acuerdo con López-Rivas (com. pers.), los poliquetos más comunes corresponden a larvas del género *Hermodice* o gusano de fuego, gusanos anillados habitantes del arrecife coralino y cuya fase adulta se alimenta exclusivamente de pólipos de coral, particularmente del género *Acropora*. De la misma forma, entre los holotúridos se encuentran las fases juveniles de diversas especies de ofiúridos y estrellas de mar, las cuales no alcanzan los 3 cm de diámetro total.

En particular los moluscos han sido un grupo bien estudiado dentro de la Laguna Bojórquez. Alvarez-Saulés (1993), quien identificó un total de 74 especies de moluscos, pertenecientes a las clases Gastropoda y Bivalvia. Las especies que presentaron una mayor abundancia fueron: *Tricolia affinis beai*, *Assimineia* sp., *Caecum nitidum*, *Modulus carchedonius*, *Cerithium eburneum algicola*, *Diastoma varium*, *Mitrella profunda*, *marginella rooselvelti* y *Brachidontes exustus*.

En dicho estudio, se indica que la abundancia de moluscos ha reducido su número de 1990 a 1991, y supone que se puede deber a la tasa excesiva de depósito y resuspensión de sedimentos causada por las acciones humanas (Alvarez-Saulés, 1993) como lo son el dragado y el continuo paso de embarcaciones motorizadas que alteran el bentos y provocan la sustitución de pastos marinos por algas.

Collado-Vides *et al* (1994) recalcan la presencia de gran cantidad de medusas del género *Cassiopea* en posición invertida sobre el sustrato, señalándolas como un factor indicador del estado eutrófico que guarda la Laguna Bojórquez. La presencia de esta especie fue confirmada durante la realización de los muestreos de campo para este estudio.

**Macrofauna.** Según el Programa de Manejo del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté, en el Sistema Lagunar Nichupté se han registrado al menos 78 especies de peces, 10 de anfibios, 14 de reptiles, 44 de aves, 20 de mamíferos y solo 5 de invertebrados. De estas especies 31 se encuentran enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Se incluye la fauna terrestre que si bien no forma parte del área de estudio del presente Proyecto, si está presente en el Sistema Ambiental.

LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
ICTIOFAUNA			
<i>Aplocheilidae</i>	<i>Rivulus tenuis</i>		
<i>Apogonidae</i>	<i>Apogon aurolineatus</i>		
<i>Atherinidae</i>	<i>Atherinomorus stipes</i>		
<i>Atherinidae</i>	<i>Hypoatherina harringtonensis</i>	Tinicalo de arrecife	
<i>Batrachoididae</i>	<i>Opsanus beta</i>	Sapo boquiblanca	
<i>Belonidae</i>	<i>Tylosurus crocodilus</i>	Pez aguja	
<i>Belonidae</i>	<i>Strongylura notata</i>	Agujón negro	
<i>Belonidae</i>	<i>Strongylura timucu</i>		
<i>Bothidae</i>	<i>Bothus ocellatus</i>		
<i>Callionymidae</i>	<i>Diplogrammus pauciradiatus</i>		
<i>Carangidae</i>	<i>Caranx latus</i>	Jurel	
<i>Carangidae</i>	<i>Caranx bartholomei</i>		
<i>Carangidae</i>	<i>Trachinotus falcatus</i>	Pámpano palometa	
<i>Carcharhinidae</i>	<i>Carcharhinus leucas</i>	Tiburón toro	
<i>Centropomidae</i>	<i>Centropomus undecimalis</i>	Robalo	
<i>Chaetodontidae</i>	<i>Chaetodon capistratus</i>		
<i>Cichlidae</i>	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	Mojarra	
<i>Clupeidae</i>	<i>Harengula clupeola</i>		
<i>Clupeidae</i>	<i>Harengula jaguana</i>		
<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Floridichthys polyommus</i>		
<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Cyprinodon artifrons</i>		
<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Garmanella pulchra</i>		
<i>Cyprinodontidae</i>	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>		
<i>Diodontidae</i>	<i>Chilomycterus schoepfii</i>	Pez globo	
<i>Diodontidae</i>	<i>Chilomycterus antennatus</i>		
<i>Engraulidae</i>	<i>Anchoa parva</i>		

**LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL  
ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
<i>Fundulidae</i>	<i>Lucania parva</i>		
<i>Gerreidae</i>	<i>Eucinostomus melanopterus</i>	Mojarra	
<i>Gerreidae</i>	<i>Gerres cinereus</i>	Mojarra trompeta	
<i>Gerreidae</i>	<i>Eugerres plumieri</i>		
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon aurolineatum</i>	Chac chi	
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon flavolineatum</i>	Chac chi	
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon parra</i>	Chac chi	
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon sciurus</i>	Chac chi	
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon plumieri</i>	Chac chi	
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon bonariense</i>		
<i>Haemulidae</i>	<i>Haemulon carbonarium</i>		
<i>Labridae</i>	<i>Thalassoma bifasciatum</i>		
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus apodus</i>	Pargo cachic	
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus chrysurus</i>	Rubia / canane	
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus griseus</i>	Pargo mulato	
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus synagris</i>	Pargo	
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus analis</i>		
<i>Lutjanidae</i>	<i>Lutjanus mahogoni</i>		
<i>Megalopidae</i>	<i>Megalops atlanticus</i>	Sábalo	
<i>Monacanthidae</i>	<i>Monacanthus ciliatus</i>		
<i>Mugilidae</i>	<i>Mugil curema</i>	Lisa blanca	
<i>Murenidae</i>	<i>Gymnothorax funebris</i>	Morena verde	
<i>Ostraciidae</i>	<i>Lactophrys quadricomis</i>	Pez cofre	
<i>Ostraciidae</i>	<i>Lactophrys trigonus</i>	Chapín búfalo	
<i>Poeciliidae</i>	<i>Gambusia yucatana</i>		
<i>Poeciliidae</i>	<i>Gambusia sexradiata</i>		
<i>Poeciliidae</i>	<i>Heterandria bimaculata</i>		
<i>Poeciliidae</i>	<i>Poecilia mexicana</i>		
<i>Poeciliidae</i>	<i>Poecilia orri</i>		
<i>Poeciliidae</i>	<i>Poecilia velífera</i>	Pez topote aleta grande	A

**LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL  
ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
<i>Poeciliidae</i>	<i>Belonesox belizanus</i>		
<i>Pomacentridae</i>	<i>Abudefduf saxatilis</i>	Pez sargento	
<i>Scaridae</i>	<i>Sparisoma viride</i>	Pez loro	
<i>Scaridae</i>	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	Pez loro	
<i>Scaridae</i>	<i>Sparisoma radians</i>		
<i>Scaridae</i>	<i>Sparisoma chrysopterum</i>		
<i>Sciaenidae</i>	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Corvina	
<i>Scombridae</i>	<i>Scomberomorus regalis</i>	Sierra	
<i>Serranidae</i>	<i>Epinephelus striatus</i>	Mero	
<i>Sparidae</i>	<i>Archosargus rhomboidalis</i>		
<i>Sparidae</i>	<i>Calamus penna</i>		
<i>Sphyraenidae</i>	<i>Sphyraena barracuda</i>	Barracuda	
<i>Syngnathidae</i>	<i>Hippocampus erectus</i>	Caballito estriado	Pr
<i>Synodontidae</i>	<i>Synodus intermedius</i>		
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Sphoeroides testudineus</i>	Pez sapo	
<i>Tetraodontidae</i>	<i>Sphoeroides spengleri</i>		
<i>Urolophidae</i>	<i>Urobatis jamaicensis</i>	Raya redonda	
<b>HERPETOFAUNA</b>			
<i>Bufo</i>	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	
<i>Bufo</i>	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	
<i>Hyla</i>	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana	
<i>Hyla</i>	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	
<i>Hyla</i>	<i>Hyla microcephala</i>	Rana	
<i>Hyla</i>	<i>Hyla loquax</i>	Rana	
<i>Hyla</i>	<i>Hyla picta</i>	Rana	
<i>Leptodactylus</i>	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Sapito	
<i>Rana</i>	<i>Lithobates vaillanti</i>	Rana leopardo	
<i>Rhinophrynus</i>	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>		Pr

**LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL  
ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
<b>SERPIENTES</b>			
<i>Colubridae</i>	<i>Drymobius margaritiferus</i>	Ranera	
<i>Colubridae</i>	<i>Leptophis ahaetulla</i>	Culebra perico verde	A
<i>Colubridae</i>	<i>Leptophis mexicanus</i>	Víbora ranera,	A
<i>Colubridae</i>	<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra listada	A
<i>Boidae</i>	<i>Boa constrictor</i>	Boa	A
<b>IGUANAS Y LAGARTIJAS</b>			
<i>Iguanidae</i>	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana espinosa rayada	A
<i>Teiidae</i>	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	
<b>COCODRILOS</b>			
<i>Crocodylidae</i>	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr
<i>Crocodylidae</i>	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	Pr
<b>TORTUGAS</b>			
<i>Emydidae</i>	<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de agua	Pr
<i>Emydidae</i>	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga de monte	A
<i>Kinosternidae</i>	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de agua	
<i>Kinosternidae</i>	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga casquito	Pr
<i>Cheloniidae</i>	<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga blanca	P
<b>AVES</b>			
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteogallus anthracinus</i>	aguililla negra menor	Pr
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo nitidus</i>	Águila gris	
<i>Accipitridae</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	
<i>Alcedinidae</i>	<i>Ceryle alción</i>	Martín pescador	
<i>Anhingidae</i>	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	
<i>Ardeidae</i>	<i>Agamia agami</i>	Garza agamí	Pr
<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea herodias</i>	Garzón cenizo	Pr

**LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL  
ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.**

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	
<i>Ardeidae</i>	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Avetoro	A
<i>Ardeidae</i>	<i>Butorides striatus</i>	Garza azulada	
<i>Ardeidae</i>	<i>Butorides virescens</i>	Garcita verde	
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta alba</i>	Garza	
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta rufescens</i>	Garceta rojiza	Pr
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta tricolor</i>	Garza flaca	
<i>Ardeidae</i>	<i>Egretta tula</i>	Garza	
<i>Ardeidae</i>	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	garza-tigre	Pr
<i>Caprimulgidae</i>	<i>Chordeiles minor</i>		
<i>Columbidae</i>	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma aliblanca	
<i>Ciconiidae</i>	<i>Mycteria americana</i>	Tántalo americano	Pr
<i>Fregatidae</i>	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata magnífica	
<i>Icteridae</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	
<i>Laridae</i>	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota reidora	
<i>Mimidae</i>	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle sureño	
<i>Parulinae</i>	<i>Dendroica petechia</i>	Chipe amarillo	
<i>Parulinae</i>	<i>Seiurus noveboracensis</i>	Chipe charquero	
<i>Pelecanidae</i>	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café	A
<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán bicrestado	
<i>Phalacrocoracidae</i>	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán	
<b>MASTOFAUNA</b>			
<b>MARSUPIALIA</b>			
<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	
<i>Didelphidae</i>	<i>Philander opossum</i>	Tlacuachillo, zorrito	
<b>CHIROPTERA</b>			
<i>Phyllostomidae</i>	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago	



LISTA DE ESPECIES DE MACROFAUNA REPORTADA EN EL PROGRAMA DE MANEJO DEL ÁREA NATURAL PROTEGIDA MANGLARES DE NICHUPTÉ.			
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
<i>Phyllostomidae</i>	<i>Artibeus litturatus</i>	Murciélago	
<i>Phyllostomidae</i>	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélago	
EDENTATA			
<i>Myrmecophagidae</i>	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	P
<i>Dasypodidae</i>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	
RODENTIA			
<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla	
<i>Heteromidae</i>	<i>Heteromys gaumeri</i>		
<i>Muridae</i>	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón	
<i>Muridae</i>	<i>Reithrodontomys gracilis</i>	Ratón	
<i>Erethizontidae</i>	<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	A
<i>Dasyproctidae</i>	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	
<i>Dasyproctidae</i>	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	
CARNIVORA			
<i>Canidae</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
<i>Procyonidae</i>	<i>Nasua narica</i>	Tejón	A
<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<i>Felidae</i>	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Leoncillo, jaguarundi	A
ARTIODACTYLA			
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	
INVERTEBRADOS			
<i>Artropoda</i>	<i>Limulus polyphemus</i>	Cangrejo cacerola	P
	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul	
	<i>Gecarcinus lateralis</i>	Cangrejo rojo	
<i>Cnidaria</i>	<i>Cassiopeia xamachana</i>	Medusa	
	<i>Aurelia aurita</i>	Medusa	

## 2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### 2.1.- ASPECTOS ABIÓTICOS

La descripción del medio ambiente físico (elementos abióticos y factores ambientales) de una zona en estudio, resulta indispensable para comprender la estructura y dinámica de los ecosistemas que ahí se desarrollan, así como el ensamblaje de las comunidades de plantas y animales que los habitan.

Con objeto de contar con un marco de referencia ambiental para la zona objeto del presente estudio, es fundamental revisar información del medio físico natural de la región, que permita un análisis comprensivo acerca de las biocenosis que se desarrollan, su ecología y los antecedentes de su estado actual de conservación.

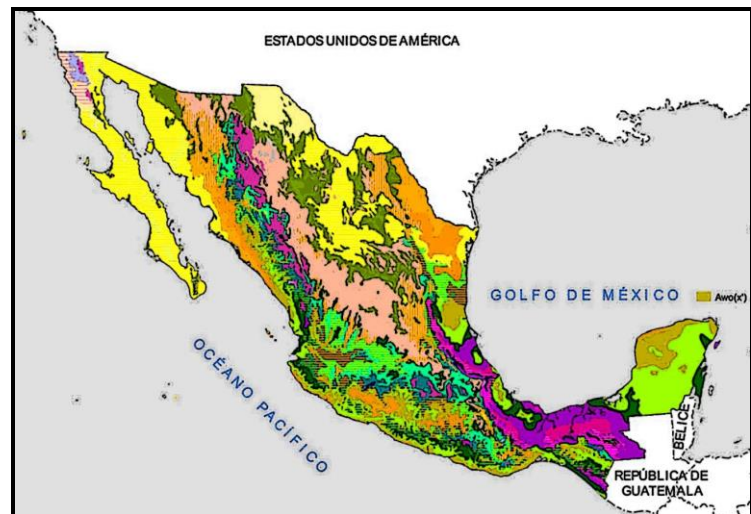
La descripción del medio ambiente físico (elementos abióticos y factores ambientales) de una zona en estudio, resulta indispensable para comprender la estructura y dinámica de los ecosistemas que ahí se desarrollan, así como el ensamblaje de las comunidades de plantas y animales que los habitan.

Por esta razón, se presenta a continuación el marco ambiental de la zona del proyecto, lo cual permite perfilar una caracterización ambiental fina y completa.

#### 2.1.1. CLIMA

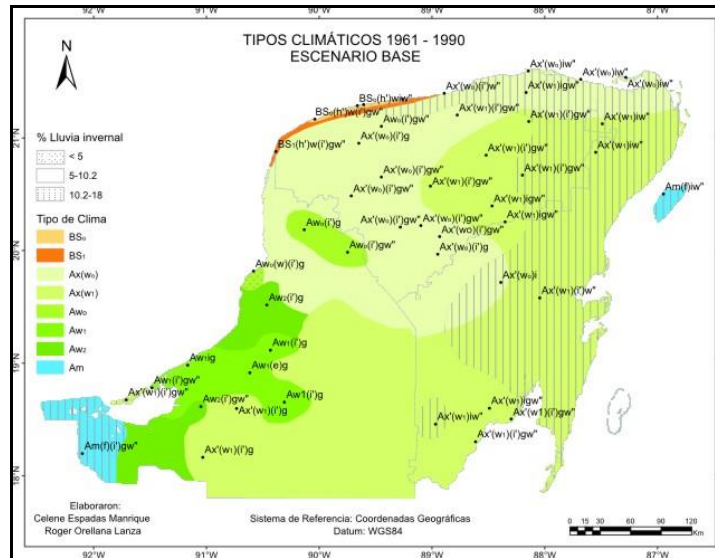
Según el sistema de Köppen modificado por García (1973), el clima de la Península de Yucatán se clasifica como tropical cálido subhúmedo, con lluvias en verano en casi toda su extensión (Flores y Espejel, 1994). En este tipo de clima existen franjas con algunas variantes bien marcadas, como son la escasez o abundancia de lluvias y diferencias de temperatura, que han permitido regionalizar el clima en subtipos, acordes a las variantes que se presentan.

La Península de Yucatán se encuentra dividida en tres subtipos del clima tropical cálido subhúmedo, los cuales son, Aw0, Aw1 y Aw2. La temperatura media anual del estado de Quintana Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, la temperatura mínima



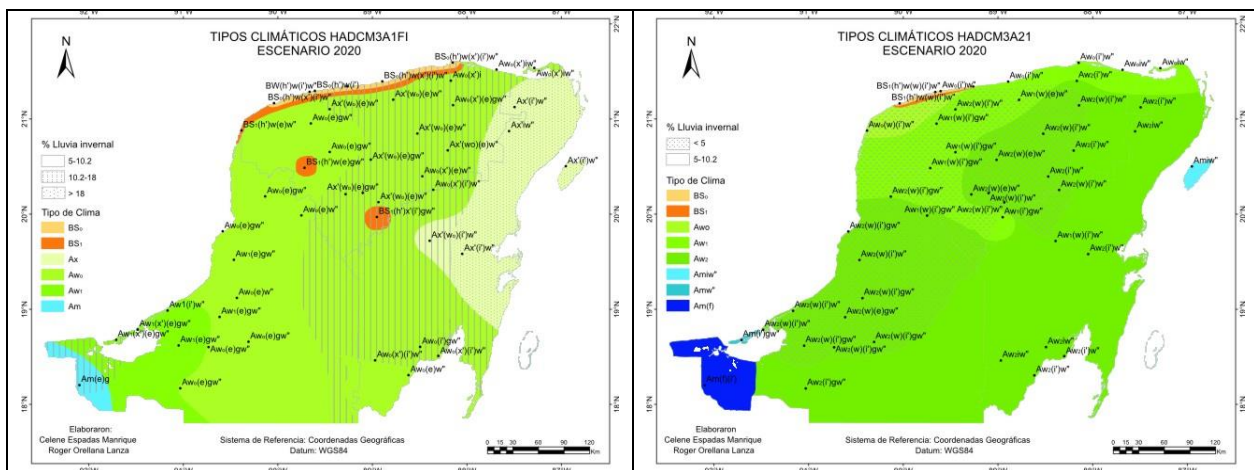
Carta climatológica de la República Mexicana donde se esquematiza el tipo de clima para la Península de Yucatán, la cual presenta casi en su totalidad (con excepción de una estrecha zona al Noroeste que es seca) un clima cálido subhúmedo (Fuente: CONABIO 1998).

promedio es de 17°C durante el mes de enero (INEGI, 2009). Esto debido principalmente a su relieve, su localización con respecto al Ecuador y a la humedad proveniente del Mar Caribe.



Mapa de climas de la Península de Yucatán de 1961 a 1990, según la clasificación climática de Köppen, modificada por García.

De acuerdo a la ubicación geográfica de la zona en la que se encuentra el predio estudiado, le pertenece la franja de clima denominado Aw2 (x'), con un subtipo Ax'(wo)iw'', que significa un régimen de lluvias todo el año con mayor abundancia en verano y corresponde a los más húmedos de los cálidos subhúmedos. El clima sin embargo está tendiendo a cambiar por efecto del Cambio Climático Global; se prevé que para 2020 el clima pueda ser distinto al actual. Según el Observatorio del Cambio Climático de Yucatán, algunos de los modelos de predicción de cambio climático indican un aumento en la temperatura, descenso en la humedad y cambios en el régimen de lluvias.



Según el Observatorio del Cambio Climático de Yucatán, en un escenario 2020, el clima podrá haber variado con respecto al actual. En esta imagen se presentan dos escenarios distintos de acuerdo con dos modelos diferentes. En ambos, el clima y la precipitación anual total difiere al escenario base presentado anteriormente.

### 2.1.2. TEMPERATURA

La temperatura de la ciudad de Cancún y en general en toda la Península de Yucatán no sufre grandes diferencias durante el año, teniendo ésta valores altos durante prácticamente todo el año, esto se debe principalmente al efecto que tienen las corrientes marítimas cálidas provenientes de la Corriente Ecuatorial Norte y que poco a poco se va ramificando hasta formar la corriente del Canal de Yucatán y la del Golfo. Estas corrientes almacenan gran cantidad de calor, generando los gradientes de temperatura que se tienen en la Península.

En la Península de Yucatán los gradientes de temperatura son muy claros, siendo la zona Oriental la más fresca, y la Occidental la más cálida. Esto debido a que los vientos dominantes provenientes del sureste van amainando durante su travesía sobre la Península, perdiendo su refrescante humedad mientras más se adentran en ella.

En Cancún, la temperatura oscila entre los 24 y los 30 grados Celsius en el año. De acuerdo a los datos obtenidos durante los últimos 18 años por la Comisión Nacional del Agua (CNA), la temperatura media anual es de 26.9 °C con una oscilación térmica anual de 4.8 °C.

Los meses más cálidos son de abril a octubre; en verano la temperatura máxima puede llegar a alcanzar los 39 °C y la mínima 22 °C, mientras que los meses menos cálidos son de noviembre a marzo; en el invierno la temperatura máxima es de 33 °C y la mínima de 24 °C, en promedio, aunque durante el mes de enero se ha llegado a registrar hasta 13°C.

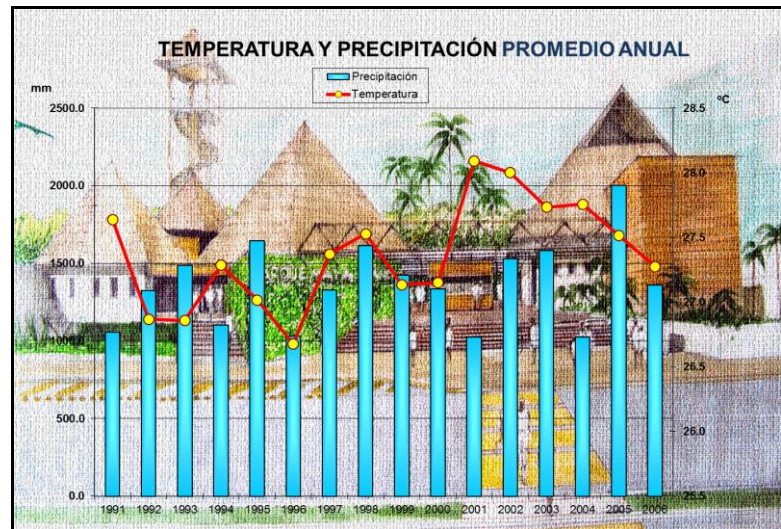


Gráfico de la temperatura y precipitaciones promedio anuales de 1991 a 2006 para la zona de Puerto Morelos.

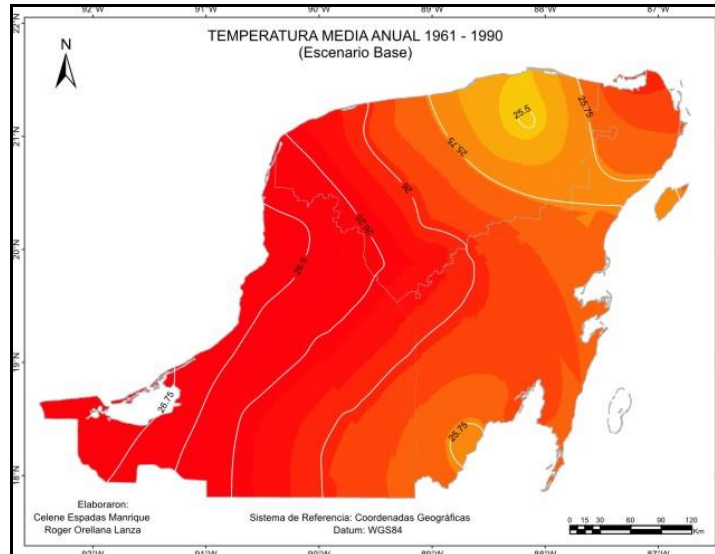
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL  
(GRADOS CELSIUS)  
AÑOS DE OBSERVACIÓN -18 AÑOS -

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
24.6	24.8	25.9	27.3	28.0	28.5	29.2	29.0	28.6	27.5	26.1	25.0

FUENTE: ATLAS MUNICIPAL 2002. COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. INEGI CARTA DE CLIMAS.

Para la Ciudad de Cancún, el mes más frío corresponde a Enero con 24.5°C y los meses más calientes son Julio y Agosto con 29°C. La oscilación térmica anual la cual se refiere a la diferencia en temperatura entre

el mes más frío y el mes más caliente es de 4.5°C. Las temperaturas límites registradas históricamente en la zona, son las siguientes: Mínima: 9.5° registrada en marzo de 1996; Máxima 39.5° registrada en agosto de 1998 (Atlas Municipal, 2002).



Mapa base de temperaturas registradas desde 1961 a 1990 en la Península de Yucatán. Se expresan las isotermas y los pisos de calor expresados por gradientes de color.

### 2.1.3. PRECIPITACIÓN

La península de Yucatán está regida por patrones de circulación atmosférica propios de las zonas tropicales en el límite con las zonas áridas. La singularidad que tiene la región es la ausencia de orografía, lo cual no permite que se presente el efecto del ascenso orográfico de las nubes que descargan lluvia, como en otras regiones del país; el componente principal es el de lluvia convectiva.

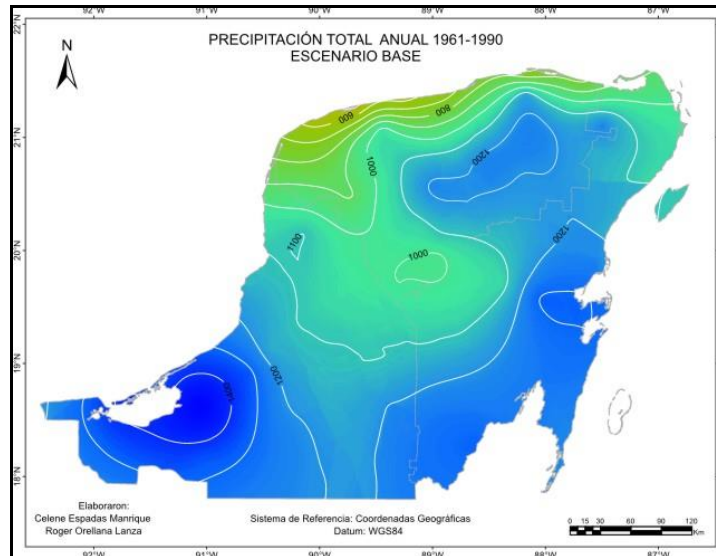
La Península tiene una influencia muy importante de la celda anticiclónica atlántica Bermuda Azores. Ésta es una determinante muy importante de las altas presiones y el consecuente predominio de despejados que existe en la arista noroeste peninsular, el que es árido.

Durante la mitad caliente del año, el anticiclón se desplaza hacia el Norte, lo que permite que puedan penetrar los vientos del Este o alisios con suficiente fuerza y humedad, proveyendo a la región de lluvia de forma diferencial en un gradiente de Noroeste a Sur.

Dentro del sistema de circulación de la celda atlántica, además, se forma a lo largo del verano un considerable número de ondas tropicales, que atraviesan de Este a Oeste la región y agudizan las lluvias estivales, dejando por lo regular mal tiempo durante uno a dos días.

En la zona de Cancún la precipitación anual registrada para la región es de 1,318.76 mm de acuerdo a datos obtenidos durante un periodo de 16 años (1991 a 2006) por la Comisión Nacional del Agua; el 80 %

de la precipitación ocurre durante la época de lluvias que abarca de mayo a octubre, mientras que el remanente se registra en el resto del año.



Mapa base de precipitación total anual registrada de 1961 a 1990. Tomado de <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/>. Las isolinías representan los límites de promedios de precipitación promedio anual.

En el mes de septiembre se han registrado las máximas precipitaciones, alcanzándose los 540.4 mm, la precipitación mínima registrada fue de 5.5 mm, en el mes de febrero.

Durante el verano y como consecuencia del sobrecalentamiento del océano, se forman las tormentas tropicales que pueden dar lugar a los huracanes en cualquiera de las categorías que alcancen eventualmente. Las zonas de génesis de los huracanes que afectan a la Península provienen del mar de las Antillas o del Atlántico oriental (Cabo Verde).

El aporte de lluvia por estos fenómenos puede llegar a ser importante aunque no necesariamente es muy abundante y generalmente se asocia con el mes de septiembre, el mes de máxima frecuencia. Desde finales del otoño y hasta el inicio de la temporada de lluvia del siguiente año, la Península es recorrida por los frentes fríos, los que sí están saturados de humedad, se denominan "nortes" y éstos depositan lluvia; si no son húmedos, sólo abaten la temperatura dejando días frescos.

Los mayores porcentajes de lluvia invernal se presentan en el este y noroeste de la Península, condición que en algunos sitios llega a cerca del 18%. Considerando las tres fuentes principales de precipitación pluvial, en la Península se dispone de tres regímenes de lluvia: de verano, intermedio o irregular con tendencia al verano y de verano con alto porcentaje de lluvia invernal.

El más abundante es de verano con alto porcentaje de lluvia invernal. También es importante mencionar que en la mayor parte de la Península, se presentan dos periodos de sequía: la preestival o de primavera,

que abarca un periodo de dos a cuatro meses, y la intraestival o canícula, que se presenta desde finales de julio a septiembre.



Plano de la porción oriental de la Península de Yucatán, que muestra las isoyetas (isolíneas que reflejan la distribución de los promedios anuales de precipitación pluvial) de precipitación pluvial para la porción costera al norte del estado. Por su ubicación geográfica el predio estudiado se localiza dentro de la zona en que las isoyetas muestran valores que oscilan entre 1,000 mm y 1,100 mm de precipitación pluvial.

Por otro lado, la Precipitación Total que se registra para la estación climatológica de Puerto Morelos (20° 50' N y 86° 53' W) corresponde a una lámina de agua de 1,093.3 mm como promedio anual, una máxima anual de 471.0 mm, una máxima en 24 horas (promedio anual) de 140.0 mm y una mínima anual de 3.0 mm.

#### **2.1.4. HUMEDAD RELATIVA Y ABSOLUTA**

De conformidad con la tabla de Normales Climatológicas para la Estación de Puerto Morelos se observa que el mes de mayo presenta la mayor evaporación con 183.3 mm y diciembre el que presenta una menor evaporación con 100.9 mm, a continuación se presenta el cuadro anual para un periodo de 10 años.

VALORES MENSUAL Y ANUAL EN mm PARA LOS REGISTROS OBTENIDOS DE EVAPORACIÓN POR LA ESTACIÓN CLIMATOLÓGICA DE PUERTO MORELOS, Q. ROO.

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
117.2	120.2	120.3	168.0	183.3	168.8	153.1	151.8	126.6	120.0	106.9	100.9	1,672

FUENTE: NORMALES CLIMATOLÓGICAS. ESTACIÓN PUERTO MORELOS, Q. ROO; SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL.

A pesar de lo anterior, los datos de evaporación y precipitación pluvial pueden presentar amplias variaciones como resultado de que esta región costera se ubica en el corredor de trayectorias de tormentas tropicales y huracanes originados en el Atlántico y en el Caribe. Estos fenómenos tienen una incidencia estacional entre junio y noviembre, por lo que esta zona se encuentra expuesta al impacto o afectación de al menos 10 huracanes en promedio por temporada, de los cuales 2 o 3 llegan a producir afectaciones de diversa magnitud.

### 2.1.5. GEOMORFOLOGÍA

Todo análisis fisiográfico tiene como objetivo fundamental reconocer y delimitar las diferentes formas de tierra, así como los rasgos generales del modelado de la zona. La información fisiográfica suministra apoyo a otras disciplinas como son a la edafología, por la estrecha relación que existe entre el suelo y la fisiografía; al ecólogo proporcionándole elementos de juicio sobre las características físicas de las distintas zonas de vida; al forestal por la correlación existente entre las formas de tierras y el tipo de bosque, al hidrólogo para definir patrones de drenaje; etc.

La geomorfología de la península de Yucatán, se basa en la morfología superficial y la altura sobre el nivel del mar. Los criterios aplicados tienen relación con las edades relativas del relieve, es decir, las porciones más bajas y planas son las más jóvenes, mientras que las más antiguas corresponden a las más elevadas y de mayor contraste en altitud. Las formas cársticas varían de una zona a otra, estando presentes en toda la península (Espinasa-Pereña; 1990a, 1990b).

La Península de Yucatán pertenece geológicamente a América del Norte, forma parte de la llamada "Llanura Costera del Atlántico Norte" junto con la planicie costera del Golfo de México. Es una amplia losa calcárea formada por sedimentos marinos del Terciario, constituidos por calizas, dolomitas y otros materiales calcáreos arcillosos.

Su origen se atribuye a levantamientos epirogénicos sucesivos que iniciaron desde el Cenozoico superior, y en la actualidad hay de nuevo emersión del Noreste- Este.

Los rasgos geomorfológicos de la Península de Yucatán están determinados por la naturaleza cárstica y permeable del sustrato. La acción erosiva tanto horizontal como vertical del agua en sustratos calcáreos produce conductos de disolución de diferentes tamaños, por los que fluye el agua a manera de ríos subterráneos.



Las dolinas de disolución se producen cuando se colapsa la parte superior de un río subterráneo creando una cavidad que alcanza la superficie, de tal manera que es frecuente encontrar sistemas hidrológicos superficiales de diferentes tipos y de distintos tamaños, entre ellos, los conocidos localmente como cenotes.

Esta misma erosión vertical al presentarse en cavernas contiguas da lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.

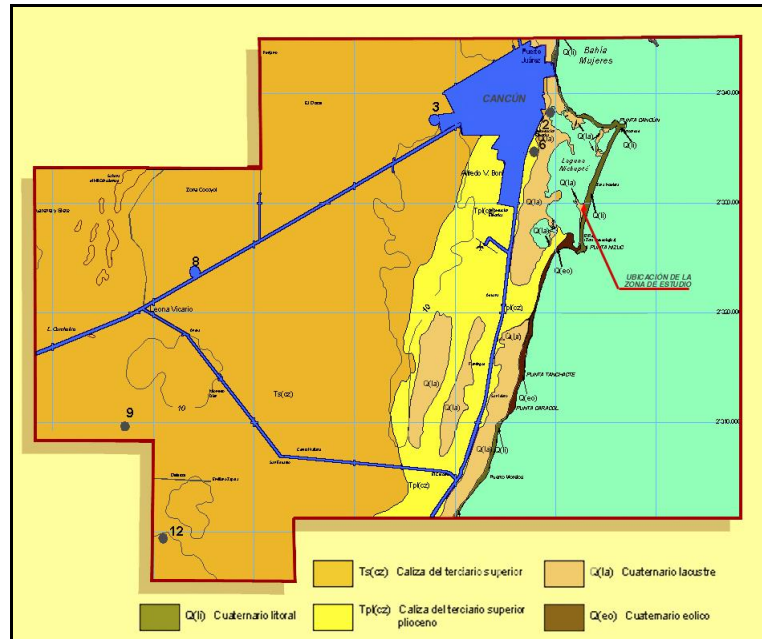
De acuerdo con Raisz (1959), el Estado de Quintana Roo pertenece a la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual a su vez se divide en tres subprovincias, nombradas: “Llanuras con Dolinas”, “Plataforma de Yucatán” y “Costa Baja”.

La zona costera del municipio de Benito Juárez, donde se ubica el predio estudiado, pertenece a la subprovincia “Llanuras con Dolinas”, que se extiende en las porciones Norte y Este de la entidad. Desde el punto de vista geomorfológico es una planicie formada en una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el oriente, con una altura media de 5 m sobre el nivel del mar y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones.

### 2.1.6. HIDROLOGÍA Y CUERPOS DE AGUA

La hidrología de la Península de Yucatán está determinada por sus características geomorfológicas. Ya que prácticamente es una losa plana, con escaso relieve y conformada por rocas de alta permeabilidad. No existen corrientes superficiales permanentes, salvo el Río Hondo, ubicado en la base de la Península donde se tiene diferente origen geológico, que sirve de límite fronterizo entre México y Belice.

El agua pluvial se infiltra rápidamente y forma escorrentías subterráneas que fluyen hacia el mar, lo que genera cavernas y cenotes que en ocasiones afloran a la superficie. De acuerdo con el Instituto de Geografía de la UNAM (1980), “El drenaje subterráneo de la Península de Yucatán forma una “Y” a partir de la zona alta de la meseta de Zohlaguna, dirigiéndose uno de los ramales al Norte hacia la zona de Río Lagartos, mientras que el otro lo hace hacia el Noreste de la península para descargar sus aguas al mar por debajo del nivel del litoral”.



Plano de los principales rasgos geomorfológicos identificados para la región del municipio Benito Juárez. Como se puede apreciar en la zona del Proyecto “Parque Maya”, se registran suelos del cuaternario litoral

Con base a los estudios realizados por Comisión Nacional del Agua y empresas particulares, se estima que el 69% de la superficie del estado está comprendida en la Región Hidrológica 33 denominada Yucatán Este y la porción complementaria corresponde a la N° 32 denominada Yucatán Norte.

La principal corriente superficial en el estado es el río Hondo (que nace en Guatemala como Río Azul), con una longitud de 125 km, orientado de Oriente a Suroeste. Este constituye el límite entre México y Belice, y desemboca en el Mar Caribe en la Bahía de Chetumal.

El municipio de Benito Juárez forma parte de la región hidrológica 32 denominada Yucatán Norte. Debido al relieve y a la ausencia de escurrimientos superficiales no se delimitan cuencas y subcuencas, constituyendo la planicie una unidad cubierta por vegetación y con elevada evaporación que favorece la infiltración y la evapotranspiración de una gran cantidad de agua de lluvia.

Gran parte de la precipitación pluvial se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas y evaporitas; posteriormente, es extraída mediante la evapotranspiración y el resto fluye por el subsuelo alcanzando las costas por donde es descargada al mar.

La dirección del flujo regional se da entonces desde las porciones internas de la península en sentido radial hacia las planicies, aflora en las lagunas y áreas de inundación y escapa subterráneamente hacia el mar en las zonas costeras. En las planicies internas de la península se dispersa hacia el Norte y Noroeste y, a partir de la zona de Xcan-Leona Vicario (zona de máxima precipitación pluvial del Noreste de la península), se extiende en forma radial hacia las costas, desfogando a la zona marina a lo largo del litoral.

Con respecto a la hidrogeología de la porción costera del norte de Quintana Roo, Moore, *et al.* (1992), indican que existen dos tipos principales de sistemas de flujo en el acuífero costero, los cuales presentan gradaciones entre ellos: un sistema en medios granulares el cual está integrado por las rocas del Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) y un sistema en fracturas y cavidades cársticas en los materiales del Terciario (Pre-pleistoceno-Felipe Carrillo Puerto).

La columna de agua freática se divide en tres cuerpos: Una lente de agua dulce, resultado de la infiltración del agua de lluvia y del flujo proveniente de tierra adentro, el cual descansa sobre una masa de agua



Carta hidrológica de la Península de Yucatán, mostrando las regiones hidrológicas determinadas por la CONAGUA. El municipio Benito Juárez se localiza en la RH No. 32.1.6

salobre que se sobrepone a un estrato de agua de mar, producto de la intrusión costera. El agua dulce tiene menos del 5 % de la salinidad y se separa por medio de una haloclina bien definida, del agua marina con salinidades de 95 % de agua de mar.

En la zona no existen corrientes superficiales debido a la alta permeabilidad de las rocas calizas, que facilita la infiltración del agua del subsuelo generando la presencia de cenotes y dolinas. Las dolinas de disolución se producen cuando se colapsa la parte superior de un río subterráneo creando una cavidad que alcanza la superficie; estas pueden ser de distintos tamaños, conociéndose localmente como cenotes.

La recarga de acuíferos ocurre a partir de las intensas lluvias en la región poniente de la península, a través de los volúmenes infiltrados a través del suelo poroso, dando lugar a los flujos subterráneos, mismos que se convierten en descargas hacia el mar.

En la porción oriental de la península, el flujo de agua subterráneo se encuentra a poca profundidad, aflorando ocasionalmente en cenotes y lagunas intermitentes, así como ojos de agua costeros y marinos.

La porosidad y permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología. Sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de animales, por ser mucho más porosos y escasamente consolidados, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva.

A lo largo del tiempo, estas características originales han sido modificadas por fracturamientos, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundarias que varían dentro de un amplio rango de valores altos; además de presentar una distribución espacial muy irregular tanto horizontal como verticalmente, a causa del errático curso y variado tamaño de los conductos.

Se trata de un acuífero de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria.

### **2.1.7. EDAFOLOGÍA**

Debido a que en términos geológicos la Península de Yucatán es de reciente formación, los suelos que presenta no han tenido el tiempo suficiente para alcanzar su madurez. Por lo anterior, no se han desarrollado suelos profundos o formalmente constituidos (en su mayor parte carecen de horizonte "B").

En la mayor parte de la superficie de la península de Yucatán, los suelos se han formado directamente a partir de la roca original de carbonatos de calcio (calizas); la alteración de estas rocas por la vegetación, lluvia y alta irradiación solar, ha producido suelos con alto contenido de materiales calcáreos.

Es por esto que las características edafológicas corresponden a suelos jóvenes, en estado transitorio y en proceso de evolución. En general los suelos del estado son poco profundos, poco evolucionados y muy alterados, por ello su fertilidad es baja, sus texturas son arcillosas y con drenaje deficiente.

La formación del suelo es lenta, por la gran solubilidad de la roca calcárea, y en consecuencia, los materiales son fácil y rápidamente arrastrados por el agua percolante, que deja pocos elementos para el desarrollo del mismo.

En la geografía municipal los suelos son poco profundos, conformados por unidades de gleysol, litosoles y rendzinas, que subyacen al afloramiento rocoso, por lo cual son fácilmente degradables y poco aptos para la agricultura intensiva. Alrededor de la costa existen médanos y cordones coralinos con regosoles calcáricos respaldados por una zona estrecha de terreno pantanoso con gleysoles eutróficos.

En la superficie donde se desplanta el **Parque Maya de Cancún**, se registra una unidad edafológica conformada por gleysoles calcáreos característicos de los suelos con desarrollo de humedales. Esta unidad edáfica denominada como gleysoles (AK'alché en la clasificación maya), generalmente de 0 a 20 cm de espesor, se caracteriza por estar formados por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A místico y B cámbrico, de naturaleza cálcica a gypsica, que puede presentar salinidades altas. A pesar de lo anterior, se debe recordar que se trata de un terreno rellenado, por lo que en su superficie el sustrato corresponde a sascab.



Plano de los principales grupos edafológicos para la zona donde se localiza la ciudad de Cancún. Se distinguen Cuatro diferentes unidades de suelo, siendo el más extendido el de tipo litosol que consiste en un estrato duro y continuo; las rendzinas con altos contenidos de carbonato de calcio; los gleysoles de características hidromórficas en zonas pantanosas, y por último los regosoles de textura limo – arcillosa, formados por lodos calcáreos en proceso de humificación. El Parque Maya de Cancún se localiza en la zona de gleysoles calcáreos característicos de los suelos con desarrollo de humedales, aunque se debe recordar que se trata de un terreno rellenado, por lo que en su superficie el sustrato corresponde a sascab.

A pesar de que en la península la roca es muy permeable y el agua de lluvia rápidamente permea el suelo, existen zonas bajas y depresiones en las cuales el fondo se sella debido a la cementación que producen acumulaciones de finas partículas arcillosas, dando como resultado las “rejolladas” que son cuerpos de agua que permanecen temporal o permanentemente inundados. Este tipo de fondos están constituidos por gleysoles calcáricos, muy ricos en materia orgánica (húmicos y eutróficos).

Estos suelos por lo general se conforman por mezclas de arenas, lodos calcáreos y materia orgánica. Las diferentes combinaciones de estos materiales condicionan las características edáficas y el potencial de estos suelos. En el predio bajo estudio, se registran dos unidades de suelo de este tipo: el gleysol calcáreo y el gleysol húmico.

Esta zona conformada por gleysoles, se caracteriza por inundarse durante la temporada de lluvias o incluso un periodo de tiempo mayor, ya que la temporada que va de junio a noviembre se puede extender hasta el mes de febrero, que es el caso del presente año, con lo cual se extiende por mucho la duración del hidrop periodo en el humedal.

#### **2.1.8. FISIOGRAFÍA COSTERA**

La Península de Yucatán se caracteriza por una extensa plataforma continental que se adentra varios kilómetros en los litorales Norte y Este, denominada Plataforma de Yucatán. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo esta estructura es muy estrecha, no rebasa los 3.7 km de amplitud, y prácticamente desaparece al sur de Puerto Morelos en donde bordea la costa a escasa distancia de la playa.

En términos generales, la plataforma Continental de Quintana Roo es una losa plana con pendiente suave hasta alcanzar los 40 m de profundidad, a partir de los cuales tiene lugar un talud que llega a más de 200 m de profundidad.

El relieve costero es modificado por una barrera coralina que inicia frente a Cabo Catoche y se prolonga hacia el sur, más allá de las costas Mexicanas. Dicha barrera es más bien una rompiente arrecifal, que forma parte morfológica del arrecife bordeante del estado, y se localiza a 1 ó 1.5 km de la playa.

Frente a las costas de Cancún no existe una barrera coralina, por lo que se han formado grandes dunas costeras como producto del intenso transporte litoral. Esta duna costera está bien representada entre Punta Cancún y Punta Nizuc, donde alcanza una altura de más de 20 metros (Molina *et al*, 1998) conectada a tierra firme por ambos extremos a través de barras llamadas “tómbolos” que, junto con la duna provocan la formación del Sistema Lagunar Nichupté (SLN).

El Sistema Lagunar de Nichupté está dividido en tres vasos principales que están separados entre sí por los bajos de “la Zeta”, y del “norte”. Estos vasos están comunicados mediante canales a varias lagunas pequeñas (Merino *et al*, 1990) situadas en los alrededores del sistema principal.

El sistema entero está conectado al mar a través del Canal Río Nizuc en Punta Nizuc, y el Canal Sigfrido en Punta Cancún.

Existen afluentes subterráneos de agua dulce dentro del Sistema Lagunar de Nichupté, particularmente en la zona oeste. Los manglares eran comunes en todo el perímetro de la Laguna, sin embargo, actualmente la mayor parte de aquellos ubicados en la zona colindante con el mar han desaparecido para dar cabida a la zona hotelera; actualmente el humedal mejor conservado se distribuye entre las lagunas, y en los bordes oeste y sur del Sistema.

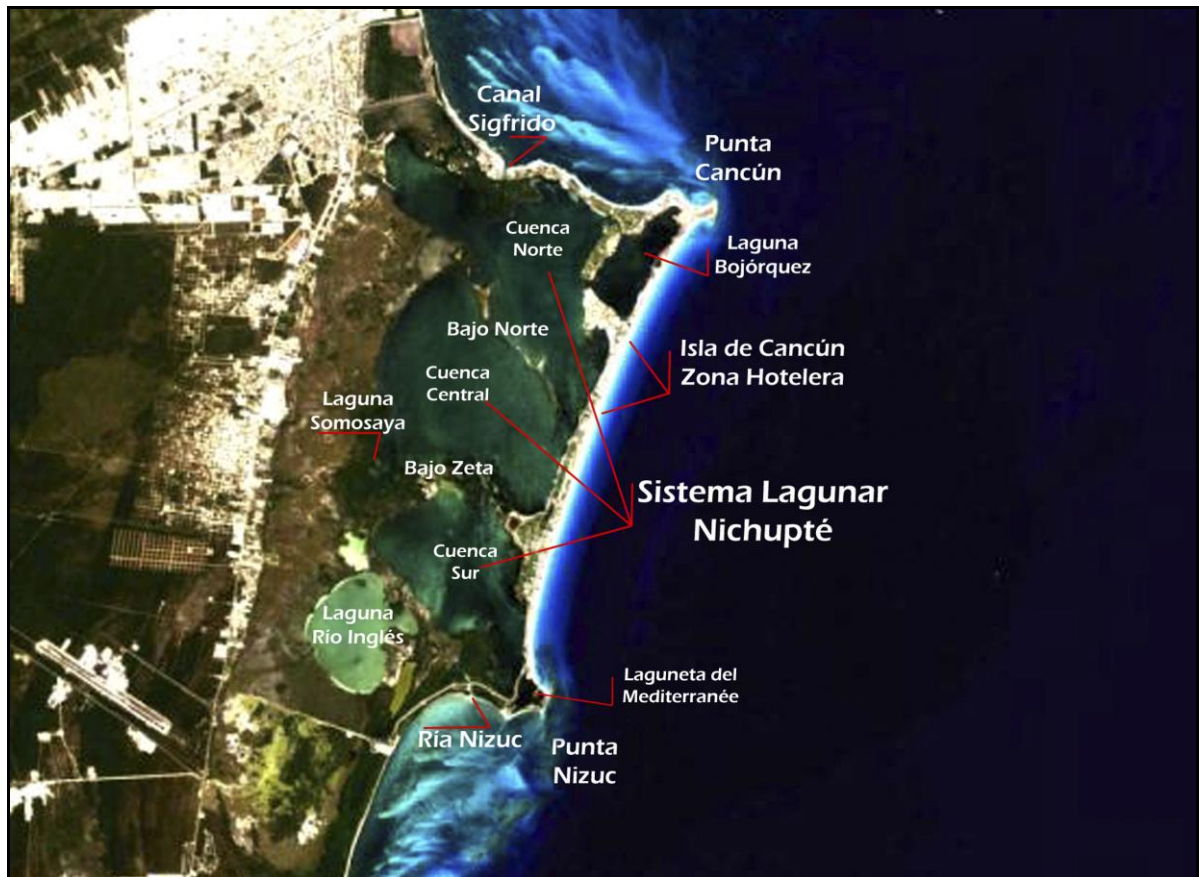


Imagen satelital en la que se aprecia la totalidad del Sistema Lagunar Nichupté, así como la ubicación de los principales cuerpos de agua, canales, barras y rellenos, así como las dos comunicaciones con la zona marina.

Antes del desarrollo del polo turístico de Cancún en la década de los 70's, el Sistema Lagunar Nichupté se comunicaba con el mar a través de ambos tómbolos, y por multitud de bocas temporales que durante la época de lluvias o durante una tormenta o huracán se abrían gracias al enorme aporte de aguas pluviales; sin embargo estas bocas fueron permanentemente cerradas con la construcción de la zona hotelera.

Actualmente todo el Sistema Lagunar Nichupté se comunica con el mar solamente por dos canales de marea que atraviesan los tómbolos, por lo cual la circulación del agua en su interior está muy restringida.

La duna se compone de arena blanca formada en el fondo del mar abierto por fragmentos de conchas, pedacería de coral, algas coralinas (*Halimeda* spp), y "ooides" que son granos de calcita con capas

concéntricas formadas por depositación química (Shaw, 1995). Las olas y el viento han apilado esta arena en la duna a través de los procesos de transporte litoral entre las puntas rocosas situadas en Punta Nizuc y Punta Cancún.

Conforme la barrera fue creciendo, sedimentos de aragonita de origen orgánico se acumularon en la laguna bajo las condiciones que proporciona el mar abierto. Los tómbolos estaban en proceso de formación durante este período pero faltaba que la Laguna se aislara del mar.

Hace alrededor de 1,500 años, los tómbolos cerraron el paso a las corrientes del mar abierto y el sedimento de la laguna cambió de lodo aragonítico de condiciones marinas a lodo de magnesio y calcita de condiciones restringidas.

Estas condiciones de circulación restringida permanecen hasta hoy en día, haciendo del Sistema Lagunar de Nichupté una zona particularmente vulnerable a la contaminación.

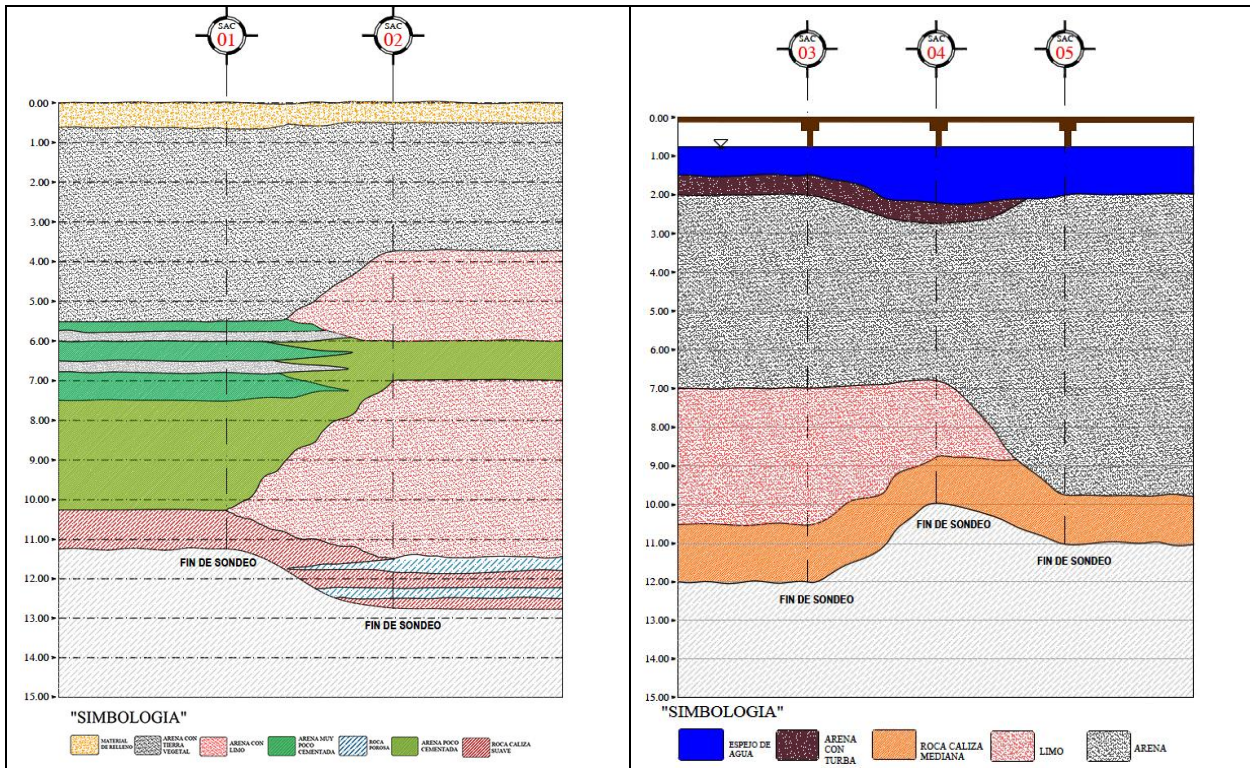
En el sitio específico donde se llevará a cabo el proyecto Parque Maya de Cancún, se realizaron exploraciones estratigráficas para reconocer la composición del subsuelo. Para ello se realizaron dos sondeos en tierra denominados SAC 01 y SAC 02 y tres en la laguna denominados SAC 03, SAC 04 y SAC 05.

Como resultado, se identificaron ocho sustratos distintos en los sondeos terrestres. En un primer lugar, en una capa de aproximadamente 70 u 80 cm se ubica material de relleno colocado hace varios años durante un pretendido uso turístico del área. Posterior a esta capa, se encuentra una mezcla de arena con tierra vegetal con un espesor que va de los -0.70 m donde termina el relleno, hasta los -3.80 m a -5.50 m. En seguida se pueden encontrar dos tipos de sedimentos, ya sea una mezcla de arena con limo que alcanza la cota de -6.00 m, o bien delgadas franjas horizontales (de no más de 60 cm de espesor) de arena poco cementada con intromisiones de franjas de arena también de poco espesor (30 cm aproximadamente) que se desarrollan hasta la cota de los -7.50 m.

Por debajo de las dos capas de sedimentos descritas anteriormente, se desarrolla una franja de arena poco cementada, que en el sondeo SAC01 registró un espesor de casi 3 m, alcanzando la cota de los -10.20 m. Sin embargo en el sondeo SAC 02 la franja de arena poco cementada inició en la cota de -6.00 m y acabó en la de -7.00, e decir que solo tenía un metro de espesor. Debajo de esta franja, en el sondeo SAC 02 se obtuvo arena con limo, y en el SAC01 roca caliza suave. Finalmente, debajo de esta roca caliza suave hay franjas mezcladas de roca porosa, con roca caliza suave.

Por su parte, los sondeos realizados en la laguna muestran tan solo 4 estratos diferentes. El primero no se desarrolla uniformemente sobre todo el fondo lagunar, sino que hay sitios en los que no existe. Este primer sustrato está formado de arena con turba con un grosor de 40 cm aproximadamente, y fue registrado en los sondeos SAC03 y SAC04. Por debajo de esta capa, se desarrolla una gruesa capa de arena que alcanzó la cota de los -7.00 m en los sondeos SAC03 y SAC04, pero que en el sondeo SAC05 llegó hasta casi los -10.00 m. Debajo de la arena, se localiza una capa de limo que va de los -7.00 a los -10.50 m en SAC03 y SAC04, mientras que en el sondeo SAC05 no se registró este tipo de sustrato.

Finalmente, la última capa de sedimentos corresponde a roca caliza mediana, la cual se detectó hasta donde alcanzaron los sondeos, siendo hasta la cota de -12.00 m en el sondeo SAC03, la cota de -10.00 en el sondeo SAC04 y la de los -11.00 m en el sondeo SAC05.



Localización de las perforaciones que se practicaron para realizar los sondeos exploratorios de avance controlado (SAC) de mecánica de suelos. Se identifican en la parte inferior de las gráficas los distintos tipos de horizontes presentes en el área

### 2.1.9. SISTEMAS HIDROMETEOROLÓGICOS

En el Estado los vientos dominantes son los denominados “alisios” que presentan una dirección constante hacia el Este, durante los meses de febrero a julio. A esta temporada le sigue un periodo de transición entre julio y septiembre, en los que se presenta una alta variabilidad en la dirección de los vientos, que oscila entre el Sureste y el Norte, con velocidades variables, lo cual determina en buena medida si se trata de vientos cálidos y húmedos.

La velocidad media anual del viento registrada entre 1982 y 1983 fue de 5 m/s, con un máximo de 20 m/s que equivale a 72 km/h (Merino y Otero, 1991).

Otros meteoros que afectan la costa oriental de la península de Yucatán son las tormentas tropicales, los “nortes” y los “surestes”. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño, representando una categoría previa a la clasificación de huracán, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 120 km/h.



Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender de manera drástica la temperatura y la humedad del aire, provocando fuertes precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos de hasta 100 km/h.

Los surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración variable, con vientos húmedos y cálidos provenientes del Sureste, por lo que estos sistemas se desplazan con dirección Noroeste, con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/h y rachas de 80 km/h. Por otro lado, las tormentas tropicales son fenómenos meteorológicos característicos de la región, se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, ya que sus vientos son inferiores a los 120 km/h.

Durante los meses de junio a octubre se presentan sistemas tropicales tales como tormentas tropicales y huracanes que inciden en el Estado y que son los responsables de cambios periódicos en los ecosistemas al generar alteraciones de los mismos a gran escala.

Los huracanes o ciclones tropicales son uno de los eventos hidrometeorológicos de mayor impacto puntual en las zonas costeras de la Península de Yucatán. De acuerdo con la SEMARNAT (2003), un huracán es "un viento muy fuerte que se origina en el mar, que gira en forma de remolino acarreado humedad en enormes cantidades y que al tocar áreas pobladas, generalmente causa daños importantes."

Los huracanes presentan sistemas de vientos específicos que se originan en las zonas tropicales, y se intensifican en movimientos de rotación alrededor de un centro de baja presión y temperaturas superficiales del agua oceánica por arriba de los 27° C.



Dibujo esquemático que permite visualizar en un corte transversal la estructura interior de un huracán y de cómo éste se alimenta del calor del agua del océano, alimentando la velocidad de sus vientos que suben rápidamente en forma espiral sobre las paredes del ojo del mismo.

De acuerdo con el Comité de Huracanes de la Asociación Regional IV para América del Norte, Caribe y Central, de la Organización Meteorológica Mundial, la evolución de un ciclón tropical puede ser dividida en las cuatro etapas siguientes:

1. Nacimiento (depresión tropical). Primero se forma una depresión atmosférica, que se caracteriza porque el viento empieza a aumentar en superficie con una velocidad máxima (media en un minuto) de 62 km/h o menos; las nubes comienzan a organizarse y la presión desciende hasta cerca de las 1000 hpa (hectopascales).

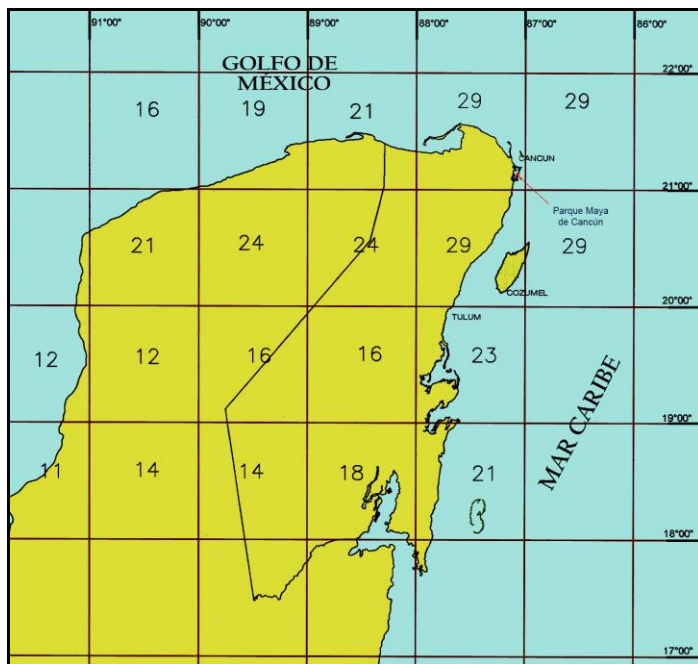
2. Desarrollo (tormenta tropical). La depresión tropical crece o se desarrolla y adquiere la característica de tormenta tropical, lo que

significa que el viento continúa aumentando a una velocidad máxima de entre 63 y 117 km/h inclusive; las nubes se distribuyen en forma de espiral y empieza a formarse un ojo pequeño, casi siempre en forma circular, y la presión se reduce a menos de 1000 hpa. En esta fase es cuando recibe un nombre correspondiente a una lista formulada por la Organización Meteorológica Mundial (Comité de Huracanes).

3. Madurez (huracán). Se intensifica la tormenta tropical y adquiere la característica de huracán, es decir, el viento alcanza el máximo de la velocidad, pudiendo llegar a 370 km/h, y el área nubosa se expande obteniendo su máxima extensión entre los 500 y 900 km de diámetro, produciendo intensas precipitaciones. El ojo del huracán cuyo diámetro varía entre 24 a 40 km, es un área de calma libre de nubes. La intensidad del ciclón en esta etapa de madurez se gradúa por medio de la escala de Saffir-Simpson.

4. Disipación (fase final). Este inmenso remolino es mantenido y nutrido por el cálido océano hasta que se adentra en aguas más frías o hasta que entra a tierra firme, situación ésta última en la que el ciclón pierde rápidamente su energía y empieza a disolverse debido a la fricción que causa su traslación sobre el terreno.

En la República Mexicana, Quintana Roo es el Estado con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos abarca de junio a octubre, con la mayor incidencia de este tipo de fenómenos naturales en el mes de septiembre, en el que además se han registrado los huracanes con mayor poder destructivo.



Frecuencia de impacto de huracanes en la Península de Yucatán, (modificado de Konrad, 1996). Este análisis se basa en el número de ingresos de la trayectoria de huracanes, en cada uno de los cuadrantes que se forman con cada grado de latitud y longitud geográfica. Como se puede apreciar, la zona donde se ubica el predio estudiado, en la porción nor-oriental de la península, resulta con mucho el área que recibe una mayor frecuencia de impactos de huracanes en el estado (29) y de hecho, en toda la península.

Entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes que ocurren en la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías más grandes, es decir los más destructores.

Las costas de nuestro estado son muy vulnerables al impacto de este tipo de fenómenos hidrometeorológicos, ya que se encuentra en la ruta de desplazamiento de los huracanes que se forman en el atlántico.

Cuando un huracán se acerca a las costas, las mareas de tormenta que generan y que llegan a alcanzar hasta 5 m o 6 m, golpean el litoral erosionando las playas e inundando con aguas salinas los humedales ubicados en los terrenos bajos inmediatos a la barra arenosa.

El efecto abrasivo de los vientos huracanados, así como las mareas de tormenta que invaden con aguas saladas los humedales costeros del Estado, provocan la contaminación salina de los suelos, principalmente

constituidos por turba y materia orgánica, lo cual los hace susceptibles a un proceso de mayor

degradación con el tiempo, ya que la desaparición de la vegetación que se desarrolla en el pantano, propicia la degradación de los suelos al desaparecer la vegetación que los protege de intemperismos que pulverizan la fina materia del suelo en el humedal, llegando incluso a desaparecer en amplias zonas.

Entre los huracanes más recientes que afectaron las costas de Quintana Roo, destacan Janet, que en 1955 arrasó con Chetumal; el huracán Allen en 1980, que aunque sólo rozó la península, causó estragos en varias zonas del estado.

Sistemas hidrometeorológicos de gran envergadura que han afectado las costas estatales en los últimos 53 años. Destacan los años de 1988 con el huracán Gilberto y 2005 con los huracanes Emily y Wilma

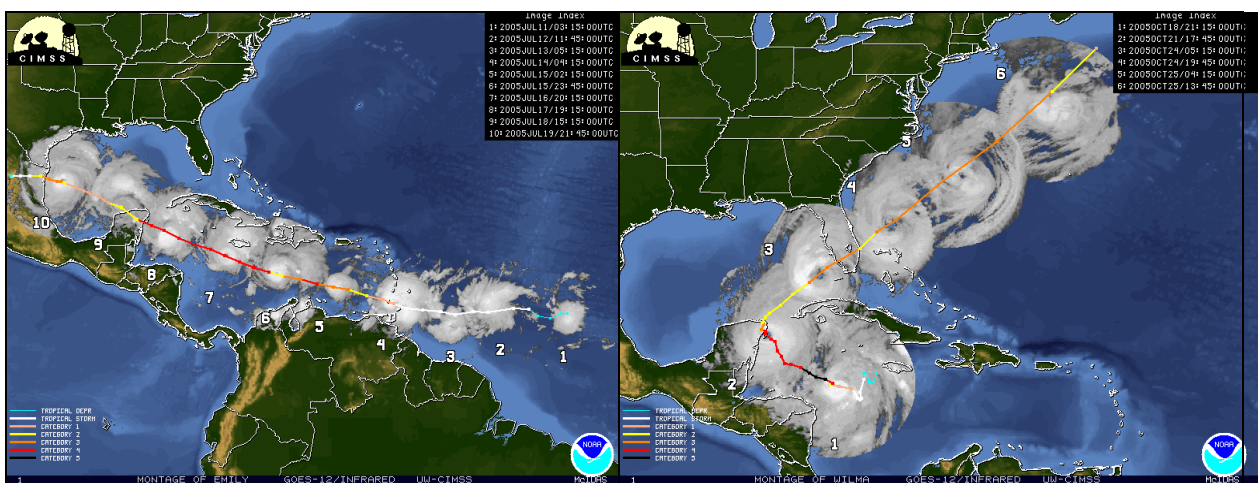
	FECHA	NOMBRE	CATEGORÍA	VELOCIDAD (km/hr)
1	Septiembre, 1961	CARLA	Huracán Intensidad 1	120
2	Octubre, 1964	HILDA	Depresión Tropical	50
3	Septiembre, 1965	DEBBIE	Tormenta Tropical	90
4	Octubre, 1966	INÉS	Huracán Intensidad 3	200
5	Septiembre, 1967	BEULAH	Huracán intensidad 1	120
6	Octubre, 1969	LAURIE	Depresión Tropical	55
7	Septiembre, 1970	ELLA	Tormenta Tropical	120
8	Junio, 1972	AGNES	Tormenta Tropical	115
9	Septiembre, 1973	DELIA	Depresión Tropical	55
10	Agosto, 1975	CAROLINE	Depresión Tropical	55
11	Septiembre, 1975	ELOISE	Tormenta Tropical	65
12	Septiembre, 1979	HENRY	Depresión Tropical	55
13	Agosto, 1980	ALLEN	Huracán Intensidad 5	250
14	Noviembre, 1980	JEANNE	Tormenta Tropical	65
15	Junio, 1982	ALBERTO	Huracán intensidad 1	137
16	Agosto, 1985	DANNY	Huracán intensidad 1	144
17	Octubre 1987	FLOYD	Huracán intensidad 1	130
18	Septiembre, 1988	GILBERTO	Huracán intensidad 5	317
19	Noviembre, 1988	KEITH	Tormenta Tropical	100
20	Septiembre, 1995	OPAL	Huracán intensidad 4	209
21	Octubre, 1995	ROXANNE	Huracán intensidad 3	161
22	Agosto 1996	DOLLY	Tormenta Tropical	113
23	Octubre 1998	MITCH	Huracán intensidad 5	285
24	Octubre 1999	KATRINA	Tormenta Tropical	65
25	Septiembre 2000	KEITH	Huracán intensidad 4	215
26	Agosto 2001	CHANTAL	Tormenta Tropical	100
27	Septiembre 2002	ISIDORE	Huracán intensidad 3	220
28	Julio 2005	EMILY	Huracán intensidad 4	240
29	Octubre 2005	WILMA	Huracán intensidad 5	280

A estos huracanes importantes le siguió el huracán Gilberto que azotó las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988, el cual por haber alcanzado y sobrepasado la categoría 5, fue considerado como el “huracán del siglo” no sólo por sus dimensiones, sino por su gran afectación ecológica. Esta denominación cambió en el año 2005, cuando dos huracanes categoría 5 golpearon las costas del estado, Emily en julio y Wilma en octubre que arrasó la porción norte del estado.

La temporada de huracanes del 2005 comenzó oficialmente el 1 de junio y se extendió hasta el 30 de noviembre. Estas fechas convencionales delimitan el periodo en que se espera se formen los huracanes en el Océano Atlántico. Previo al inicio de la temporada se vaticinaba una temporada muy activa, pero estas expectativas fueron rebasadas por mucho. En esa temporada de huracanes se presentó por vez primera en los registros, un total de 23 tormentas tropicales que la convierten en la más activa de la historia. De igual forma, se presentaron 13 huracanes, lo que constituye el mayor número histórico en una sola temporada. Del total de huracanes que se formaron, 7 se convirtieron en grandes huracanes.

Esta es la primera vez que en una temporada de huracanes, tanto del Atlántico como del Pacífico, se agotó la lista de nombres y se tuvo que recurrir al uso de las letras del alfabeto griego para nombrar los subsiguientes sistemas en formación. Por último, esta insólita temporada de huracanes, además de registrar por primera vez 3 huracanes categoría 5 (Katrina, Rita y Wilma), estos tres se encuentran entre los 6 huracanes más intensos de que se tenga registro para la cuenca Atlántica.

Pero para Quintana Roo, sobre todo para la zona costera norte, el impacto del huracán Wilma fue desastroso, incluso mayor que Gilberto, debido al comportamiento, velocidad y la trayectoria que siguió este destructivo meteoro. Este huracán, formado casi al final de la temporada, se abatió sobre la zona norte del estado, especialmente sobre Cancún, y se mantuvo ejerciendo influencia con su fuerza devastadora por 60 horas. Wilma registró muchos records y su comportamiento fue totalmente impredecible. Entre otras cosas, este huracán se transformó rápidamente en el huracán más poderoso registrado para el Atlántico, ya que solo le tomó 16 horas para fortalecerse desde un nivel de tormenta tropical hasta un huracán de categoría 5, la más rápida intensificación registrada para el Océano Atlántico.



Los dos huracanes que después de haber alcanzado la máxima categoría en la escala Saffir-Simpson, impactaron las costas del estado con una categoría 4 durante la temporada de huracanes 2005. En ambas ilustraciones se muestra una composición del trayecto seguido por estos dos peligrosos huracanes, a la izquierda el huracán Emily y a la derecha el huracán Wilma. Composiciones de imágenes satelitales en infrarrojo elaboradas por la **National Oceanographic and Atmospheric Administration**.

## 2.1.10. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

### 2.1.10.1 CORRIENTES

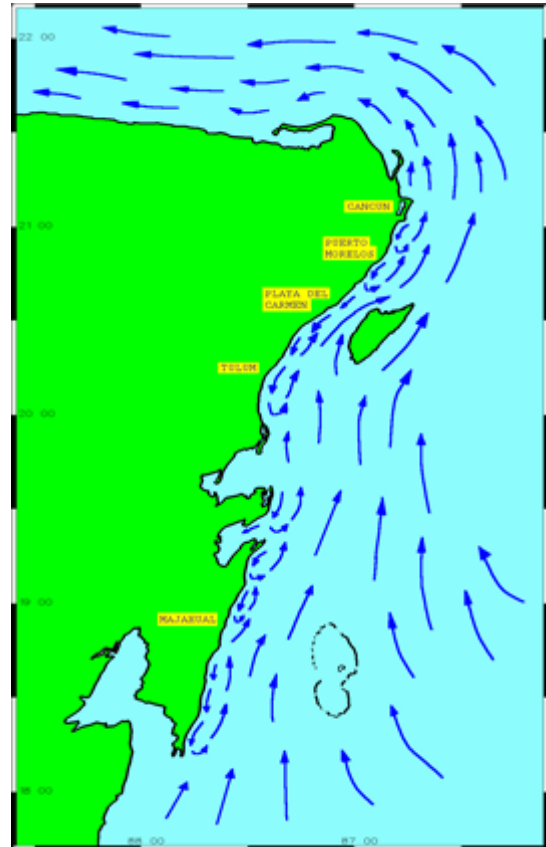
Las corrientes en el área marina adyacente al área de estudio siguen el patrón descrito para las costas del estado. La circulación costera no representa riesgos importantes debido a la protección de las bahías y la rompiente arrecifal, aún para la navegación de embarcaciones pequeñas o bien aquellas de propulsión humana.

La corriente del Caribe corre en dirección norte, siendo el aspecto dominante del sistema superficial de corrientes del Caribe.

A ambos lados de dicha corriente existen contracorrientes y vórtices de dirección y velocidad variables. Sobre la zona costera, estas contracorrientes se presentan influenciadas por las salientes o puntas, sobre las que choca la corriente oceánica, provocando su contraflujo.

El movimiento de las masas de agua dentro del Sistema Lagunar de Nichupté es escaso, determinado por la escasa variación de las mareas, la poca profundidad del sistema y la reducida amplitud de los canales de comunicación con el mar.

El viento solo ejerce una fuerza suficiente para mezclar verticalmente las aguas (Jordán *et al.*, 1983). Esto determina que la laguna se encuentre en un alto grado de aislamiento con respecto al mar, situación que es más compleja en la Laguna de Bojórquez, donde los rellenos realizados para el desarrollo del Lote 18-A (situado al sur del sistema Bojórquez, hoy conocido como Isla Dorada) en el año de 1992 han bloqueado casi por completo la conexión con el resto del Sistema.



Patrón general de circulación oceánica y costera superficial en las costas de Quintana Roo. (Tomado de: Molina *et al.*, 1998).

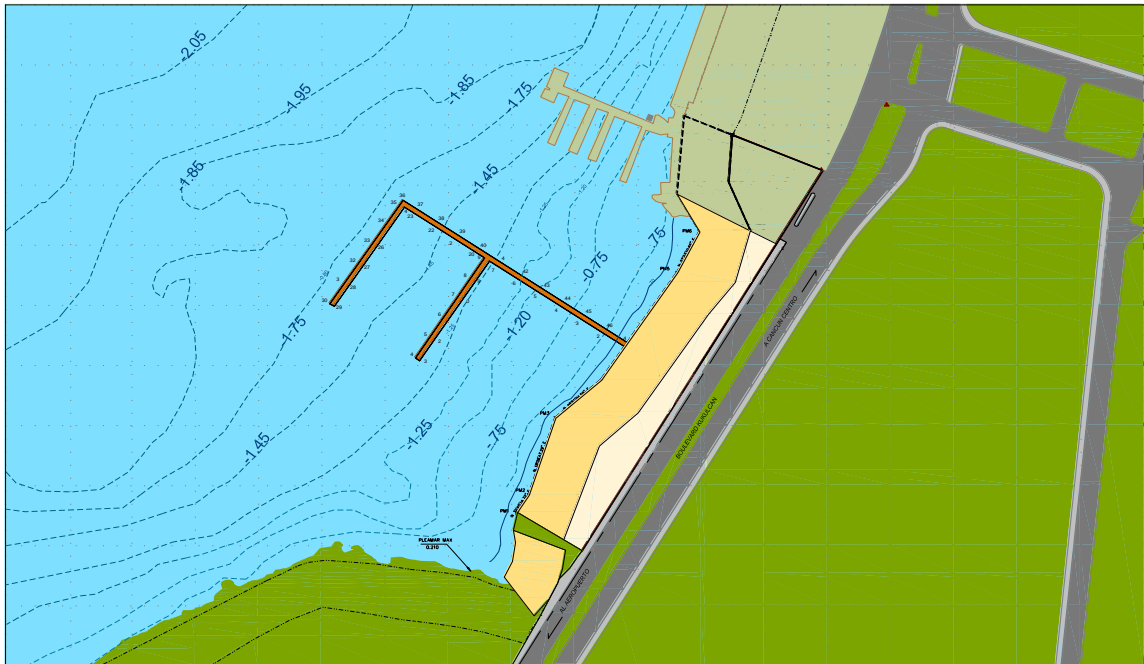
### 2.1.10.2 MAREAS

Los procesos marinos no parecen ser importantes dentro del Sistema Lagunar de Nichupté. Las mareas, usualmente la principal característica oceanográfica en las lagunas, son diurnas mixtas en el área, y presentan un rango máximo de 20 cm, sin embargo, las mareas se reducen a tan solo 3 cm dentro de la Laguna Bojórquez (García-Krasovski, citado en González *et al.*, 1992).

### 2.1.10.3 BATIMETRÍA

Las lagunas del Sistema Lagunar de Nichupté tienen fondo somero, con una profundidad media ligeramente mayor a 2 m. Las profundidades máximas se encuentran en el centro de los tres vasos principales, excepto en la Laguna Bojórquez, donde se han dragado canales para permitir el paso de embarcaciones (Merino *et al*, 1990), de acuerdo con González *et al* (1992), aproximadamente 20 % del fondo original de la Laguna Bojórquez, que tenía profundidad media del orden de 1 m, durante la construcción de Cancún fue dragado hasta 3 o 4 m en sus orillas oriental y occidental.

En particular en el sitio del proyecto, las isobatas van de 0.70 m en la orilla del manglar de borde, hasta 1.75 m al final del muelle, aumentando paulatinamente hasta los 2.05 m aproximadamente a los 100 m después de éste. Las isobatas tienen un comportamiento normal, es decir, corren paralelas a la margen lagunar, sin presentarse bajos u otras irregularidades importantes.



Plano que presenta los polígonos que se proponen para el desarrollo del proyecto Parque Maya de Cancún, así como las isóbatas o isolíneas de profundidad de la laguna Nichupté en las inmediaciones. Las profundidades registradas van de los 0.70 m en la orilla del manglar de borde, hasta 1.75 m al final del muelle, aumentando paulatinamente hasta los 2.05 m aproximadamente a los 100 m después de éste.

### 2.1.10.4 SUPERFICIE Y VOLUMEN DE LAS PRINCIPALES LAGUNAS DEL SISTEMA LAGUNAR NICHUPTÉ

De acuerdo a Merino *et al* (1990), la cuenca centro del Sistema Lagunar de Nichupté es la que mayor superficie tiene con 17.2 millones de metros cuadrados (43.3% del total), seguida de la cuenca norte con 14.9 millones de metros cuadrados (29.8 %) y la cuenca sur con 10.7 millones de m<sup>2</sup>(21.3 %), sin embargo

tanto la cuenca norte como sur tienen aproximadamente el mismo volumen de agua con casi 40 millones de m<sup>3</sup> cada una, esto debido a que la cuenca norte es ligeramente más profunda. Los resultados de Merino (*op cit.*), se observan en el siguiente cuadro.

**SUPERFICIE, PROFUNDIDAD Y VOLUMEN DE LOS PRINCIPALES CUERPOS DE AGUA DEL SISTEMA LAGUNAR DE NICHUPTÉ**

LAGUNA	SUPERFICIE		PROFUNDIDAD	VOLUMEN	
	m <sup>2</sup> x 10 <sup>6</sup>	%		m	m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup>
CUENCA NORTE	14.9	29.8	2.5	37.9	34.8
CUENCA CENTRO	17.2	34.3	2.2	37.7	34.7
CUENCA SUR	10.7	21.3	2.4	25.7	23.6
BOJÓRQUEZ	2.5	4.9	1.6	3.9	3.6
RÍO INGLÉS	4.8	9.6	0.8	3.7	3.4
TOTAL	50.0	100	--	108.9	100.0
MEDIA	--	--	2.2	--	--

(Tomado de Merino *et al.*, 1990)

#### 2.1.10.5 INTERCAMBIO DE AGUA Y TIEMPO DE RESIDENCIA

Debido a la ausencia de descargas fluviales, a la poca variación de las mareas y a que la energía del oleaje del mar se disminuye casi por completo en las dos únicas y estrechas entradas a la laguna, el Sistema Lagunar de Nichupté tiene un intercambio de agua con el mar muy pobre (Merino y Ruíz, sin fecha).

El único medio por el cual el agua puede ser renovada es mediante la entrada constante de agua dulce por los flujos subterráneos, la cual desplaza al agua ya existente dentro de la laguna hacia el mar (Merino y Ruíz, *op. cit.*). La tasa de residencia del agua del Sistema Lagunar de Nichupté ha sido calculada por Merino *et al.* (1990) en 1.24 años, aunque González *et al.* (1992) citan un tiempo de 2 años, por su parte Merino y Ruíz (sin fecha), la calculan el tiempo de residencia en 1.5 años.

Por otro lado, el intercambio de aguas de la Laguna de Bojórquez toma más tiempo debido principalmente a la nula presencia de aportes subterráneos de agua dulce y la poca variación en el ritmo de mareas.

En este caso, el intercambio está regulado por las variaciones atmosféricas como la lluvia, la evaporación, los vientos, etc. En base a esto, Merino y Ruíz (sin fecha) calcularon un lapso de residencia de 4 años, mientras que González *et al.* (1992) calcularon un lapso de hasta 4.9 años, con una media de 2.9 años, con muestreos realizados de 1985 a 1986.

De cualquier forma, ambos autores realizaron sus cálculos con datos obtenidos antes del relleno realizado en el lote 18-A, el cual bloqueó de manera definitiva una de las vías de recambio de la Laguna Bojórquez, por ello se considera que el tiempo actual de residencia de las aguas ha aumentado considerablemente.

Sorensen *et al.* (1991), González *et al.* (1992) indican que el tiempo de residencia de las aguas de un ecosistema estuarino o lagunar, debe de ir en orden de días o meses, por lo que el tiempo calculado para Laguna Bojórquez es por demás excesivo.

#### 2.1.10.6 CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua en la Laguna Bojórquez, y en general para el Sistema Lagunar de Nichupté ha cambiado constantemente desde el inicio del desarrollo del polo turístico de Cancún.

Los reportes de los habitantes de la zona hasta antes de 1972, indican la existencia de aguas muy claras en la que era común observar fauna ahora escasa como sábalos y tiburones (Lima Zuno, 1995). Otras entrevistas reportan la presencia de manatíes, lo que indica una calidad de agua razonablemente buena.

Durante el desarrollo de Cancún, se construyó la planta de tratamiento de aguas residuales Pok Ta Pok en los márgenes de la Laguna Bojórquez, la cual arrojaba su efluente a la misma, adicionalmente se ubicó un relleno sanitario a poca distancia del margen oeste del Sistema Lagunar de Nichupté, el cual durante años ha estado filtrando lixiviados al manto freático y de allí a la laguna.

Adicionalmente la falta de drenaje sanitario en la zona urbana de Cancún obliga a los residentes a construir fosas sépticas, las cuales casi siempre están mal elaboradas o no tienen un mantenimiento adecuado y permiten la filtración de materia orgánica al subsuelo, permitiendo su ingreso al torrente subterráneo y de allí al Sistema Lagunar de Nichupté. Así mismo, los drenajes clandestinos de aguas cloacales que desembocaban a la laguna fueron parte importante para la contaminación del lugar.

Por otro lado, el relleno del margen sur de la Laguna Bojórquez para construir el lote 18-A y la remoción del manglar para el establecimiento de infraestructura turística han limitado la capacidad del sistema para autorregularse mediante el intercambio constante de agua y la fijación de nutrientes por parte del manglar.

Finalmente, el aumento en las actividades náuticas recreativas en la laguna ha incrementado los niveles de hidrocarburos y metales pesados en el agua y sedimentos, por lo que la calidad del agua se deteriora notablemente con el paso del tiempo.

Actualmente, las autoridades federales, estatales y municipales han puesto en marcha diversos programas para reducir la contaminación del Sistema Lagunar de Nichupté, y en particular de la Laguna Bojórquez, al optimizar el funcionamiento de la planta de tratamiento Pok Ta Pok, cancelando drenajes clandestinos y estableciendo sistemas de aireación artificiales. Sin embargo estas acciones han dado pobres resultados y la Laguna Bojórquez enfrenta un grave problema de eutroficación.

Desde hace varios años diversas instituciones y empresas han realizado monitoreos de la calidad del agua en el Sistema Lagunar de Nichupté, incluyendo la Laguna Bojórquez; en todos ellos las variables ambientales han sido diferentes, por lo que es difícil establecer una comparación entre ellas, a pesar de ello es posible observar algunos cambios significativos.



#### 2.1.10.7 TEMPERATURA Y SALINIDAD

La distribución de la temperatura del agua en la totalidad del Sistema Lagunar Nichupté es relativamente homogénea a través del año, tanto vertical como horizontalmente (Merino *et al*, 1990). La temperatura mínima del agua durante el invierno es tan sólo un grado y medio menor a la del agua de la zona marina costera adyacente.

Al contrario de la temperatura, la salinidad si presenta un fuerte gradiente horizontal en todo el Sistema Lagunar de Nichupté con dirección oeste a este, registrando las menores salinidades en la parte oeste del Sistema Lagunar de Nichupté, donde se ubican los afluentes de agua subterráneos, y aumentando gradualmente hacia el este, donde no existen estos afluentes.

La salinidad también presenta cambios a través del año, estando influenciada por una mayor descarga de aguas dulces durante la temporada de lluvias, lo que reduce la salinidad; mientras que en la época de secas, la salinidad aumenta significativamente debido a una reducción en el aporte de aguas subterráneas (Merino *et al*, 1990).

En mayo la salinidad se presentó en un rango de 25 ppm a 35 ppm poco antes de las lluvias, mientras que un mes después, al inicio de las lluvias en junio de 1982, se obtuvo una salinidad mínima en el Sistema Lagunar de Nichupté de 8 ppm y una máxima de 28 ppm. No existe un gradiente vertical de salinidad, condición dada por los constantes vientos que mezclan las aguas de esta laguna de escasa profundidad.

## 2.2.- ASPECTOS BIÓTICOS

### 2.1.1. VEGETACIÓN TERRESTRE

Los polígonos que conforman la superficie donde se pretende desarrollar el proyecto Parque Maya de Cancún, son producto de rellenos que se realizaron en el pasado, y en los cuales se han desarrollado actividades previas y algunas construcciones. El terreno ha estado abandonado desde hace tiempo, por lo que ha sido invadido por vegetación oportunista como pastos y zacates, así como manchones dispersos de vegetación halófila y algunas especies inducidas de ornato, que se han propagado desde las áreas jardinadas del Boulevard Kukulcán.



Conjunto de imágenes que reflejan el estado general que guarda la superficie del predio estudiado. En la imagen superior izquierda, se aprecia la vegetación de árboles nativos y exóticos, formando una cortina sobre la acera del Boulevard Kukulcán. A su derecha, una imagen del predio del lado de la laguna, en donde se aprecia el mangle de borde que se desarrolla entre el predio y la laguna, mezclado con especies halófitas e introducidas. En ambas imágenes se aprecian los pastos, zacates y otros tipos de plantas herbáceas que se desplantan sobre el suelo. Sobre estas líneas, la salvia azul (*Salvia farinacea*), una especie que se usa para formar setos, pero que se dispersa e invade ecosistemas nativos, llevado a desplazar al propio manglar. Por último, el tomatillo (*Solanum verbascifolium*) que es una planta arbustiva que se caracteriza por formar parte de la vegetación en las áreas de transición entre terrenos inundables y secos (ecotonos).

El tipo de vegetación predominante dentro del predio, sobre todo en la parte frontal del predio colindante con el Boulevard Kukulcán (parte este del predio), corresponde a especies pioneras de rápido crecimiento y propagación explosiva, tales como el Pasto Kunth (*Cyperus manimae*), pasto estrella (*Cynodon dactylon*),

el tomatillo (*Solanum verbascifolium*) y jóvenes ejemplares del uaxim (*Leucaena leucocephala*). El estrato arbustivo está compuesto en su mayoría por la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), la palma chit (*Thrinax radiata*), la salvia azul (*Salvia farinacea*), el chechem (*Metopium brownei*) y finalmente la palma cocotera (*Cocos nucifera*) en el estrato arbóreo. El estrato arbóreo que no sobrepasa los 2 m, está dominado por chechem (*Metopium brownei*) y el uaxim (*Leucaena leucocephala*) y varias palmas de coco (*Cocos nucifera*).



Plano de la caracterización vegetal en el predio estudiado. "A" corresponde área hasta donde alcanzan a entrar las ramas secundarias de los árboles de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), al interior del predio, así como algunas especies arbóreas como siricote (*Cordia dodecandra*), matapalo (*Ficus tecolutensis*), maculix (*Tabebuia rosea*) y principalmente tomatillo (*Solanum verbascifolium*). "B" representa la superficie cubierta por una amplia variedad de zacates como el pasto espartillo (*Spartina densiflora*), el pasto Kunth (*Cyperus manimae*), el pasto estrella (*Cynodon dactylon*) y el zacate rosetilla (*Cenchrus Incertus*). El área "C" es donde se encuentran de manera predominante las especies ornamentales, ya que colinda con el boulevard Kukulcán y con la jardinería del predio colindante, como son, salvia azul (*Salvia farinacea*), la lila de campo (*Browallia americana*), el maculix (*Tabebuia rosea*), el croto (*Codiaeum variegatum*) y palmas de coco (*Cocos nucifera*). Como áreas "D", corresponde a las superficies de las plataformas de concreto. Las dos manchas verde oscuro, corresponden a los dos árboles de mangle botoncillo.

De manera específica, el polígono grande, que cuenta con una superficie de 4,578.10 m<sup>2</sup>, está conformado por un ensamblaje de especies como el cakile (*Cakile edentula*), Siricote (*Cordia Sebestena*), Palma de

coco (*Cocos nucifera*), maculix (*Tabebuia rosea*), el uaxim (*Leucaena leucocephala*), el tomatillo (*Solanum verbascifolium*), el orégano de playa (*Origanum vulgare*), la salvia azul (*Salvia farinacea*), el chaca (*Bursera simaruba*), el pasto estrella (*Cynodon dactylon*), lirio de playa (*Hymenocallis littoralis*), la margarita de mar (*Ambrosia hispida*), la especie introducida que presenta ejemplares muy desarrollados en el predio, el almendro (*Terminalia catappa*), la lila de campo (*Browallia americana*) y el pasto san Agustín (*Stenotaphrum secundatum*).

Del lado de la laguna, el predio colinda con una franja de manglar de borde. Esta asociación de mangle alcanza una altura de hasta 8 m y de acuerdo con los vecinos del lugar, se ha desarrollado a partir de un relleno que se realizó en la zona, por lo que a pesar de algunos de los árboles son adultos, no se observa ningún ejemplar que cuente con diámetro mayor a 30 cm.

Las especies que conforman esta asociación son el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) en la franja con menor inundación; mientras que el Mangle rojo (*Rhizophora mangle*) se desarrolla en la zona permanentemente inundada. Todas las especies señaladas cuentan con estatus de Amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La carencia de orquídeas, bromelias epífitas o helechos de agua, es un reflejo del reciente desarrollo de esta exigua franja de mangle sobre los terrenos rellenos realizados para conformar el Boulevard Kukulcán

En lo que respecta al polígono chico que mide 505.43 m<sup>2</sup>, la mayor parte de la vegetación existente se encuentra sobre una acumulación de residuos de materiales pétreo (cascajo) de manera general, y en la zona que colinda con la laguna, cuenta con algunas especies de mangle de borde y en la zona colindante con el boulevard Kukulcán especies ornamentales y palmas de coco, en su lado sur, colinda con el predio de Grand Island que tiene jardinería ornamental como pasto san Agustín principalmente.

Otras de las características de este pequeño polígono, es que cuenta con dos árboles de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), cuyas tallas oscilan entre los 30 y 40 cm de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Así mismo podemos encontrar arboles de almendro, de huaxin y siricote de tallas aproximadas entre los 20 y 30 cm de Diámetro a la Altura del Pecho, con alturas no menores de 4 m.



Las imágenes corresponden a los dos árboles de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), que se encuentran dentro del área del polígono chico. Estos dos ejemplares se conservarán en el predio como parte del paisaje del proyecto.

Este polígono por estar pegado a un predio que le da mantenimiento continuo a su jardinería, es influenciado por las semillas o restos vegetales que sirven como germoplasma para poblar áreas que se encuentren abiertas o sin vegetación. Cabe mencionar que también en este predio encontramos arboles de buen fuste, que han sido beneficiados por los nutrientes que se le han aplicado a la jardinería aledaña.

Debido a que este predio chico se ha mantenido sin usos previos, la diversidad de especies es mayor que en el predio grande. Se encuentran árboles desarrollados de siricote (*Cordia Sebestena*), palmas de coco (*Cocos nucifera*), el maculix (*Tabebuia rosea*), el uaxim (*Leucaena leucocephala*), el tomatillo (*Solanum verbascifolium*), el orégano xu (*Origanum vulgare*), el árbol casto (*Vitex trifolia*), el chaca (*Bursera simaruba*), el lirio (*Hymenocallis littoralis*), el almendro (*Terminalia catappa*), la lila de campo (*Browallia americana*), el pasto san Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), el croto (*Codiaeum variegatum*), la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), el chechem (*Metopium brownei*), la palma chit (*Thrinax radiata*) y el icaco (*Chrysobalanus icaco*).



Las imágenes muestran la colindancia del polígono chico con el desarrollo Grand Island, en las que se puede apreciar la jardinería, así como la dispersión de estas plantas de ornato dentro de la superficie del predio caracterizado.

Como conclusión, se puede decir que en general en predio se observó la presencia de zonas jardinadas con vegetación ornamental, herbáceas oportunistas, vegetación arbustiva secundaria, así como algunos ejemplares juveniles de árboles nativos y exóticos.

La vegetación mencionada, no se distribuye homogéneamente, sino en forma de manchones o islotes vegetativos en diferentes áreas del predio. La mayor parte de la superficie del predio, cuenta con una plataforma de concreto, que ha limitado el crecimiento de la vegetación oportunista, sin embargo como esta ha sido abandonado por mucho tiempo, se ha deteriorado por lo que la vegetación herbácea de rápido crecimiento ha aprovechado para introducirse, creando manchones de maleza.

De manera general, el predio se encuentra severamente impactado por actividades antropogénicas, solo encontrándose vegetación oportunista, que ha creado islotes pequeños con especies colonizadoras, que han surgido en donde la plataforma está dañada y en partes donde no hay concreto.

La zona colindante a la laguna Nichupté, presenta ramas secundarias que se introducen al predio de forma aérea de especies como el mangle rojo y botoncillo, cuyo follaje ha crecido de tal manera que invade una parte del polígono del presente estudio, sin embargo no se encontraron en el interior especies de mangle.



Conjunto de imágenes que permiten observar el estado actual del predio descrito. Arriba a la izquierda, se aprecia la colindancia con el manglar, con una palapa abandonada y el desarrollo de maleza en las áreas sin placa de cemento. En la imagen derecha se aprecia la placa mayor sin vegetación. Al lado de estas líneas, se presenta una vista sobre la colindancia oeste del predio que permite apreciar como el mangle de borde constituido de *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, se ha desarrollado de tal manera que sus ramas secundarias han ingresado por el aire a una parte del predio.

LISTA DE ESPECIES DE PECES OBSERVADAS DURANTE LOS TRABAJOS EN EL SITIO DEL PROYECTO

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ATHERINIDAE	<i>Atherinomorus stipes</i>	CHARAL PLATEADO
BRASSICACEAE	<i>Cakile edentula</i>	KAKILE
CHRYSOBALANACEAE	<i>Chrysobalanus icaco</i>	ICACO
BORAGINACEAE	<i>Cordia Sebestena</i>	S RICOTE
PALMACEAE	<i>Cocos nucifera</i>	PALMA DE COCO
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia rosea</i>	MACULIX
FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	HUAXIN

<b>SOLANACEAE</b>	<i>Solanum verbascifolium</i>	TOMATILLO
<b>CIPERACEAE</b>	<i>Cyperus manimae</i>	PASTO KURTH
<b>LAMIACEAE</b>	<i>Origanum vulgare</i>	ORÉGANO
<b>LAMIACEAS</b>	<i>Vitex trifolia</i>	ÁRBOL CASTO
<b>BURCERACEAE</b>	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA
<b>POACEAE</b>	<i>Cynodon dactylon</i>	PASTO ESTRELLA
<b>AMARILIDEACEAE</b>	<i>Hymenocallis littoralis</i>	L RIO
<b>ASTERACEAS</b>	<i>Ambrosia hispida</i>	MARGARITA DE MAR
<b>COMBRETACEAE</b>	<i>Terminalia catappa</i>	ALMENDRO
<b>SOLANACEAE</b>	<i>Browallia americana L.</i>	L LA DE CAMPO
<b>POACEAE</b>	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	PASTO SAN AGUSTÍN
<b>MORACEAE</b>	<i>Ficus tecolutensis</i>	MATAPALO O HIGERA
<b>FABACEAE</b>	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	DZALAM
<b>GRAMINEAE</b>	<i>Cenchrus incertus</i>	ZACATE CARDUS O ROSETILLA
<b>POACEAE</b>	<i>Spartina densiflora</i>	ESPARTILLO
<b>PALMACEAE</b>	<i>Cocos nucifera</i>	PALMA DE COCO
<b>POACEAE</b>	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	PASTO SAN AGUSTÍN
<b>COMBRETACEAE</b>	<i>Conocarpus erectus</i>	MANGLE BOTONCILLO
<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Codiaeum variegatum</i>	CROTO
<b>POLYGONACEAE</b>	<i>Coccoloba uvifera</i>	UVA DE MAR
<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEN
<b>ARECACEAE</b>	<i>Thrinax radiata</i>	PALMA CHIT

### 2.1.2. FAUNA TERRESTRE

El terreno que conforman los polígonos estudiados prácticamente no presenta fauna terrestre. Esto se debe fundamentalmente a dos razones, la primera de ellas es que el terreno es muy pequeño y la segunda, que debido a que ha sido producto de rellenos y que tiene planchas de concreto en buena parte de su superficie, no resulta apto para las especies que potencialmente podrían usar este terreno.

Estrictamente, dentro del predio solo se registró la presencia de la **iguana rallada** (*Ctenosaura similis*), un saurio muy común en toda la región, muy abundante sobre todo en zonas afectadas, la cual se encuentra entre las grietas del suelo, preferentemente en zonas rocosas; una lagartija de la familia Polychrotidae, conocida como **anolis café** (*Anolis sagrei*) y un ejemplar de la **serpiente chirrionera** (*Masticophis mentovarius*).



Conjunto de imágenes de las especies de fauna terrestre registrada dentro del predio descrito. Arriba a la izquierda, una hembra adulta de la iguana rallada (*Ctenosaura similis*). En la imagen derecha se aprecia a su derecha, un macho del anolis café (*Anolis sagrei*), asoleándose en la mañana sobre una rama. Sobre estas líneas, se presenta un ejemplar adulto de la serpiente chirrionera (*Masticophis mentovarius*), de difícil manejo ya que es muy nerviosa y veloz de movimientos. Aunque no es venenosa, es muy agresiva y puede morder, al tiempo que libera una substancia almizclada y maloliente, desde unas glándulas en la base de la cola. Por último, a la derecha se observa el cormorán oliváceo (*Phalacrocorax olivaceus*), que se posa en el muelle existente para asolearse y se le observó nadando en las inmediaciones del mismo.



**Iguana rayada** (*Ctenosaura similis*). Esta iguana es de hábitos arborícolas y actividad diurna, algunas veces suelen establecerse en los troncos huecos y cuevas. Son reptiles omnívoros, que se alimentan de hojas, retoños, frutos, así como de ratones, pájaros pequeños, iguanas juveniles y ranas.

Aunque las iguanas rayadas no peligran en Quintana Roo, habitan en muchos ecosistemas que fueron clasificados por organizaciones conservacionistas como de los más amenazados y la situación no parece estar mejorando. La explotación de la iguana y su caza excesiva, han disminuido las poblaciones centroamericanas, considerablemente, debido a que son capturadas como alimento o artículo de comercialización.

**Anolis café** (*Anolis sagrei*). Esta lagartija es una especie relativamente abundante, y habita sobre los helechos y palmas de huano, así como en las áreas perturbadas por el humano, expandiéndose rápidamente a través de los medios de transporte de mercancías.

Es una especie de coloración altamente variable, pero generalmente es café o gris con manchas o barras oscuras. Se trata de un comensal primario del hombre, de hábitos predadores sobre invertebrados e insectos, e incluso se presenta el canibalismo.

**Serpiente chirrionera** (*Masticophis mentovarius*) es una serpiente (Orden Squamata), perteneciente a la familia Colubridae. Se trata de una serpiente de color pardo ocre arriba con varias manchas más oscuras y muy irregulares que, en ejemplares más grandes, son más obsoletas hasta que desaparecen casi del todo. El vientre blanco amarillento. La cabeza parda con bordes oscuros irregulares sobre las escamas cefálicas, abajo del color del vientre y son características sus pupilas circulares.

La serpiente chirrionera es una especie terrestre que habita el bosque seco tropical, de transición a húmedo. Es de reproducción ovípara. El tamaño de la puesta varía entre 16 a 30 huevos. El tamaño promedio de los adultos de esta especie es de alrededor de 1.20 m pero puede alcanzar hasta los 2 metros y medio., que se alimenta de lagartijas, pequeños mamíferos y pequeñas serpientes. No es venenosa, pero puede producir mordeduras dolorosas.

**Cormorán oliváceo** (*Phalacrocorax olivaceus*). Es una especie de ave pelecaniforme de la familia Phalacrocoracidae, con un pico es largo y negro y la punta parece un anzuelo, las piernas son negras. Es un ave totalmente negra excepto por un copete de plumas blancas arriba de los oídos, y plumines blancos en los lados de la cabeza y cogote, sólo en la estación de cría, donde también en cara (lores) y saco gular pasa a naranja o amarillo oscuro. Las plumas superiores tienen algo más de grisáceo que el resto del cuerpo.

Los machos adultos pesan de 1.1 a 1.5 kg, y las hembras 50-100 g menos. Los jóvenes son casi completamente blancos en la parte de abajo incluyendo los lados de la cabeza. Es un ave nadadora de zonas con poca profundidad, algunas veces no se observa más que su cabeza y cuello con el pico hacia arriba. Vuela aleteando fuertemente con la cabeza estirada y el cuello curvado hacia arriba. Se agacha abriendo sus alas para secar las plumas que no son impermeables.

Es un ave solitaria que anida en pequeñas colonias, haciendo nidos a pocos metros arriba del piso (o agua) en arbustos o árboles. Muchas parejas ponen tres huevos, pero el número promedio de puesta es menor a dos. Es frecuente verla volando sobre los lagos y ríos velozmente, al ras del agua con un vuelo recto y

preciso y de vez en cuando con la punta de las alas tocar la superficie. Luego de sus zambullidas en busca de su alimento, principalmente de peces de poco tamaño, es común verla con las alas desplegadas hacia el sol sobre alguna rama segura, para librarse del exceso de agua y secarse.

LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES DE FAUNA TERRESTRE REGISTRADAS				
TAXÓN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	
			Categoría	Distribución
<b>CLASE REPTILIA</b>				
Orden	Squamata (lagartijas)			
Suborden	Sauria			
Familia	Polychrotidae			
Género/especie	<i>Anolis sagrei</i>	anolis café		
Familia	Iguanidae			
Género/especie	<i>Ctenosaura similis</i>	iguana rayada	A	No endémica
Orden	Squamata (serpientes)			
Suborden	Serpentes			
Familia	Colubridae			
Género/especie	<i>Masticophis mentovarius</i>	Chirriónera		
<b>CLASE AVES</b>				
Orden	Pelecaniformes			
Familia	Phalacrocoracidae			
Género/especie	<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cormorán oliváceo		

Para las dos especies de saurios se propone realizar acciones de ahuyentamiento, para que dentro del mismo predio, bajo las áreas piloteadas, encuentren nuevas madrigueras. La única especie de serpiente fue capturada y liberada en la zona de manglar del lado de Grand Island, para evitar su permanencia en el predio.

### 2.1.3. CARACTERIZACIÓN DEL BENTOS EN LA ZONA DEL PROYECTO

Para reconocer la comunidad bentónica sésil establecida en el área del proyecto, primeramente se realizó una visita exploratoria en la cual se arrastró a una persona con equipo de buceo libre sobre toda el área del proyecto con la ayuda de una embarcación de dos plazas y bajo calado. Durante el arrastre, el buzo dictaba a quien conducía la embarcación el tipo de comunidad presente, así como cualquier otro rasgo distintivo observado y tomar fotografías.



Imagen tomada con la cámara que lleva el buzo que está siendo arrastrado por la embarcación (al lado izquierdo se aprecia la cuerda de arrastre), para estar en posibilidades de cubrir toda el área de influencia del proyecto para su caracterización ambiental.

Dicha visita exploratoria reveló un número de especies reducido tanto en el bentos como en el necton, con tan solo dos especies de pastos entre los cuales se observaron algunas masas flotantes de algas o bien algas postradas en porciones reducidas.

También se observaron parches de sedimento desnudo particularmente en la zona más alejada del muelle, así como en la más cercana. La densidad del pasto *Thalassia testudinum* es alta, con alturas de hasta 60 cm en algunos lugares pero que a pesar de ello, las hojas más largas estaban por lo general muertas. Se observaron muy pocos peces.

Con los resultados obtenidos en esta visita exploratoria se pudo definir cuál sería la técnica de muestreo más adecuada para el sitio, y lograr obtener así una valoración cuantitativa de la comunidad. De esta forma se establecieron los siguientes objetivos.

#### 2.1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar cuantitativamente la comunidad de pastos marinos presente en el fondo lagunar donde se ubicará el proyecto Parque Maya, mediante el uso de técnicas de muestreo no invasivas ni destructivas.

#### 2.1.3.2 OBJETIVOS PARTICULARES

1. Identificar la riqueza de especies bentónicas no crípticas que habitan en el área del proyecto.
2. Elaborar una lista de peces y otros grupos animales gregarios observados en el área del proyecto.
3. Calcular la cobertura absoluta de organismos bentónicos sobre el fondo lagunar.
4. Calcular la proporción de sustrato sin cobertura biológica en el área del proyecto.
5. Calcular la cobertura y frecuencia relativas de los organismos bentónicos sobre el sustrato.
6. Calcular los índices de diversidad de Shannon, Simpson, así como la equitabilidad y dominancia de la comunidad bentónica presente en el área del proyecto.
7. Identificar el estado físico de la comunidad de pastos marinos ubicada en el sitio del proyecto.
8. Obtener registro fotográfico de la comunidad de pastos marinos, así como de cualquier otro grupo animal que se presente en el área del proyecto.

#### 2.1.3.3 METODOLOGÍA DE CAMPO

Previamente a la realización de los trabajos de campo en la zona lagunar, se realizó un vuelo en la zona de estudio, utilizando una avioneta tipo Cessna 206, cuya característica principal es su puerta trasera desmontable que permite realizar tomas fotográficas perpendiculares a la superficie del terreno.

El vuelo se efectuó el día 11 de junio del 2015, partiendo del aeropuerto de Playa del Carmen. El objetivo del vuelo fue poder obtener imágenes de la zona propuesta para el proyecto de ampliación en el área lagunar adyacente a los polígonos que recibirán el proyecto Parque Maya de Cancún, que permitieran el armado de un mosaico de imágenes aéreas actualizadas para establecer las condiciones del litoral lagunar y las características en la zona inmediatamente adyacente al proyecto, con respecto al desarrollo y ubicación de los distintos biotopos lagunares.

El vuelo se realizó a diferentes alturas, que abarcaron desde los 500 hasta los 2,000 pies, con el propósito de obtener perspectivas aéreas del predio y el muelle frente a la zona de influencia del proyecto, así como el armado de un mosaico fotográfico de la zona limnológica inmediata al litoral.

Con los mosaicos fotográficos contruidos con las imágenes aéreas, se elaboró un plano de Caracterización del Bentos Lagunar, en el que se realizó la rodalización de los diferentes ambientes registrados, como son las áreas oscuras y claras, que posteriormente con los trabajos de campo en la zona lagunar, fueron identificados como pastizales marinos de poca densidad y las superficies desprovistas de vegetación y que se encuentran cubiertas por finos sedimentos de arenas, limos y arcillas.



Aeronave tipo Cessna 206 (Imagen superior) en la que se realizó el vuelo de fotografía aérea, cuya principal ventaja para la realización de las fotografías perpendiculares de barrido, es que su puerta trasera es desmontable, lo cual permite al fotógrafo sacar la cámara de la avioneta (imagen superior derecha) y tomar las fotografías en ángulo perpendicular de 90 grados con respecto a la superficie del terreno. En la imagen inferior se puede apreciar una vista de la zona de estudio, incluyendo la porción terrestre y la superficie lagunar de importancia para el proyecto, así como el muelle de madera restaurado.



Lo más adecuado para tener una valoración cuantitativa de la comunidad bentónica presente en el área de estudio, es el muestreo mediante cuadrantes, técnica ampliamente utilizada para el muestreo de comunidades vegetales y por tanto aplicable a comunidades acuáticas bentónicas sésiles.

Se determinó realizar líneas de muestreo paralelas al borde lagunar, iniciando con 7 cuadrantes en la parte exterior del muelle de madera existente, 5 líneas de cuadrantes entre los dos peines y entre la orilla de la laguna y el primer peine.

Entre los dos peines se realizaron 5 cuadrantes y entre la orilla de la laguna y el primer peine se llevaron a cabo 6 cuadrantes, dando un total de 11 cuadrantes en esta porción interior del cuerpo principal del muelle, que es el área que requiere de una mayor fineza en el trabajo de muestreo, debido a su área de influencia directa por el proyecto.

Por último, a partir de la parte final de los peines del muelle, se inician cinco líneas de cuadrantes que comprenden la porción lagunar hacia donde se instalarán las dos torres sobre el lecho lagunar.

La primera línea que sale del peine exterior, comprende 8 puntos de muestreo, para alcanzar la torre que estará más alejada. La segunda y la tercera, cuentan con tres cuadrantes cada una, mientras que la cuarta y sexta líneas, se conforman con cuatro cuadrantes cada una, de manera que se cubre la superficie donde se localizará la otra torre en la laguna. De esta forma se tuvieron 40 puntos de muestreo durante los trabajos de campo.

Adicionalmente, en cada punto de muestreo se lanzaron dos cuadrantes por lo que en total se realizaron 80 cuadrantes, en los que se contabilizó el número de cuadros de 10 x 10 cm que ocupaba cada especie bentónica, para obtener así una medida porcentual de la cobertura.

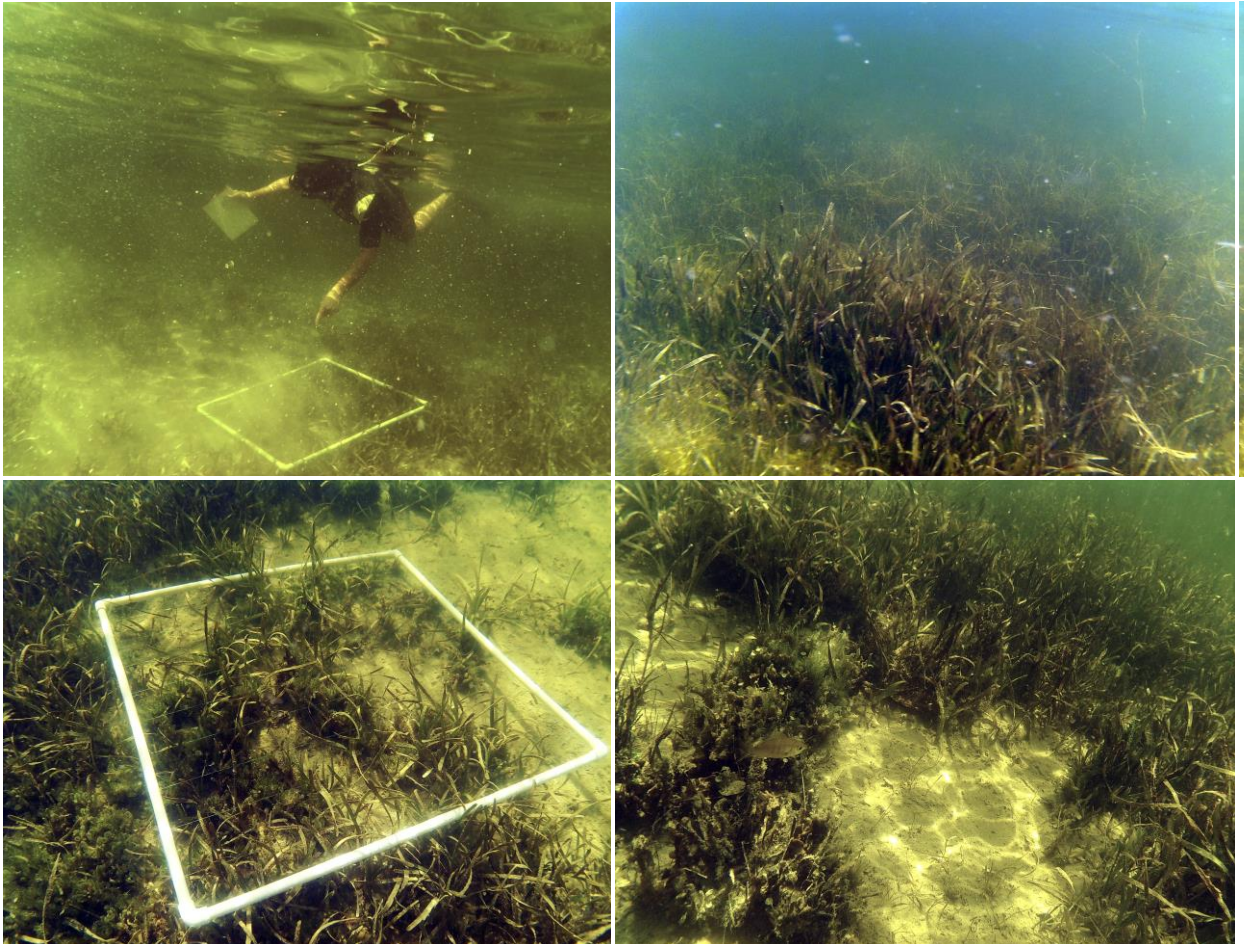


Imagen de la zona de estudio que muestra la distribución de las líneas y los puntos de muestreo donde se colocaron los cuadrantes para la caracterización de las especies de flora y fauna bentónicas presentes en la zona de estudio.

Se utilizaron dos cuadrantes de 1 m<sup>2</sup> contruidos con tubo de PVC y divididos en cuadrículas de 10 x 10 cm, mediante sedal de pesca de nylon. Las perforaciones realizadas para insertar el hilo de pescar sirvieron para permitir que el agua entrara en el tubo y se pudiera sumergir.

Para recorrer el área muestreada se utilizó una embarcación turística recreativa de dos plazas con motor fuera de borda. Una vez en el primer punto de muestreo se lanzaron los dos cuadrantes al azar, a una distancia aproximada de entre 3 a 5 metros entre sí, y se registraron las coordenadas geográficas mediante un GPS manual marca GARMIN modelo eTrex.

Para el registro fotográfico se utilizó una cámara digital marca Sony modelo Cybershot, así como una cámara marca Go Pro para las tomas subacuáticas. A partir de este primer punto de muestreo, los cuadrantes fueron movilizadados a nado utilizando equipo de buceo libre, contando un ciclo de 20 patadas desde el primer punto de muestreo hasta el siguiente, lo que da una separación aproximada de 15 metros. Una vez terminadas las 20 patadas, se lanzaron los cuadrantes al azar hacia un lado y otro del nadador. Para la toma de datos se utilizó tablilla de escritura de acrílico y lápices de plástico.



Conjunto de imágenes que reflejan los trabajos realizados para la caracterización lagunar en la zona del proyecto Parque Maya de Cancún. Se observan los trabajos de conteo de las especies de flora y fauna registradas dentro de la superficie del cuadrante, así como algunas vistas de las características del bentos lagunar e incluso en la columna de agua, como es el caso de la mojarra plateada (*Gerres cinereus*) que se aprecia en la última imagen.

Durante el muestreo se contabilizó el número de cuadrillos de 10 x 10 cm que abarcaba cada una de las especies bentónicas presentes, ya sea pastos, algas, o cualquier otro tipo de organismo sésil que ocupara alguna superficie sobre el fondo. También se cuantificó la superficie de sedimento desnudo que se presentara en el cuadrante. Las especies se identificaron *in situ*, a menos que se requiriera una observación mayor, entonces se tomaron muestras pequeñas de los organismos para su posterior identificación.

#### 2.1.3.4 METODOLOGÍA DE GABINETE

Para cada uno de los grupos registrados dentro del área de estudio se obtuvo la riqueza específica, definida como el número de especies presentes, así como la cantidad de cuadrillos de 10 x 10 cm por especie, registrados durante los muestreos.

Con esos datos se obtuvieron valores de cobertura biológica, cobertura relativa, frecuencia relativa, índice de diversidad de Shannon-Weaver, índice de diversidad de Simpson, dominancia y equitabilidad de Pielou.

La cobertura biológica se define como el porcentaje de sustrato efectivamente cubierto por organismos biológicos sésiles, y se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Cobertura biológica} = \frac{\text{Cobertura absoluta de la especie X}}{\text{Cobertura total de muestreo}}$$

Dónde: Cobertura absoluta de la especie X es el número de cuadrillos de 10 x 10 cm que dicha especie obtuvo durante el muestreo. Cobertura total de muestreo es la cantidad total de cuadrillos de 10 x 10 cm muestreados.

En el cálculo de la cobertura absoluta se incluyó la superficie que presentaba únicamente sedimento desnudo, con el objetivo de reconocer que proporción del bentos no tenía cobertura biológica alguna.

La cobertura relativa se refiere a la cantidad porcentual de superficie ocupada por la especie X, en relación al total de los cuadrillos ocupados por todas las especies. Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Cobertura relativa} = \frac{\text{Cobertura de la especie X}}{\text{Cobertura del total de las especies}} \times 100$$

Dónde: Cobertura de la especie X es la cantidad de cuadrillos que ocupó dicha especie en el muestreo. La cobertura total de las especies es el número total de cuadrillos de 10 x 10 cm ocupado por la totalidad de las especies durante el muestreo.

La frecuencia relativa se refiere a la probabilidad de que una especie se presente en un cuadrante con respecto a la totalidad de los cuadrantes realizados la frecuencia relativa (FR = frecuencia de cada especie / frecuencia total de todas las especies x 100).

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Frecuencia del total de las especies}} \times 100$$

Dónde: Frecuencia de la especie X es la cantidad de veces que dicha especie se registró en los cuadrantes. Frecuencia total de las especies, es la cantidad total de veces que todas las especies se registraron en los cuadrantes.



Se calcularon los índices de diversidad de Simpson ( $D_{Si}$ ) y de Shannon-Weaver ( $H'$ ) para toda la comunidad bentónica registrada en el lugar. Adicionalmente se calculó la dominancia para identificar si alguna especie era dominante sobre el resto. A continuación se presentan las fórmulas utilizadas.

A) ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON ( $D_{Si}$ )

El Índice de Simpson (1949),  $D_{Si}$ , fue el primer índice de diversidad usado en ecología y se describe con la siguiente ecuación:

$$D_{Si} = \sum_{ni=1}^N pi^2$$

Dónde:

$pi$  = abundancia proporcional de la  $i$ ésima especie; representa la probabilidad de que un individuo de la especie  $i$  esté presente en la muestra, siendo entonces la sumatoria de  $pi$  igual a 1.

$ni$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos para todas las  $S$  especies en la comunidad

B) ÍNDICE DE SHANNON-WEAVER (SHANNON Y WEAVER, 1949),  $H'$

Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por  $S$  clases de símbolos discretos, cuyas probabilidades de ocurrencia son  $pi \dots pS$ ) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. Este índice se denota de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^s (pi \times \log_2 pi)$$

Dónde:

$S$  = número de especies (riqueza de especies)

$Pi$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ),  $ni/N$

$i$  = Número de individuos de la especie  $i$

C) ÍNDICE DE DOMINANCIA ( $D$ )

Este índice es inversamente proporcional al índice de Simpson, y se obtiene según la fórmula:

$$D = 1 - D_{Si}$$

Dónde:

$D_{Si}$  = Índice de Simpson

D) ÍNDICE DE EQUITABILIDAD DE PIELOU ( $J'$ )

La equitabilidad es una medida que representa que tan homogénea o heterogéneamente están distribuidas las especies en una comunidad. Si todas las especies en una muestra presentan exactamente la misma abundancia, el índice usado para medir la equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Entre los índices de mayor uso para medir la equitabilidad está el de Pielou ( $J'$ ) y que se expresa como sigue:

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dónde:

$H'$  = índice de diversidad de Shannon-Weaver.

$S$  = Número total de especies en la muestra.

### 2.1.3.5 RESULTADOS

#### A) CARACTERIZACIÓN DE LOS BIOTOPOS LAGUNARES

El área de estudio comprende una zona lagunar somera que registra profundidades promedio inferiores a los 2 m. La superficie del bentos lagunar estudiado se encuentra constituido por material calcáreo deleznable en distintos grados de intemperización (gravas y arenas), proveniente de antiguos materiales biogénicos como conchas de moluscos, corales duros y algas calcáreas.

Debido a que la dinámica hidrológica hacia el interior del Sistema Lagunar Nichupté se encuentra significativamente reducida, se considera un sistema de baja energía hidrodinámica, lo que da como resultado la precipitación y deposición de importantes cantidades de finos sedimentos y materia orgánica en distintas etapas de descomposición.

Por lo anterior, el bentos estudiado se encuentra cubierto por una importante capa de sedimentos finos conformados por limos y arcillas, así como materia orgánica en descomposición.

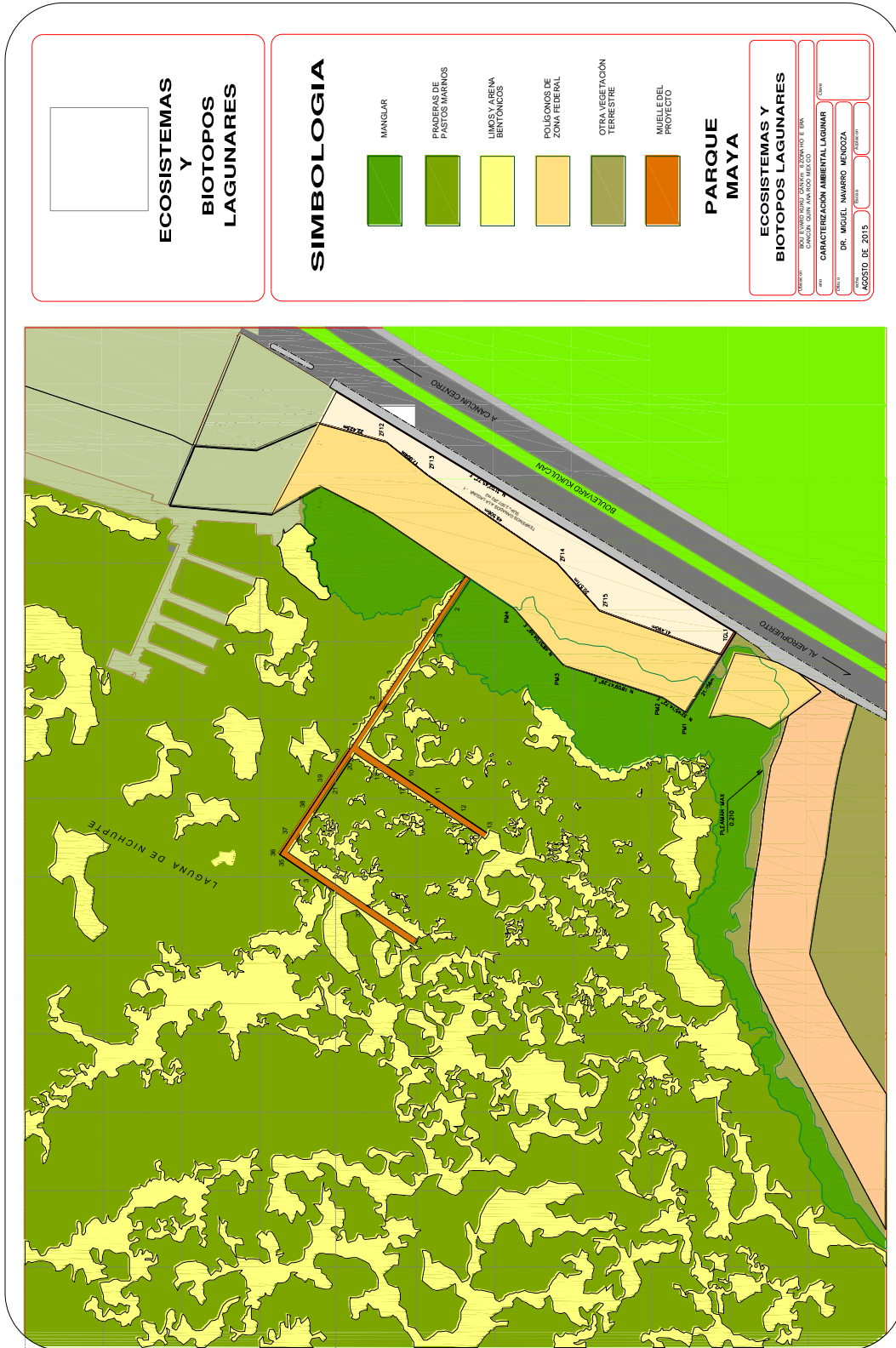
En la extensión total de la zona estudiada, de 54,606.94 m<sup>2</sup>, se registraron dos biotopos claramente diferenciados por las características abióticas de su bentos y las biocenosis que los habitan.

La distribución de estos ambientes lagunares y la vegetación terrestre ribereña, se presenta en el plano de Caracterización Ambiental Lagunar; y en la siguiente tabla se presentan las superficies de extensión de cada uno de ellos, así como sus porcentajes de cobertura.

Tipo de ambientes lagunares o biotopos que se desarrollan en la zona de influencia del proyecto Parque maya de Cancún. Se presentan los biotopos que se registran, así como las áreas que ocupan y los porcentajes de cobertura vegetal. Adicionalmente se incluye la superficie que ocupa la vegetación terrestre ribereña.

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL LAGUNAR		
TIPOS DE AMBIENTES BENTÓNICOS	SUPERFICIE EN M <sup>2</sup>	% DE COBERTURA
1) BLANQUIZAL DOMINADO POR LIMOS	14,784.7398	27.075
2) PASTIZAL POCO DENSO	39,822.2002	72.925
<b>TOTALES PARA LOS BIOTOPOS</b>	<b>54,606.94</b>	<b>100 %</b>

En todo el Sistema Lagunar Nichupté y en la zona estudiada, los blanquizales ocupan una amplia superficie lagunar, en el caso de nuestra área de estudio, ocupa el 27.075 % (14,784.74 m<sup>2</sup>) de la cobertura bentónica. Se trata de un fondo constituido principalmente por partículas arenosas y trozos de conchas de moluscos, con presencia de sedimentos finos formados por limos y arcillas que llegan a constituir hasta un 50 % del total de los sedimentos.



A partir de los mosaicos de fotografía aérea, en los que se distinguen las características distintivas del fondo marino o bentos de la laguna, y que posteriormente fueron identificadas y caracterizadas *in situ* con apoyo de equipo de buceo libre, se elaboró este plano de los biotopos o ambientes lagunares que se desarrollan en el área estudiada. Sobre la zona estudiada se muestran delimitados por colores clave cada uno de los distintos biotopos presentes, y para un análisis más sencillo se superponen en el plano una cuadrícula a escala que contiene cuadros de 25 m por 25 m.

La capa de sedimentos limosos forma una capa de grosor variable, que cubre la totalidad del bentos lagunar, incluso en aquellas zonas colonizadas por pastos marinos y algas.

Debido a la fina consistencia de estos materiales, se forma una especie de capa compacta, la cual es colonizada por bacterias anaeróbicas, lo que da como resultado un material viscoso de textura desagradable al contacto

A pesar de su compactación y consistencia pegajosa, estos sedimentos se re-suspenden con suma facilidad cuando se incrementa la dinámica del oleaje en condiciones de vientos sureste o con el trasiego de embarcaciones, lo cual produce alta turbidez en la columna de agua con una mínima transmitancia de la luz solar.

Esta situación origina una visión borrosa, con aguas de color blanquecino, por lo que es común que el agua en esta zona presente poca visibilidad

Esta situación es desfavorable para el crecimiento de organismos como los corales que requieren de aguas claras en las que penetre la luz para poder desarrollarse.

Entre las especies tolerantes registradas se encuentran cubriendo rocas y fragmentos de conchas, varias especies de algas que colonizan las rocas en esta zona, las cuales se ven favorecidas por la falta de competencia con otras algas u organismos marinos, debido a que son las únicas que pueden subsistir a las condiciones de constante turbidez.

Los pastos marinos que se desarrollan de forma más dispersa sobre el bentos lagunar, incluso presentando amplios espacios desnudos de un sustrato completamente cubierto por una capa espesa de sedimentos limo-arcillosos, se determinó como Biotopo de pastizal poco denso, el cual ocupa el 72.92 % de toda la superficie bentónica estudiada, cubriendo aproximadamente 39,822.20 m<sup>2</sup>.

Debido a que los pastos marinos y las especies de algas que se desarrollan asociada a estos, son bien conocidos por su capacidad para precipitar y retener a las partículas finas de materia orgánica que se encuentran suspendidas en la columna de agua, en las zonas donde su desarrollo es raquíptico (biotopo de pastos poco densos), los pastos muestran adheridos en toda su superficie materiales finos.

Esta es la forma en que los pastos cumplen con esta importante función ecológica de retención y sedimentación de las partículas sobre el fondo lagunar.

B) RIQUEZA ESPECÍFICA

En total se identificaron solo 7 especies bentónicas en el área de muestreo, todas ellas correspondientes al reino Plantae, sin embargo una sección corresponde a los pastos marinos y otra a las algas. Se identificaron dos especies de pastos marinos y cinco de algas, de las cuales tres son algas verdes (División Chlorophyta) y dos rojas (División Rhodophyta). La zona que más especies tuvo fue la exterior con 6, seguida de la interna con 5 y la intermedia con 4.

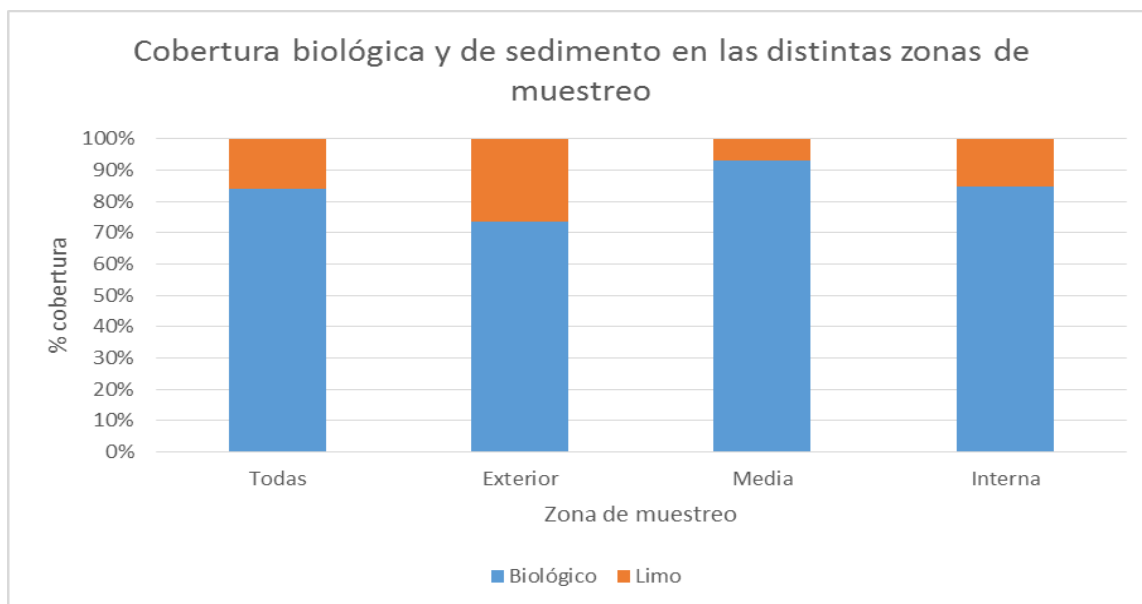
REGISTRO DE ESPECIES BENTÓNICAS EN EL ÁREA DE MUESTREO				
		ZONA DE REGISTRO		
		EXTERIOR	INTERMEDIA	INTERIOR
REINO PLANTAE				
PHYLUM TRACHEOPHYTA				
CLASE ANGIOSPERMAE				
ORDEN ALISMATALES				
FAMILIA HYDROCHARITACEAE				
Genero y especie		<i>Thalassia testudinum</i>		
CYMODOCEACEAE				
Genero y especie		<i>Halodule wrightii</i>		
DIVISIÓN CHLOROPHYTA				
CLASE ULVOPHYCEAE				
ORDEN DASYCLADALES				
FAMILIA DASYCLADACEAE				
Genero y especie		<i>Dasycladus vermicularis</i>		
FAMILIA POLYPHYSACEAE				
Genero y especie		<i>Acetabularia calyculus</i>		
CLASE BRYOPSIDOPHYCEAE				
ORDEN BRYOPSIDALES				
FAMILIA UDOTACEAE				
Genero y especie		<i>Avrainvillea longicaulis</i>		
DIVISIÓN RHODOPHYTA				
CLASE FLORIDEOPHYCEAE				
ORDEN CERAMIALES				
FAMILIA RHODOMELACEAE				
Genero		<i>Laurencia sp</i>		
FAMILIA CERAMIACEAE				
Genero		<i>Ceramium sp</i>		

C) COBERTURA ABSOLUTA.

Al considerar la totalidad de los cuadrantes en todas las zonas de muestreo, se determinó que el porcentaje de sustrato sin ningún tipo de crecimiento biológico es de 15.925%, por tanto el 83.562% está cubierto por algún tipo de organismo biológico bentónico, ya sea pastos marinos, algas o esponjas.

En la zona exterior se encontró el mayor porcentaje de sustrato sin ningún tipo de organismo biológico en su superficie con un total de 26.41%, por lo que la superficie restante (73.33%) sí estuvo cubierto por pastos o algas.

La zona media por su parte fue la que mayor porcentaje de cobertura biológica presentó durante los muestreos realizados, con un total de 93.45% contra solo 6.79% de sustrato desnudo o limo. Finalmente, la zona más próxima al manglar de borde, presentó 83.81% de cobertura biológica, contra 14.90% de sustrato desnudo.

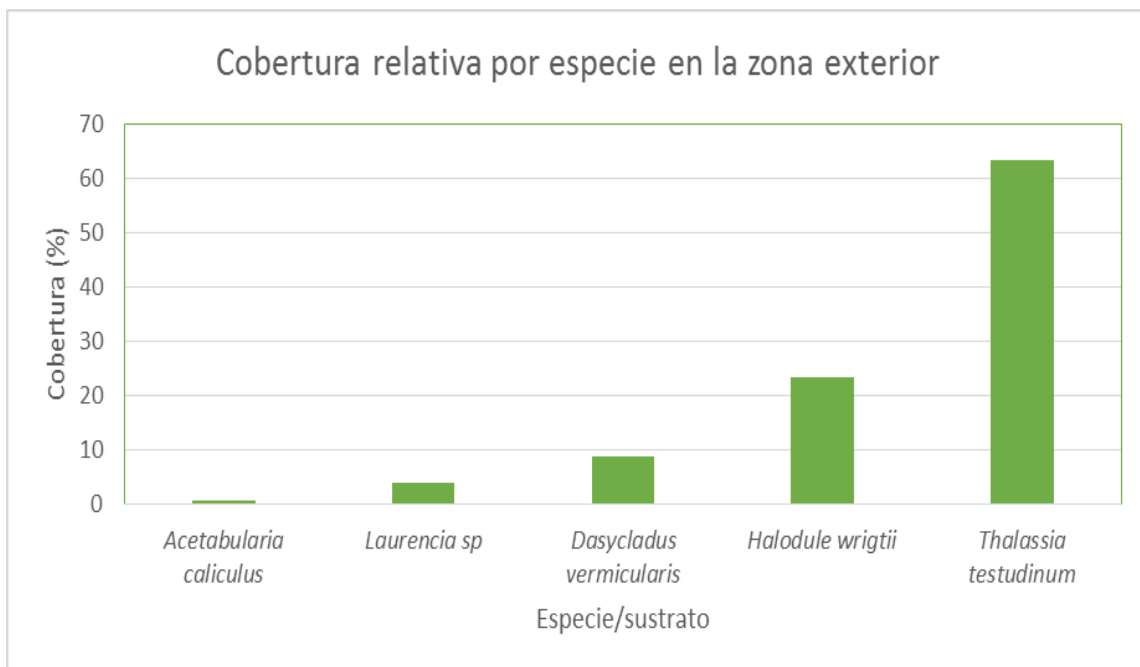


D) COBERTURA RELATIVA

La cobertura relativa en toda la zona de muestreo fue dominada por el pasto *Thalassia testudinum*, con 76.55% del total de la cobertura biológica identificada. En segundo lugar, muy por debajo de *T. testudinum* se ubica el pasto *Halodule wrightii*, con solo el 13.38% seguido por el alga *Dasycladus vermicularis* con el 7.92%. Otras algas y esponjas fueron muy eventuales con menos cercanos al 1%.

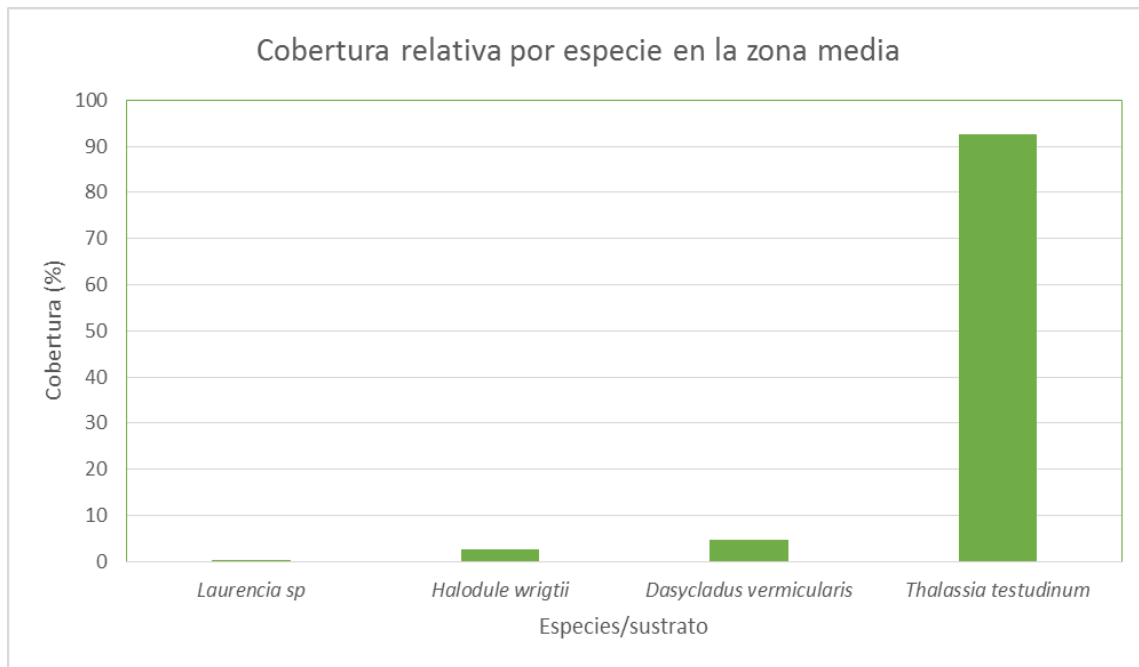


En la zona exterior si bien la dominancia de *Thalassia testudinum* es evidente con el 63.18%, el otro pasto *Halodule wrightii* tuvo los valores de cobertura más altos de las tres subzonas definidas, con el 23.23%. Algas como *Dasycladus*, *Laurencia* y *Acetabularia* tuvieron valores mínimos.

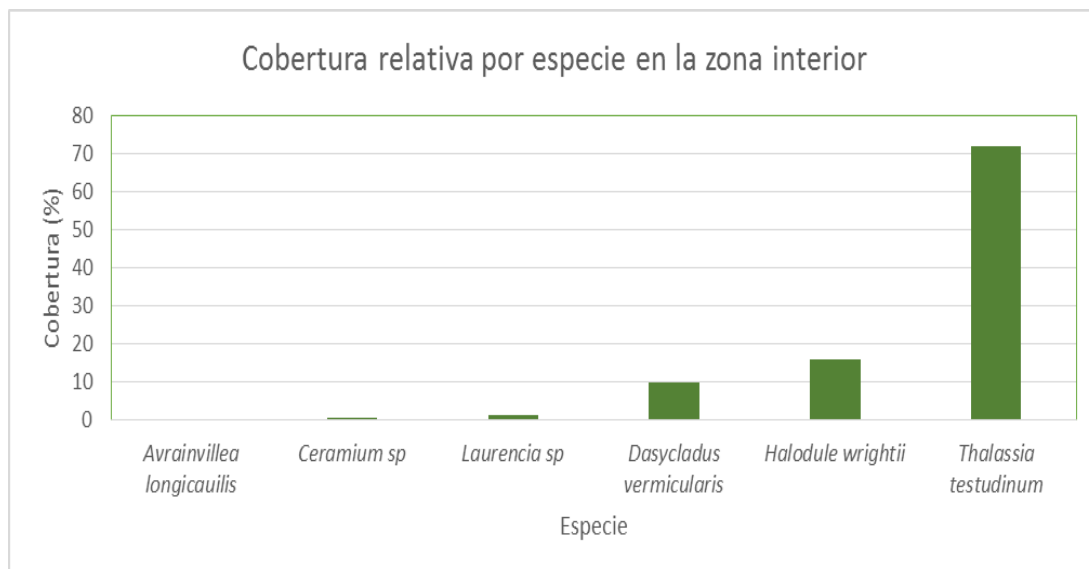




En la zona media ubicada entre los peines del muelle, *Thalassia testudinum* presenta una cobertura relativa de casi el 100%, con unos pocos espacios ocupados por el *Dasycladus vermicularis*, el pasto *Halodule wrightii* y masas flotantes de *Laurencia sp.*

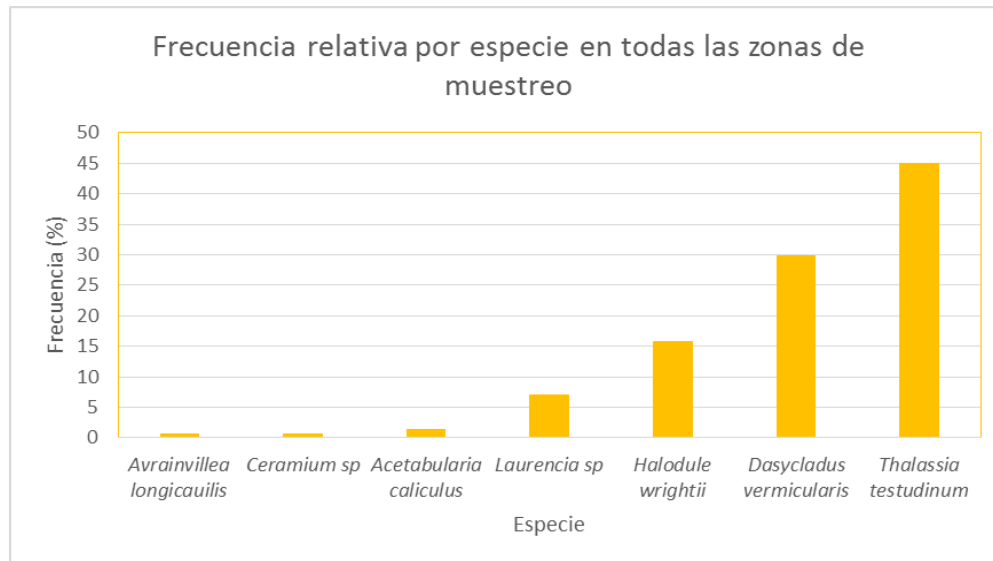


Finalmente, en la zona interior, nuevamente la cobertura relativa está dominada por el pasto *Thalassia testudinum* con el 71.92% del total, seguida de *Halodule wrightii* con 15.92%

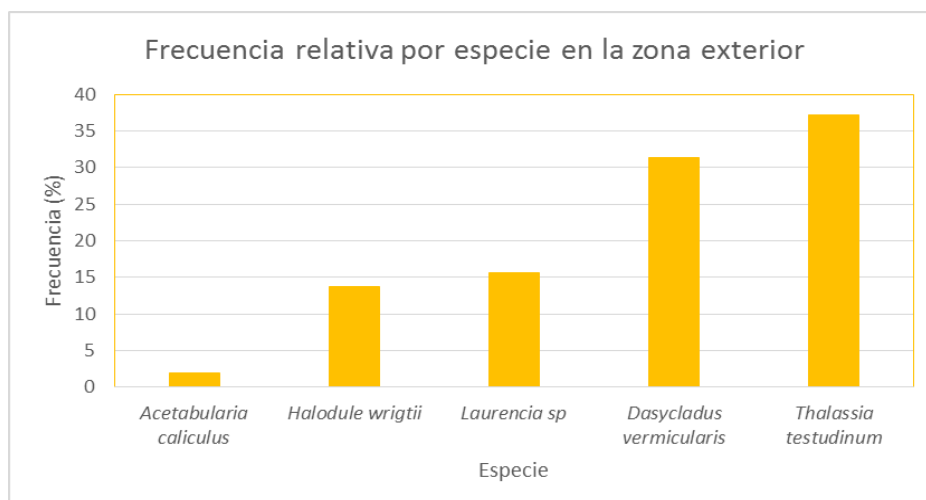


E) FRECUENCIA RELATIVA

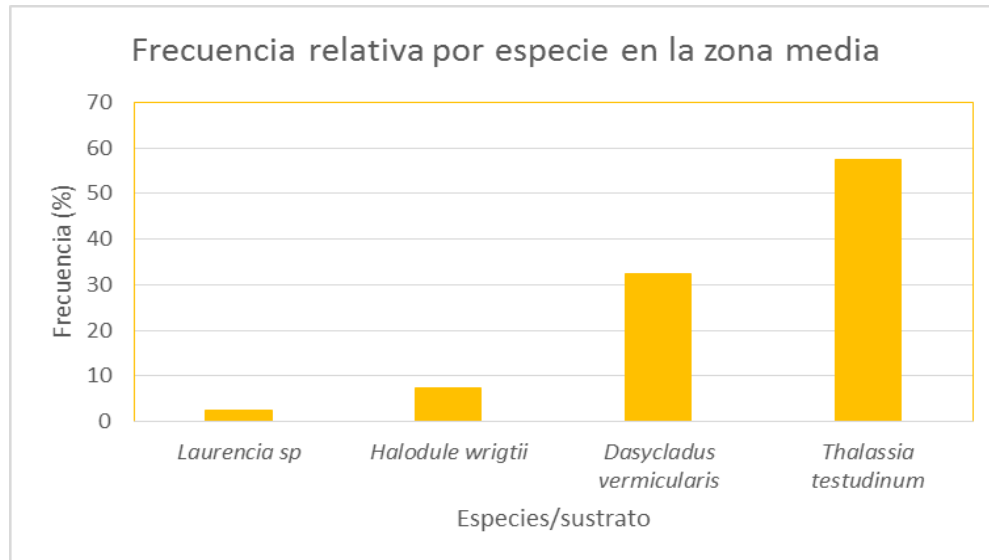
La frecuencia relativa, también es dominada por *Thalassia testudinum* aunque en menor medida que en el caso de la cobertura. Para todas las zonas en su conjunto, *T. testudinum* alcanzó una frecuencia relativa de 44.375%, seguida del alga verde *Dasycladus vermicularis* con 29.375% y el pasto *Halodule wrightii* con el 15.625%.



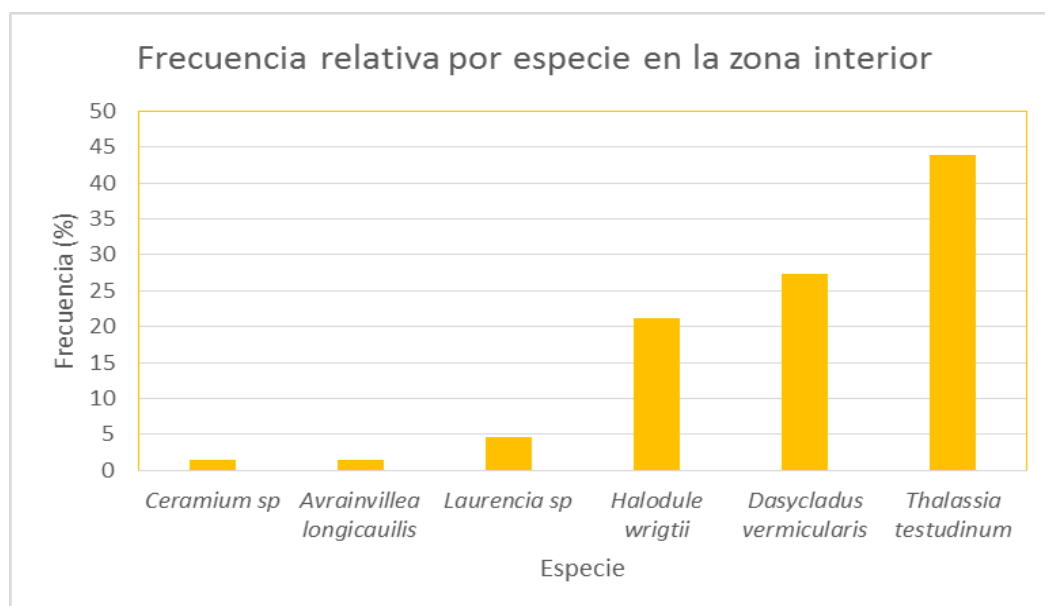
Este comportamiento se presentó también en la zona exterior, son de *T. testudinum* tiene una mayor frecuencia relativa con el 35.84%, sin embargo es seguida muy de cerca por *Dasycladus vermicularis* con el 30.318%. Más abajo está el alga roja *Laurencia sp*, que en forma de masas flotantes tiene una frecuencia relativa de 15.09% seguida del pasto *Halodule wrightii* con el 13.20%.



En la zona media se presentó el mayor valor de frecuencia relativa para *T. testudinum*, con el 57.5% como resultado de la alta presencia de esta especie en la zona ubicada entre los peines del muelle. En segundo lugar nuevamente está el alga *Dasycladus vermicularis* con 32.5%. El pasto *H. wrightii* tuvo menos del 10% de frecuencia relativa.



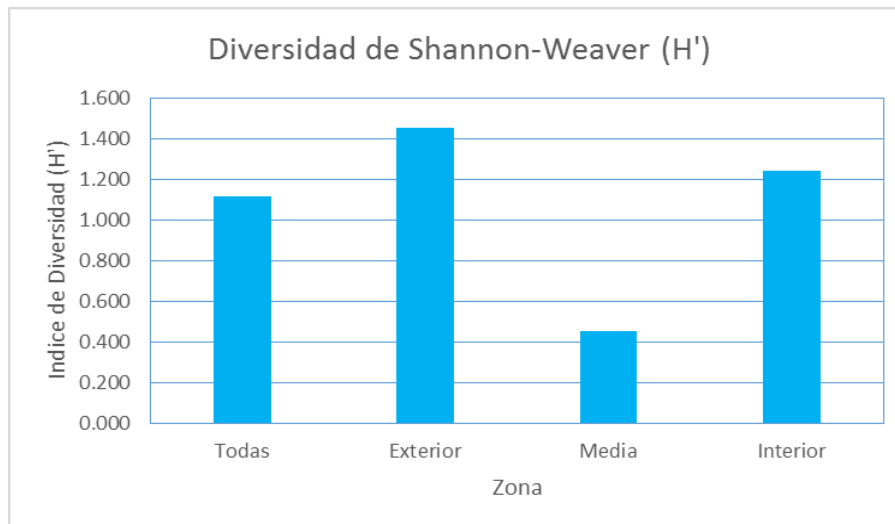
En la zona interior por su parte, nuevamente *T. testudinum* dominó los valores de frecuencia relativa con 43.28% seguida del alga *D. vermicularis* con 26.86%, comportamiento más o menos constante en las tres zonas identificadas, sin embargo, aquí el pasto *Halodule wrightii* es más frecuente con el 20.89%. El resto de las especies identificadas no sobrepasan el 5% de frecuencia relativa, ya que se encontraron una o dos veces en todos los cuadrantes realizados.



F) ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON-WEAVER ( $H'$ )

El índice de diversidad de Shannon Weaver calculado fue bajo en todas las zonas de muestreo, con valores de poco más de 1.4 bits para la zona exterior, que fue en la que mayor valor se registró. Seguida de la zona interior con 1.242 bits, y finalmente la zona media con solo 0.456 bits. Al tomar en cuenta la totalidad de las zonas de muestreo, el valor de diversidad es de 1.114 bits.

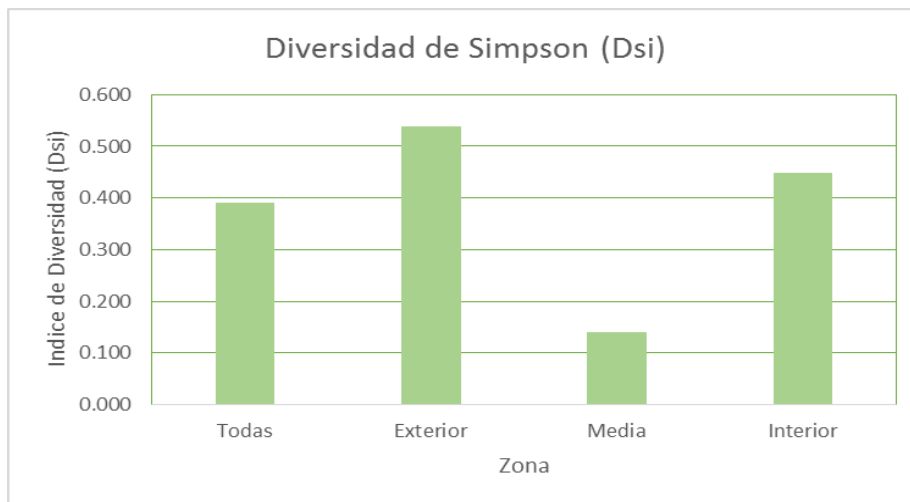
Zona	$H'$
TODAS	1.114
EXTERIOR	1.451
MEDIA	0.456
INTERIOR	1.242



G) ÍNDICE DE DIVERSIDAD DE SIMPSON ( $D_{SI}$ )

El índice de diversidad de Simpson ( $D_{SI}$ ) arroja el mismo comportamiento para las tres zonas de muestreo y para el total de los mismos. Todos los valores son bajos como resultado del escaso número de especies y la gran dominancia de una de ellas sobre las demás. De esta forma, la zona exterior presenta la mayor diversidad con 0.537 bits, seguida de la zona interior con 0.447 bits, y finalmente la zona media, donde la gran dominancia de *Thalassia testudinum* minimiza el índice de diversidad hasta llegar al tan solo 0.140 bits. Al considerar la totalidad de las estaciones de muestreo tenemos una diversidad de 0.389 bits.

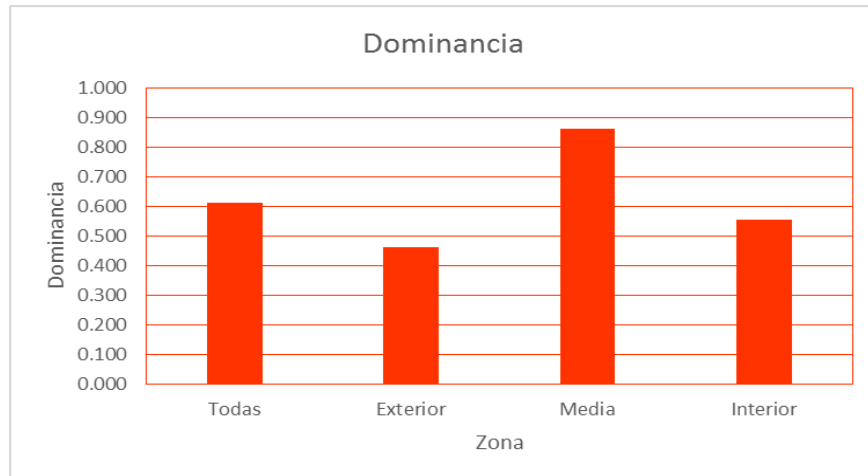
Zona	Dsi
TODAS	0.389
EXTERIOR	0.537
MEDIA	0.140
INTERIOR	0.447



#### H) DOMINANCIA

El valor de dominancia más alto se presentó en la zona intermedia con 0.860 debido evidentemente a la alta presencia de *Thalassia testudinum*. En las zonas interior y exterior, la dominancia es más baja debido a la menor dominancia de *T. testudinum* con respecto a la zona intermedia, pero de cualquier forma la abundancia de esta especie es evidente en todas las zonas de muestreo. En el interior el valor de dominancia fue de 0.553 bits, mientras que en el exterior fue de 0.463 bits. Si se toman todas las zonas de muestreo juntas, la dominancia alcanza un valor de 0.611 bits.

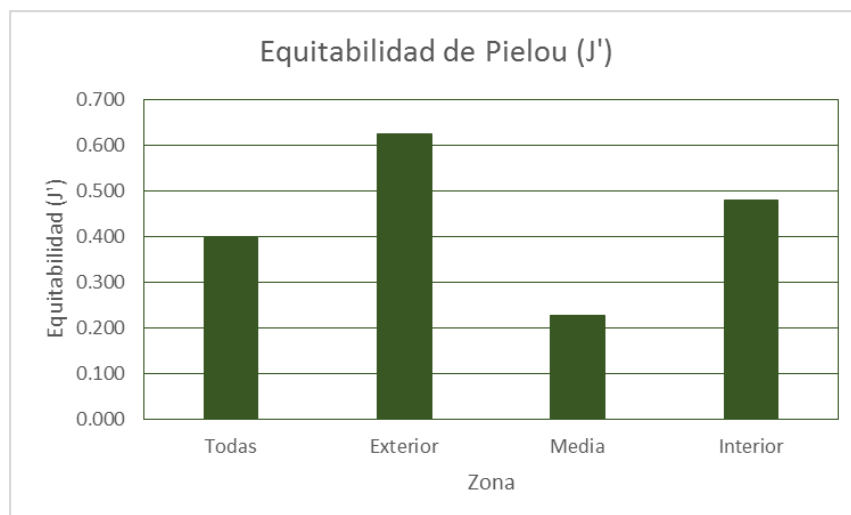
Zona	Dominancia
TODAS	0.611
EXTERIOR	0.463
MEDIA	0.860
INTERIOR	0.553



#### I) EQUITABILIDAD (J')

Como resultado de los índices de diversidad calculados, la baja riqueza de especies y la alta dominancia de una de ellas sobre el resto, la equitabilidad (J') tiene valores bajos, siendo el más alto de tan solo 0.625 registrado en la zona exterior, seguida de la zona interior con 0.481 y finalmente de la zona media con 0.228. En toda la zona la equitabilidad calculada es de 0.397.

Zona	J'
TODAS	0.397
EXTERIOR	0.625
MEDIA	0.228
INTERIOR	0.481



### 2.1.3.6 FAUNA

Durante los recorridos realizados durante la etapa exploratoria, así como durante los trabajos de muestreo del bentos, se observaron muy pocos organismos errantes, particularmente peces, aunque también se registró la presencia de un cocodrilo (*Crocodylus acutus*) de aproximadamente 1 m que habita en el manglar de borde de una zona cercana al proyecto.

Los peces observados durante los muestreos fueron muy eventuales, pasando varios cuadrantes sin que se viera uno solo, por lo que parece que están muy dispersos en el área, o se ocultan dentro de los pastos marinos al detectar presencia humana.

Entre los peces observados destacaron tres juveniles de barracuda (*Sphyaena barracuda*) de tan solo 12 a 15 cm de longitud total, que se mimetizan perfectamente entre las hojas de *Thalassia testudinum*, pudiendo pasar una persona a centímetros de ella y no verla. Este es un ejemplo de la importancia de los pastos marinos para la protección y crianza de juveniles de peces de varias especies.

LISTA DE ESPECIES DE PECES OBSERVADAS DURANTE LOS TRABAJOS EN EL SITIO DEL PROYECTO		
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
ATHERINIDAE	<i>Atherinomorus stipes</i>	CHARAL PLATEADO
ATHERINIDAE	<i>Hypoatherina harringtonensis</i>	TINICALO DE ARRECIFE
BELONIDAE	<i>Tylosurus crocodilus</i>	PEZ AGUJA
BELONIDAE	<i>Strongylura notata</i>	AGUJÓN NEGRO
CICHLIDAE	<i>Cichlasoma urophthalmus</i>	MOJARRA PRIETA
CLUPEIDAE	<i>Harengula clupeola</i>	FALSO ARENQUE
CLUPEIDAE	<i>Harengula jaguana</i>	SARDINA ESCAMOSA
GERREIDAE	<i>Gerres cinereus</i>	MOJARRA TROMPETA
MUGILIDAE	<i>Mugil curema</i>	LISA BLANCA
OSTRACIIDAE	<i>Lactophrys quadricornis</i>	PEZ COFRE
POECILIIDAE	<i>Gambusia yucatanana</i>	GUAYACÓN YUCATECO
POECILIIDAE	<i>Gambusia sexradiata</i>	GUAYACÓN DEL SURESTE
POECILIIDAE	<i>Heterandria bimaculata</i>	TOPOTE MANCHADO
POECILIIDAE	<i>Poecilia mexicana</i>	TOPOTE DEL ATLÁNTICO
POECILIIDAE	<i>Poecilia orri</i>	TRUCHITA CAPUCHONA
POECILIIDAE	<i>Poecilia velífera</i>	MOLLY DE VELA
POECILIIDAE	<i>Belonesox belizanus</i>	PICUDITO
SPHYRAENIDAE	<i>Sphyaena barracuda</i>	BARRACUDA



Conjunto de imágenes de algunas de las especies eurihalinas de peces registrados durante la caracterización lagunar en la zona del proyecto Parque Maya de Cancún. En primer término, de singular aspecto por la forma de sus mandíbulas, el picudito (*Belonesox belizanus*). Le sigue un ejemplar hembra del molly de vela (*Poecilia velifera*); al centro un ejemplar de la truchita capuchona (*Poecilia orri*), así como una imagen de un macho de la especie *Gambusia yucatanana*, que permite observar claramente el desarrollado gonopodio usado en la cópula de los Poecílidos. Sobre estas líneas, la mojarra prieta (*Cichlasoma urophthalmus*) y el Agujón negro (*Strongylura notata*)



#### 2.1.3.7 ESTADO DE CONSERVACIÓN

Durante los trabajos de muestreo se observaron diferencias evidentes en el estado de salud de los pastos marinos de la zona de estudio. La zona más cercana a la orilla presentan una superficie foliar muy sedimentada y casi totalmente muerta, por lo que sólo basta tocarla un poco para que el tejido muerto se desprenda.

En esta zona solo la parte inferior de las hojas de *T. testudinum* permanece viva. Según los prestadores de servicios de la zona, es frecuente que durante la época de nortes, el oleaje re-suspenda los sedimentos y los arrastre hasta el borde lagunar, donde se acumulan sobre las praderas de pastos.

La zona exterior también presenta sedimentación de los pastos ubicados en los bordes que colindan con los parches de sedimento, sin embargo, los pastos que están más alejados de estos parches están en buenas condiciones, sin sedimentación ni hojas muertas. Al parecer el paso continuo de embarcaciones de pequeño y mediano calado re-suspenden los sedimentos de estos parches y los depositan sobre los pastos cercanos.

La zona intermedia ubicada entre los dos peines del muelle es la que mejor estado de conservación presenta, con tupidas praderas de pastos de hasta 50 cm, totalmente verdes y sin sedimentación. La poca presencia de parches de sedimentos, así como la prácticamente nula navegación motorizada en este sitio debido a la presencia del muelle, aparentemente han protegido a estos pastos.

#### 2.1.3.8 CONCLUSIONES

El ambiente donde se desarrollará el proyecto presenta una biocenosis homogénea en toda su área, con una marcada dominancia de pasto marino *Thalassia testudinum*, mezclada en ocasiones con pasto *Halodule wrightii*, particularmente en la zona más cercana a la orilla. Existe una baja diversidad tanto de organismos bentónicos como nectónicos evidenciándose por la notoria escases de peces, crustáceos y otros organismos.

### 2.3.- PAISAJE

El paisaje se ha definido como la expresión espacial y visual del medio circundante. Es un recurso natural escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable (Muñoz-Pedrerros, 2004). El paisaje sin embargo, no solo es una experiencia visual, sino multisensorial, donde el resto de los sentidos también son influenciados, como lo son el olfato y el oído.

De cualquier forma, es el aspecto visual el que más peso tiene durante el reconocimiento del paisaje, es por ello, que se conoce como paisaje visual, donde se considera más la estética y la capacidad de percepción del observador. Otro enfoque distinto es el paisaje ecológico, donde se toman en cuenta las características naturales del terreno, como la geomorfología, vegetación, fauna, clima, agua, etc.

Siendo el paisaje el escenario (Rodríguez Vargas, 2007) donde se desarrollan las actividades humanas, es evidente que cualquier obra o actividad artificial humana tiene la capacidad de modificarlo.

La planificación del paisaje incluye su preservación y conservación con fuertes connotaciones ecológicas y considera la aplicación de un enfoque sistémico al conjunto de elementos naturales o artificiales (normalmente el paisaje rural y urbano), con el objeto de estudiarlos y evaluar su preservación o modificación

El análisis de los impactos ambientales en el paisaje debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje puede ser estudiado desde dos aspectos distintos:

- a) Donde el valor del paisaje corresponde al conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, vegetación, geomorfología, etc.) y su estudio precisa de la previa investigación de éstos.
- b) Donde el paisaje engloba una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural, por lo cual es recomendable su estudio a base de cualidades o valores visuales.

Los parámetros a utilizar varían de un área a otra y de acuerdo a los objetivos planteados en cada estudio. Por ello existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Principalmente se abordan a través de sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad:

- Condiciones de Visibilidad. La visibilidad engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la obra o acción es visible. Su determinación delimita los posibles impactos que puedan derivarse de la alteración de las vistas de los puntos de observación con un nuevo elemento artificial.
- La Fragilidad del Paisaje. Este concepto corresponde al conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. La fragilidad se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las

posibles instalaciones o sus elementos, de tal manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente, los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

- La Calidad del Paisaje. Existe cada vez más un creciente reconocimiento de la importancia de la calidad estética o belleza del paisaje, exigiendo que estos valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar.

Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total. Para ello, se han establecido una serie de métodos; entre los que se destacan:

### Métodos directos

La valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje.

- i) De subjetividad aceptada. Es la más simple a pesar de ser la menos objetiva de los términos, pero se acepta por el grado de subjetividad que posee el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- ii) De subjetividad controlada. Este método se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que se permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Para estos efectos las categorías y valores suelen ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- iii) De subjetividad compartida. Es similar al método de subjetividad aceptada. En este caso la valoración es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. Se utiliza un proceso interactivo hasta conseguir el consenso de los participantes por medio de dinámicas de grupo. En síntesis se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- iv) De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados. Se utilizan fotografías como apoyo.

### Métodos indirectos

Incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes. Algunos de los métodos considerados son:

- i) Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final. La diferencia entre los distintos métodos radica en la selección de los componentes y la forma de valorarlos.
- ii) Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de cada una de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único para cada unidad. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.
- iii) Métodos mixtos. Estos métodos combinan los dos anteriores, valorando directamente por medio de un análisis de componentes que averigua la participación de cada uno en el valor total.

## Metodología

Para la evaluación de la **visibilidad paisajística** en el proyecto Parque Maya de Cancún, se utilizaron métodos directos de subjetividad representativa (Rodríguez Vargas, 2007; Muñoz-Pedrerros, 2004), donde se realizó una encuesta a distintos ciudadanos y turistas para conocer su percepción sobre los cambios que se proponen en el lugar del proyecto.

Se tomaron en cuenta los dos puntos de observación que el proyecto presenta: el boulevard Kukulcán, y la Laguna Nichupté. Las unidades de paisaje (Muñoz-Pedrerros, 2004) que se tomaron en consideración para cada uno de los puntos de observación fueron:

Boulevard Kukulcán:

- Desarrollo urbano
- Cerca perimetral.
- Terreno (desmontado y rellenado).
- Vegetación.

Laguna Nichupté.

- Vegetación.
- Fauna.
- Agua.
- Muelle de madera.
- Desarrollo turístico aledaño.

Se aplicaron un total de 236 entrevistas a personas seleccionadas al azar que pasaron frente al sitio del observación Kukulcán, y 54 entrevistas a personas que pasaron por el sitio de observación Laguna (en kayak o embarcación turística), o que son trabajadores de las marinas y restaurantes vecinos.

Para la realización de las encuestas sobre el Boulevard Kukulcán, una persona se ubicó justo en la acera frente al sitio del proyecto a la espera de que pasaran personas por el lugar, y se les hizo la entrevista.

A cada persona se le pidió que, tomando en cuenta los elementos visuales presentes (desarrollo urbano, cerca perimetral, terreno desmontado y vegetación) respondieran la siguiente pregunta:

1. El paisaje existente te resulta: a) feo, b) sin interés, c) regular, d) bonito, e) muy bonito, f) espectacular.

La misma pregunta se les hizo a las personas que tuvieron como punto de observación el sitio del proyecto desde la laguna, como personas que trabajan en las marinas cercanas, así como a turistas que pasaron por la zona en kayak o embarcación motorizada (jungle tour). En esta ocasión para valorar sus respuestas se les pidió tomar en cuenta la vegetación, la fauna, el agua, el muelle de madera existente y el desarrollo turístico aledaño.

A cada adjetivo propuesto en la encuesta, se le asignó un valor numérico de acuerdo a lo establecido por Muñoz-Pedrero (2004). Estos fueron:

ADJETIVO	VALOR NUMÉRICO
Feo	0
Sin interés	1
Regular	2
Bonito	4
Muy bonito	8
Espectacular	16

Para evaluar la **Fragilidad paisajística** se utilizó lo propuesto por Muñoz-Pedrero (2004) que considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados.

Para el caso particular del proyecto Parque Maya Cancún, se establecieron dos puntos de observación, en este caso el Boulevard Kukulcán, y la Laguna Nichupté.

Para la valoración de los factores biofísicos se utilizó la tabla propuesta por el mismo autor, a partir de los cuales se calculó la media aritmética para obtener un valor de fragilidad paisajística.

FACTOR	CARACTERÍSTICA	VALORES DE FRAGILIDAD	
		NOMINAL	NUMÉRICO
D DENSIDAD DE LA VEGETACIÓN	67-100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	Densidad de 34-67 % suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34 % suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3

FACTOR	CARACTERÍSTICA	VALORES DE FRAGILIDAD	
		NOMINAL	NUMÉRICO
E DIVERSIDAD DE ESTRATOS DE LA VEGETACIÓN	> 3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	< 3 estratos vegetacionales	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
A ALTURA DE LA VEGETACIÓN	> 3 m de altura promedio	Bajo	1
	> 1 m < 3 m de altura promedio	Medio	2
	< 1 m de altura promedio	Alto	3
ES ESTACIONALIDAD DE LA VEGETACIÓN	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
CV CONTRASTE CROMÁTICO VEG/VEG	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
CS CONTRASTE CROMÁTICO VEGETACIÓN/SUELO	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alto	Alto	3
P PENDIENTE	0-25 %	Bajo	1
	25-55 %	Medio	2
	> 55 %	Alto	3
O ORIENTACIÓN DEL PAISAJE	Exposición sur/este	Bajo	1
	Exposición sureste/noroeste	Medio	2
	Exposición norte/oeste	Alto	3
H VALOR HISTÓRICO Y CULTURAL	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Por su parte, la **calidad del paisaje** se evaluó mediante la valoración de tres elementos: naturalidad, variedad y singularidad según lo propuesto por Bosque-Sendra et al (1997).

**NATURALIDAD.** Se utilizó un Sistema de Información Geográfica SIG para el cálculo de las superficies naturales que aparecen en cada una de las unidades de paisaje definidas. Las unidades o superficies que se han considerado como "naturales" (no afectadas o solo escasamente por las actividades humanas) incluyen el manglar de borde y la vegetación secundaria. La Laguna Nichupté y la zona terrestre rellenada no fueron consideradas como naturales debido al alto impacto ambiental al que han sido sujetas, sin embargo si se tomaron en cuenta para definir la superficie total del proyecto. La naturalidad de una unidad es definida como el porcentaje de superficie que estos elementos ocupan en el conjunto de la superficie total del sitio del proyecto.

**VARIEDAD** En este caso se ha considerado la variedad en función exclusivamente de la vegetación natural y de las formas de ocupación del suelo existentes en cada unidad de paisaje. En relación con lo que la superficie de cada una de las ocupaciones del suelo supone para el total de la superficie de la unidad, se puede determinar si dicha unidad destaca por su diversidad o monotonía: cuanto mayor sea el número de

ocupaciones del suelo diferentes y más uniforme la proporción de superficie de todas dentro de cada unidad, más diversa será ésta. En concreto, la variedad se ha medido dividiendo el número de tipos diferentes de vegetación natural y formas de ocupación del suelo (existentes en cada unidad) entre la superficie total de esa unidad paisajística.

**SINGULARIDAD.** Lo que se trata de determinar con la singularidad es la cantidad de elementos no habituales o poco repetidos existentes en el ámbito estudiado. El parámetro singularidad, de nuevo, se mide con un porcentaje, de tal forma que aquellas unidades territoriales con proporciones más elevadas de superficie ocupadas por cualquier elemento distintivo en relación a su superficie total serían las consideradas más singulares. Para el caso de Parque Maya de Cancún se considera que no existen elementos singulares o diferentes a otros encontrados dentro del mismo predio o en predios aledaños.

Estos tres parámetros (naturalidad, variedad y singularidad) constituyen los elementos que se han considerado más significativos para medir la calidad del paisaje; el cálculo de la calidad resultaría de la suma de los valores de porcentaje de dichas variables para cada unidad, por tanto, el valor máximo es de 3.0.

$$\text{Calidad} = \text{Naturalidad} + \text{Variedad} + \text{Singularidad}$$

## RESULTADOS.

**Visibilidad paisajística.** De las 236 entrevistas realizadas sobre el Boulevard Kukulcán para evaluar la visibilidad paisajística, 201 personas declararon que el sitio les parecía “sin interés” (201 puntos), 30 “regular” (60 puntos) y 5 dijeron que el sitio estaba “feo” (0 puntos). Lo que suma un total de 261 puntos. Por otro lado, de las 54 personas entrevistadas en la laguna, 2 respondieron que el paisaje del sitio les parecía regular (4 puntos), 10 manifestaron que estaba bonito (40 puntos), 36 dijeron que el lugar estaba muy bonito (288 puntos), 6 que estaba espectacular (96 puntos) para un total de 428 puntos. Resumen de resultados de las entrevistas realizadas a observadores desde el punto Boulevard Kukulcán. N= 236 y Laguna N=54.

ADJETIVO	KUKULCÁN		LAGUNA	
	PERSONAS	PUNTOS	PERSONAS	PUNTOS
FEO	5	0		
SIN INTERÉS	201	201		
REGULAR	30	60	2	4
BONITO			10	40
MUY BONITO			36	288
ESPECTACULAR			6	96
<b>TOTAL</b>	<b>236</b>	<b>261</b>	<b>54</b>	<b>428</b>

**Fragilidad paisajística.** Una vez evaluados los factores biofísicos presentes en el sitio del proyecto, se obtuvo un valor de fragilidad del paisaje de 1.66 para ambos puntos de observación. Considerando que la escala de evaluación de la fragilidad ambiental va de 1 a 3, podemos decir que desde ambos puntos de

observación, la fragilidad paisajística es BAJA. Resultados de la valoración de la fragilidad paisajística desde los puntos de observación Kukulcán y Laguna.

FACTOR	VALOR DE FRAGILIDAD			
	KUKULCÁN		LAGUNA	
	NOMINAL	NUMÉRICO	NOMINAL	NUMÉRICO
D	Alto	3	Bajo	1
E	Bajo	1	Alto	3
A	Bajo	1	Bajo	1
ES	Bajo	1	Bajo	1
CV	Alto	3	Alto	3
CS	Alto	3	Alto	3
P	Bajo	1	Bajo	1
O	Bajo	1	Bajo	1
H	Bajo	1	Bajo	1
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>		<b>15</b>

## CONCLUSIONES

Si bien todo proyecto arquitectónico modifica el paisaje de una u otra forma, algunos de ellos ayudan a mejorar la percepción que se tiene de un lugar. Este es el caso del proyecto Parque Maya de Cancún, el cual se establecerá sobre una zona previamente impactada y en estado actual de abandono, lo que ofrece un paisaje “sin interés” para la mayoría de los visitantes, aunque esta percepción puede estar sesgada debido a la presencia de la reja ciclónica que obstruye parcialmente la vista hacia el interior del predio, y que si no estuviera, posiblemente la percepción hubiese sido de “feo”.

La opinión de los encuestados cambia cuando se les presenta el boceto de lo que se pretende construir en el sitio, con su estilo de palafito, pisos de madera, muros verdes y techos de palapa, a lo cual la mayoría de la gente contestó que el lugar se vería bonito, e incluso algunos mencionaron que muy bonito. Es evidente que el entorno urbano en el que se ubica el proyecto influye directamente en la percepción del visitante, así como el terreno rellenado y la cerca perimetral. Por tanto, desde el punto de observación ubicado sobre el Boulevard Kukulcán el paisaje urbano se verá mejorado una vez que el proyecto Parque Maya de Cancún entre en operación.

Por otro lado, desde el punto de observación Laguna, el paisaje natural actual que tiene esa pequeña sección de la zona hotelera es considerado por la mayor parte de las personas entrevistadas como “muy bonito” o “bonito”. Cuando se les mostró el boceto de lo que se pretende construir, la mayoría de las personas dijo que estaba “bonito” o “muy bonito”. Al parecer, la baja densidad estructural de los elementos que se colocarán en la laguna no impactará demasiado en la percepción del paisaje actual, permitiendo, aún con la presencia de las torres de tirolesas y postes de amarre de los juegos de cuerdas la contemplación de la vegetación de manglar, el ambiente acuático y la fauna del lugar.



#### 2.4.- MEDIO SOCIOECONÓMICO

Situado en la península de Yucatán, Cancún fue el primer Centro Integralmente Planeado de FONATUR e inició operaciones en 1974 y en tan solo 40 años se ha convertido en el más importante destino turístico del país y el más reconocido a nivel mundial.

La fina arena blanca de sus playas bañadas por mares azul turquesa y su clima tropical, con más de 243 días de sol, lo convierten en uno de los destinos más bellos del Caribe.

Cancún se concibió como un polígono de 12,700 Ha., correspondiente a 3 secciones: la zona turística que cubría 11.01% de la superficie total; la urbana que cubría 21.54% y la conservación que abarcaba el 67.44% considerando la zona de conservación y el sistema lagunar Nichupté.

Desde sus inicios Cancún se consolidó como polo de desarrollo regional basado en el turismo, atrayendo inversiones, visitantes e inmigrantes, que a pesar de condiciones adversas financieras históricas nacionales e internacionales, ha logrado mantener un importante crecimiento económico, el cual se amplía hacia el norte y sur del estado de Quintana Roo, hasta convertirse en el principal polo de desarrollo del sureste mexicano.



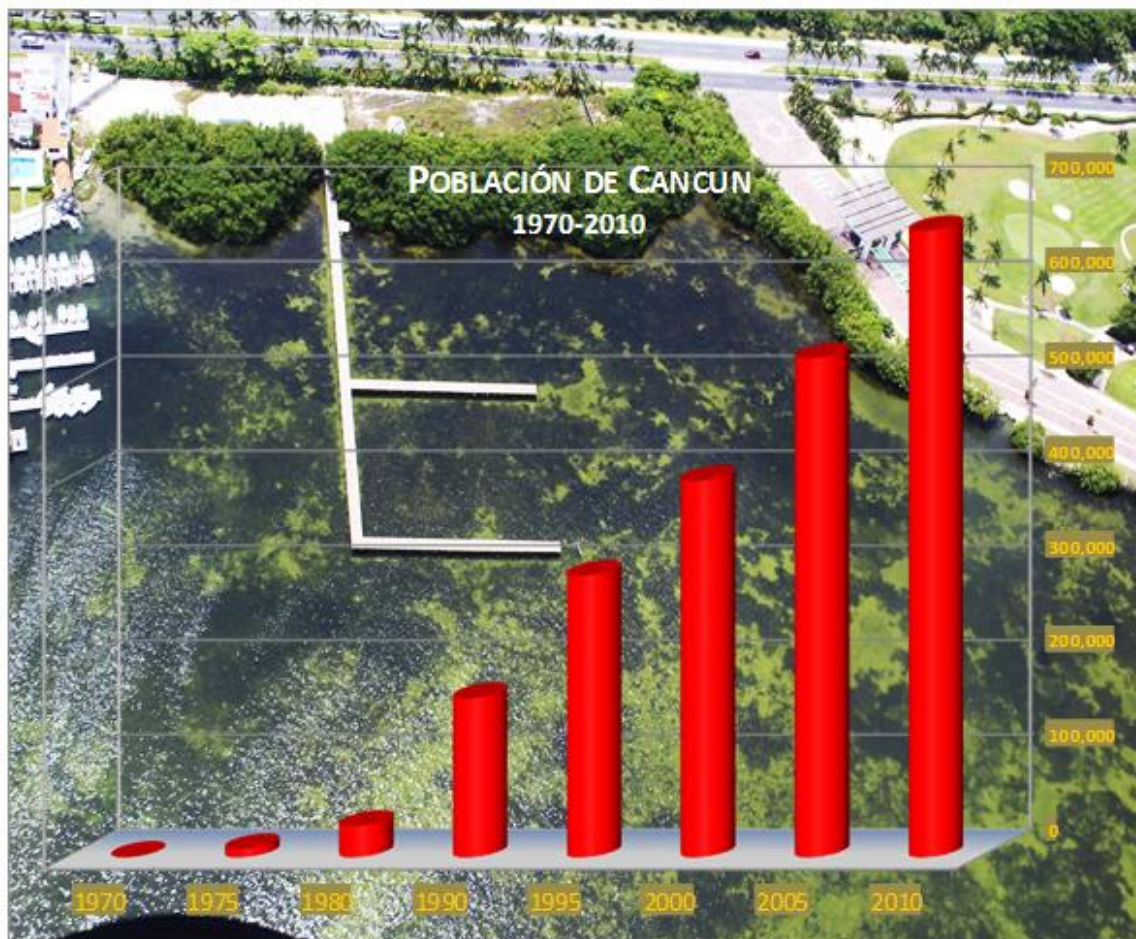
Una imagen que abarca casi la totalidad del Sistema Lagunar Nichupté, visto desde Punta Nizuc. Esta imagen permite apreciar las dos puntas rocosas y el tómbolo arenoso que las une y que actualmente constituye la Zona Hotelera de Cancún.

Cancún es la cabecera del Municipio Benito Juárez, actualmente es el destino turístico más importante de México y uno de los más reconocidos a nivel mundial, cuenta con un clima semitropical, y una temperatura promedio de 27°C, que puede llegar a los 35°C durante el verano, con días soleados durante la mayor parte del año.

Dentro de los límites geográficos considerados dentro de los ordenamientos territoriales de las regiones denominadas Sistema Lagunar Nichupté y la Riviera Maya, confluye el 18.5 % del total de visitantes, así como el 16% de la oferta hotelera de la cuenca del Caribe.

El éxito comercial de esta región del país, implica un aporte estimado en el 12 % del PIB turístico para México y el 90 % del PIB turístico para Quintana Roo. Según datos recientes, la capacidad de recepción de visitantes es de 4.3 millones de visitantes anuales, cuya derrama económica se estima en casi 3,000 millones de dólares.

Si bien la belleza y alta diversidad de recursos naturales que rodean a Cancún han definido su clara vocación natural para la actividad turística, el desarrollo ha tenido un alto costo ambiental y social, ya que la infraestructura urbana de la ciudad ha quedado rezagada respecto al crecimiento turístico, lo que ha generado desequilibrios muy marcados y un déficit significativo en cuanto a los servicios públicos municipales que demanda la creciente población de la ciudad.



El costo del éxito. Cancún como destino turístico ha sido uno de los proyectos del gobierno federal más exitoso en las últimas cuatro décadas. Sin embargo, el costo de este éxito, ha sido un crecimiento desmesurado de la población residente, que se multiplica a razón de 15 personas por cuarto hotelero construido.

La población de Cancún ha crecido de forma desmesurada, teniendo en cuenta que se desarrolló en un espacio casi despoblado. Según datos del ayuntamiento de Benito Juárez, la zona donde se desarrollaría Cancún, apenas contaba con algo más de cien habitantes cuando se decidió la construcción del centro turístico.

En 1970 ya contaba con 441 habitantes, sobre todo personal encargado de levantar las estructuras e infraestructuras necesarias para el futuro desarrollo de la ciudad. A partir de 1975, ya con Quintana Roo erigido como estado federal y con la fundación del municipio Benito Juárez, la ciudad tenía una población de 8,500 habitantes. A partir de entonces su crecimiento ha sido explosivo, continuado y muy significativo, especialmente por la fuerte inmigración.

Así, el éxito económico de Cancún como destino turístico ha desencadenado problemas relacionados con la población y poblamiento del área, así como del deterioro relativo de los recursos naturales y ha rebasado la capacidad financiera de los gobiernos locales para la dotación de servicios urbanos mínimos, esto a pesar de las voluntades y esfuerzos de estas autoridades para la consecución de inversiones, créditos y el establecimiento de programas de amplio alcance.

Este municipio ha presentado un alto ritmo de crecimiento poblacional, ya que para 1980 la población era de 37,190 habitantes, para el año de 1990 ya se había alcanzado la cifra de 176,765 habitantes, en 1995 la población aumentó hasta 311,696 residentes y en el año 2000 la población censada fue de 419,815 habitantes.

Según el Instituto Nacional de Geografía e Informática INEGI, hasta el año de 2010 el Municipio de Benito Juárez tenía una población de 661,176 habitantes, en una proporción muy similar entre hombres y mujeres, siendo de 326,231 mujeres, equivalentes al 49.34 % y 334,945 hombres que representan el 50.65 % de la población (Censo de Población y Vivienda, 2010).

TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL (TMCA)							
LOCALIDAD	TMCA C/10 AÑOS			TMCA C/5 AÑOS			
	1980-1990	1990-2000	2000-2010	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
QUINTANA ROO	8.1	5.9	4.2	7.4	4.5	5.3	3.1
BENITO JUÁREZ	16.9	9.0	4.6	12.0	6.1	6.4	2.9
CANCÚN	17.6	9.0	4.7	12.1	6.0	5.8	3.6
ALFREDO V. BONFIL	12.3	11.7	6.2	15.0	8.5	11.1	1.5
LEONA VICARIO	5.9	6.6	3.5	7.6	5.6	3.1	4.0
PUERTO MORELOS	7.5	9.6	10.3	9.9	9.3	17.6	3.5
RESTO DEL MUNICIPIO		9.8	NA	6.0	13.7	24.6	-34.9

Fuente: PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN, MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (2014-2030)

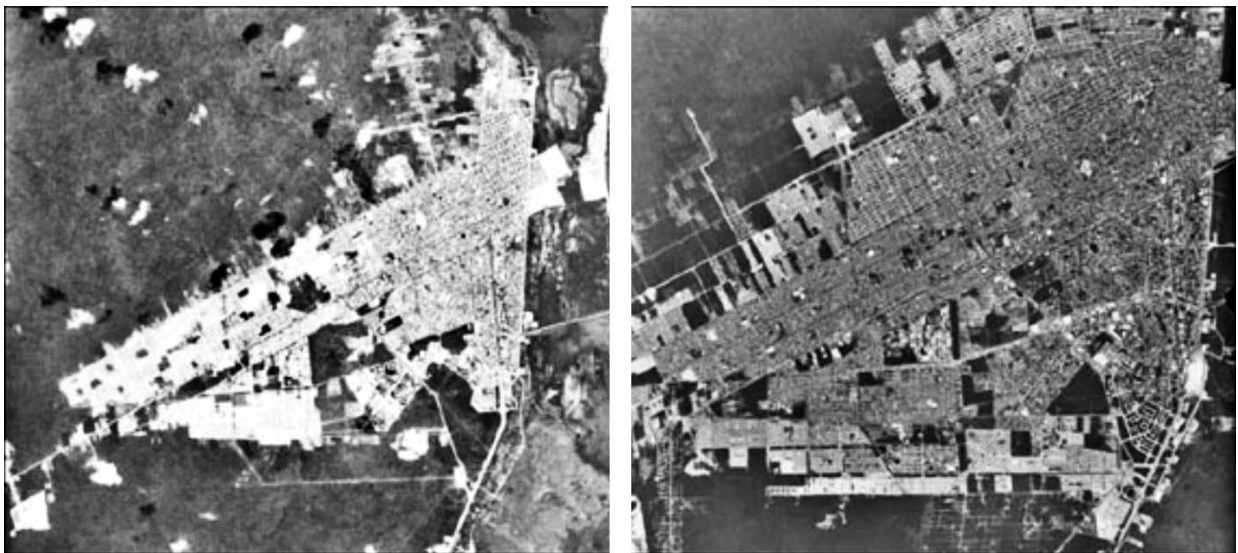
Los resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010 (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, 2010), indican que del total de la población registrada para el Municipio Benito Juárez, la mayor parte se concentra en la cabecera municipal de Cancún, con un porcentaje de 95.0%,

seguido por Alfredo V. Bonfil con 2.25%, Puerto Morelos con el 1.39 % y Leona Vicario con 0.98%, mientras que el resto (0.36 %) se distribuye en otras comunidades.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN MUNICIPAL POR LOCALIDAD					
LOCALIDAD	1990	1995	2000	2005	2010
BENITO JUÁREZ	176,765	311,696	419,815*	572,973	661,176*
CANCÚN	167,730	297,183	397191*	526,701	628,306*
ALFREDO V. BONFIL	2,696	5,418	8,148*	13,822	14,900*
PUERTO MORELOS	1,380	2,208	3,438*	7,726	9,188*
LEONA VICARIO	2,432	3,503	4,599*	5,358	6,517*
OTRAS COMUNIDADES	2,527	3.384	6,439*	19,366	2,395*

Fuente: \* ITER (<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter>)

Debido al éxito de Cancún como destino turístico de nivel internacional, prácticamente desde su creación se convirtió en un polo de atracción por sus fuentes de trabajo y posibilidades de desarrollo, por lo cual, a pesar de que el municipio de Benito Juárez ocupa el sexto lugar en extensión territorial con respecto a los 8 municipios que conforman el estado de Quintana Roo, su población representa casi el 50% del total estatal, lo que representaba en 2010 una densidad de 397.34 habitantes por km<sup>2</sup>.



La imagen muestra un comparativo de la extensión de la mancha urbana de Cancún. En la izquierda Cancún en 1991 y a la derecha en 2004. Imágenes del INEGI.

Esta densidad poblacional es un reflejo de los altos índices de crecimiento registrados en el municipio, particularmente por medio de la migración. De 2005 a 2010, la población ha aumentado en un 15.39% y cada vez siguen llegando nuevos pobladores.

CUADRO COMPARATIVO DE LAS SUPERFICIES TERRITORIALES DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO, NÚMERO DE HABITANTES Y DENSIDAD REGISTRADA EN EL AÑO 2010					
MUNICIPIO	SUPERFICIE Km <sup>2</sup>	% DEL ESTADO	POBLACIÓN (HABITANTES)	% DEL ESTADO	DENSIDAD (Hab/km <sup>2</sup> )
OTHÓN P. BLANCO	18,760	37	244,553	18.85	13.04
FELIPE CARRILLO PUERTO	13,806	27.2	75,026	5.78	5.43
JOSÉ MA. MORELOS	6,739	13.3	36,179	2.79	5.37
SOLIDARIDAD	4,245	8.4	159,310	12.28	37.53
LÁZARO CÁRDENAS	3,881	7.7	25,333	1.95	6.53
BENITO JUÁREZ	1,664	3.3	661,176	50.96	397.34
ISLA MUJERES	1,100	2.2	16,203	1.25	14.73
COZUMEL	474	0.9	79,535	6.13	167.80
<b>TOTALES</b>	<b>50,669</b>	<b>100</b>	<b>1,297,315</b>	<b>100</b>	<b>25.6</b>

Fuente: INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2010.

La gran influencia de la tendencia inmigratoria que ha tenido Cancún a lo largo de su corta historia, se refleja fielmente en que hasta el año 2010, 408,857 habitantes (el 69.83% de la población del municipio) no nació en la entidad; mientras que el número de personas que nacieron aquí es de solo 220,373 personas, cifra que representa el 33.34% de la población total del municipio.

Con respecto a las actividades productivas en el municipio Benito Juárez, para el año 2010 existía una población económicamente activa (PEA) de 307,649 personas, mientras que la población económicamente inactiva era de 181,512 personas. Así, la PEA ocupada asciende a 190,984 personas, mientras que la PEA desocupada fue de 10,986 personas.

El Producto Interno Bruto (PIB) del estado de Quintana Roo ascendió a más de 176 mil millones de pesos en 2010, con lo que aportó 1.4% al PIB nacional. Las actividades terciarias o auxiliares, entre las que se encuentran el comercio y hoteles son por mucho las más importantes del estado, aportando el 88% al PIB estatal en 2010.

Las actividades primarias son prácticamente nulas en el Municipio Benito Juárez y en particular en Cancún. La agricultura es prácticamente nula debido a la pobreza del suelo, estando limitadas únicamente al autoconsumo. Por su parte, la producción de ganado también es de autoconsumo, aunque existen

algunos pocos productores de ganado porcino, bovino y aves, que contribuyen muy poco al consumo interno de la localidad.

Según el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, la producción forestal está en crisis después del paso del huracán Wilma en 2005, debido al derribo del estrato arbóreo, afectando principalmente a los ejidatarios de Leona Vicario.

Finalmente, la pesca como actividad primaria está en declive, con cada vez menos participantes en ella pues están migrando a la actividad turística.

ACTIVIDADES ECONÓMICAS EN EL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN				
SECTOR	UNIDADES ECONÓMICAS			PORCENTAJE
	QUINTANA ROO	BENITO JUÁREZ	CANCÚN	
PRIMARIO	74	16	15	0.07
SECUNDARIO	3,449	1,725	1,678	7.6
TERCIARIO O AUXILIAR	43,468	20,945	20,459	92.4
TOTAL	46,991	22,686	22,152	100

Fuente: PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN, MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (2014-2030)

El sector secundario está en pleno crecimiento en Benito Juárez desde hace algunos años, con el desarrollo de múltiples fraccionamientos de interés social y de lujo, dándole al sector de la construcción un fuerte impulso, llevando a la ocupación de un territorio cada vez más amplio en respuesta a una demanda de vivienda por parte de la creciente población.

El sector terciario es por mucho el más importante de Cancún, el municipio y todo el estado, y es el turismo el que representa casi la totalidad de este sector, convirtiéndose en prácticamente la única actividad económica que sostiene al estado.

Esta actividad representa 92.4% del total de las actividades económicas de la ciudad de Cancún. Al mes de abril 2009 Cancún registró 15,422 empresas con un amplio predominio de la actividad auxiliar, principalmente el comercio al por menor y servicios; en el tema de generación de empleo también la actividad del comercio al por menor puntea la lista, seguida de los servicios de alojamiento y preparación de alimentos, servicios, comercio al por mayor y servicios profesionales; siendo la Zona Centro y Zona Hotelera las que generan mayor cantidad de empleo.

Según la Secretaría de Turismo del estado de Quintana Roo (SECTUR), el estado se ubica en el lugar 13 respecto al Índice de Competitividad Estatal 2010 y es el estado que percibe mayores ingresos por el sector turismo en el país, y en 2013 captó el 40% del total de divisas que ingresaron al país por concepto de turismo.

Hasta diciembre de 2014, Cancún contaba con una infraestructura hotelera de 145 hoteles, tres menos que los registrados en el período 2010-2012. A pesar de esta disminución en los establecimientos

hoteleros, la oferta de cuartos hoteleros va en aumento, con un total en 2014 de 30,608 cuartos, 865 más que en el año 2012.

ACTIVIDADES AUXILIARES EN EL CENTRO DE POBLACIÓN			
SECTOR DE ACTIVIDADES TERCIARIAS O AUXILIARES	UNIDADES ECONÓMICAS		
	QUINTANA ROO	BENITO JUÁREZ	CANCÚN
COMERCIO AL POR MAYOR	1,290	705	691
COMERCIO AL POR MENOR	19,103	8,920	8,697
TRANSPORTES, CORREOS Y ALMACENAMIENTO	298	127	115
INFORMACIÓN EN MEDIOS MASIVOS	226	95	92
SERVICIOS FINANCIEROS Y DE SEGUROS	412	209	207
SERVICIOS INMOBILIARIOS Y DE ALQUILER DE BIENES MUEBLES E INTANGIBLES	1,191	627	619
SERVICIOS PROFESIONALES, CIENTÍFICOS Y TÉCNICOS	1,080	615	612
CORPORATIVOS	1	1	1
SERVICIOS DE APOYO A LOS NEGOCIOS Y MANEJO DE DESECHOS Y SERVICIOS DE REMEDIACIÓN	1,748	965	950
SERVICIOS EDUCATIVOS	1,253	593	580
SERVICIOS DE SALUD Y DE ASISTENCIA SOCIAL	1,645	879	865
SERVICIOS DE ESPARCIMIENTOS CULTURALES Y DEPORTIVOS, Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS	477	233	232
SERVICIOS DE ALOJAMIENTO TEMPORAL Y DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	6,567	2,931	2,857
OTROS SERVICIOS, EXCEPTO ACTIVIDADES GUBERNAMENTALES	6,777	3,670	3,579
ACTIVIDADES LEGISLATIVAS, GUBERNAMENTALES, DE IMPARTICIÓN DE JUSTICIA Y DE ORGANISMOS INTERNACIONALES Y EXTRATERRITORIALES	1,060	194	185
NO ESPECIFICADO	340	181	177
<b>TOTAL</b>	<b>43,468</b>	<b>20,945</b>	<b>20,459</b>

Fuente: PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN, MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (2014-2030)

La estancia promedio de los visitantes durante 2014 fue de 5.2 días, menor a lo registrado en la Riviera Maya, su principal competidor interno, donde la estancia promedio fue de 6.2 días.

Este comportamiento es históricamente constante, pues desde 2008 siempre ha habido un promedio de estancia mayor en la Riviera Maya que en Cancún, sin embargo parece ser que existe una tendencia a disminuir.

En 2008 la diferencia era de 2 días entre los que se quedaban en Cancún contra los que elegían la Riviera Maya como lugar de descanso, sin embargo, poco a poco esta diferencia se fue acortando, y en 2014, es de tan solo 1 día.





Fuente: Secretaría de Turismo del estado de Quintana Roo SEDETUR.
   
<http://sedetur.qroo.gob.mx/>

Con respecto a la vivienda, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática reporta que en el municipio Benito Juárez existe un total de 246,307 viviendas, de las cuales 241,999 son particulares, las cuales son habitadas por 646,639 personas, es decir, un promedio de 2.67 personas por vivienda.

Del total de viviendas particulares, 173,478 poseen piso fabricado con algún material diferente de la tierra; 177,946 viviendas cuentan con sanitario; 159,324 tienen servicio de agua potable entubada; 176,455 viviendas tienen drenaje y 176,623 reciben servicio de energía eléctrica.

El crecimiento poblacional explosivo que ha experimentado Cancún, así como problemas de tenencia de la tierra y su elevado costo, han fomentado el rezago en materia de vivienda, lo que ha causado que segmentos de la población recurran a la ocupación irregular o ilegal de zonas ejidales, estableciendo asentamientos humanos carentes de servicios urbanos y sin certeza jurídica en cuanto al régimen de propiedad.

Con relación a la educación, el INEGI reporta que el municipio Benito Juárez tenía una población de 463,937 personas en el año 2010 cuyas edades oscilaban entre 15 años o más, de las cuales 451,090 sabían leer y escribir, representando el 97.23% de este sector de la población, mientras que 12,847 eran analfabetas, representando el 2.76%. El grado promedio de escolaridad en el municipio en 2010 era de 9.59 años. En el municipio habitaban 72,277 niños de 6 a 11 años de edad en 2010, de los cuales 2,379 no asistían a la escuela, es decir el 3.29% de los niños del municipio no van a la escuela primaria.

Cancún es una ciudad que cuenta con una gran cantidad de escuelas de educación básica: primarias (curso de seis años escolares) y secundarias (curso de tres años escolares) ubicadas en muchos puntos de la región. La mayoría de estas escuelas pertenecen al gobierno federal y para las personas con mayores ingresos existen escuelas privadas con diversos programas educativos en los cuáles se incluyen pre-maternal, kínder, primaria, secundaria, preparatoria y profesional.

Sin embargo, debido al enorme crecimiento de la población, año con año hay un gran porcentaje de jóvenes que se quedan sin la posibilidad de inscribirse en escuelas públicas. Es esta una de las razones de la existencia de tantas escuelas privadas.

En las ciudades con mayor crecimiento demográfico de Quintana Roo no hay terrenos con las características adecuadas para construir escuelas que sean lo suficientemente amplias y equipadas a fin de enfrentar una matrícula escolar cuyo crecimiento alcanza hasta un 12 por ciento en Solidaridad y un 5.2 por ciento en Benito Juárez.

En cuanto al número de profesores según el Sistema de Información y Gestión educativa (SIGED) durante el ciclo escolar 2013-2014 había en todo el estado 13,326 docentes de educación básica, de los cuales 11,122 trabajan para el sector público en un total de 1,639 escuelas, mientras que en el sector privado existían 353 escuelas en las que laboraban 2204 docentes.

Específicamente en el Municipio Benito Juárez, existían en el ciclo escolar 2013-2014 un total de 611 escuelas que atendían a 137,483 alumnos con la ayuda de 6,060 maestros. Del total de escuelas públicas que hay en el municipio, el 91.656% se ubican en Cancún (560), que dieron servicio en ese ciclo escolar a 130,164 alumnos con la participación de 5,758 docentes (<http://www.siged.sep.gob.mx>).

ESTADÍSTICA DEL SISTEMA EDUCATIVO QUINTANA ROO  
CICLO ESCOLAR 2013-2014

NIVEL / MODALIDAD	ALUMNOS			DOCENTES	ESCUELAS
	TOTAL	MUJERES	HOMBRES		
TOTAL SISTEMA EDUCATIVO	416,697	208,750	207,947	22,314	2,312
PÚBLICO	358,425	178,687	179,738	17,378	1,826
PRIVADO	58,272	30,063	28,209	4,936	486
EDUCACIÓN BÁSICA	299,235	147,163	152,072	13,326	1,992
PÚBLICO	263,775	129,587	134,188	11,122	1,639
PRIVADO	35,460	17,576	17,884	2,204	353
EDUCACIÓN PREESCOLAR	52,286	25,780	26,506	2,142	726
GENERAL 1/ CURSOS COMUNITARIOS	47,070	23,265	23,805	1,845	495
PÚBLICO	1,053	516	537	112	133
PRIVADO	44,331	21,838	22,493	1,696	576
EDUCACIÓN PRIMARIA	7,955	3,942	4,013	446	150
GENERAL	172,965	84,877	88,088	5,994	862
CURSOS COMUNITARIOS	168,614	82,780	85,834	5,753	729
PÚBLICO	618	288	330	67	60
PRIVADO	153,166	75,081	78,085	5,055	726
EDUCACIÓN SECUNDARIA	19,799	9,796	10,003	939	136
GENERAL 2/ TÉCNICA	73,984	36,506	37,478	5,190	404
PÚBLICO	35,976	17,953	18,023	2,797	183
PRIVADO	25,259	12,402	12,857	1,714	56
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR	66,278	32,668	33,610	4,371	337
BACHILLERATO GENERAL	7,706	3,838	3,868	819	67
BACHILLERATO TECNOLÓGICO	57,414	28,392	29,022	5,166	198
PROFESIONAL TÉCNICO BACHILLER 3/ PROFESIONAL TÉCNICO	25,604	12,919	12,685	2,056	140
PÚBLICO	22,786	10,950	11,836	2,086	42
PRIVADO	8,832	4,457	4,375	1,002	14
EDUCACIÓN SUPERIOR	192	66	126	22	2
NORMAL LICENCIATURA	49,284	24,219	25,065	4,059	136
LICENCIATURA	8,130	4,173	3,957	1,107	62
POSGRADO	30,709	14,719	15,990	3,218	72
PÚBLICO	1,219	864	355	122	5
PRIVADO	28,411	13,259	15,152	2,779	47
EDUCACIÓN SUPERIOR	1,079	596	483	317	20
PÚBLICO	22,060	10,204	11,856	1,835	36
PRIVADO	8,649	4,515	4,134	1,383	36

<sup>e/</sup> Cifras estimadas. <sup>1/</sup> Incluye servicio CENDI. <sup>2/</sup> Incluye los servicios para trabajadores, comunitaria y migrante.

<sup>3/</sup> El Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP). Fuente: <http://www.siged.sep.gob.mx/>

El mismo SIGED indica que durante ese ciclo escolar, la matrícula en educación básica fue de 299,235 alumnos, de los cuales 263,775 cursaron sus estudios en escuelas públicas, y 35,460 en escuelas privadas.

En cuanto a estudios de nivel medio superior, en el estado hay 198 escuelas, de las cuales 136 son públicas y 62 privadas, en las cuales se matricularon un total de 57,414 alumnos durante el ciclo escolar 2013-2014.

Los indicadores educativos no posicionan a Quintana Roo en ningún lugar de privilegio, por el contrario, el estado está en el último lugar en el país en cuestiones de cobertura y tasa neta de escolarización de educación básica entre niños de 3 a 14 años de edad. Igualmente, en educación preescolar, el estado tiene los últimos lugares en atención y cobertura a niños de 3, 4 y 5 años.

Cifras igualmente pobres se presentan en los niveles de educación superior, donde la cobertura para jóvenes de 18 a 23 años que quieren estudiar un posgrado fue de solo el 18.1% en 2013-2014, ocupando el lugar 28 en todo el país. Aún para aquellos que no deseaban estudiar un posgrado, la cobertura es de solo 21 a 23.6% dependiendo del sistema educativo elegido.

Con respecto a los servicios médicos, el municipio de Benito Juárez cuenta con diversas dependencias públicas que prestan servicios de salud, como la Secretaría Estatal de Salud (SESA), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores al Servicio del Estado (ISSSTE), el servicio médico de la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA), de la Secretaria de la Marina (SM), de la Fuerza Aérea Mexicana (FAM), la Cruz Roja Mexicana y el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF).

INFRAESTRUCTURA DEL SECTOR SALUD REGISTRADA PARA EL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, PARA EL AÑO 2000					
Camas		Médicos		Enfermeras	
CENSABLES:	204	GENERALES:	102	GENERALES:	144
NO CENSABLES:	145	ESPECIALISTAS:	194	ESPECIALISTAS:	103
CONSULTORIOS:	108	EN OTRA ACTIVIDAD:	91	OTRAS:	360

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal

La población derechohabiente para alguno de estos servicios de salud en el municipio Benito Juárez ascendía en 2010 a 425,874 personas, mientras que no contaban con este tipo de prestaciones un total de 211,732 personas.

Debido al vertiginoso aumento de la población y por consiguiente el incremento en la demanda de servicios de salud, en Cancún se han establecido múltiples clínicas y hospitales privados, los cuales, a pesar de no existir estadísticas confiables y actualizadas, se estima que en su conjunto ya superaron la oferta de servicios que ofrece el sector oficial en su conjunto.

## 2.5.- DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 2.5.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

Para la integración e interpretación del inventario ambiental recabado en el sitio del proyecto Parque Maya de Cancún, se utilizó un método de valoración semicuantitativo, donde las unidades ambientales descritas en la caracterización ambiental se clasificaron con los adjetivos: alto, medio, bajo o nulo, según los siguientes parámetros:

- Normatividad ambiental
- Diversidad
- Rareza
- Naturalidad
- Aislamiento
- Calidad
- Irreversibilidad
- Singularidad

En cuanto a la *Normatividad Ambiental* vigente, en el predio donde se pretende realizar el proyecto se identificaron las especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y negro (*Avicennia germinans*), ambas consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de igual manera, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) se encuentra habitando en la zona desmontada y la vegetación secundaria que se registra en la zona.

Por su parte, la diversidad dentro del predio no es alta debido a los impactos ambientales y el desarrollo urbano circundante, la mayoría de la vegetación halófila nativa ha sido eliminada, con la consecuente ausencia de fauna, particularmente aquella que es más sensible a las actividades antropogénicas.

Por la misma razón, no se identificaron en el predio elementos faunísticos, florísticos, geológicos o culturales poco comunes, raros o singulares dentro del mismo predio, dentro de la totalidad del Sistema Laguna Nichupté o incluso de cualquier ecosistema de manglar de la Península de Yucatán. Por tanto en el predio no existen elementos para evaluar la **Rareza** de ningún elemento ambiental.

El predio presenta diversos impactos ambientales que le confieren un grado de **Naturalidad** bajo. El terreno rellenado, el anterior uso del ecosistema como área de acumulación de desechos de relleno, la acumulación de basura entre las raíces de manglar, el deterioro ambiental del Sistema Lagunar Nichupté (calidad del agua, sedimentación, basura, dragados, turismo náutico motorizado, etc.) han propiciado que las biocenosis en el sitio del proyecto y en general todo el borde lagunar colindante con la zona hotelera de Cancún tengan un estado de perturbación antropogénica alto.

De acuerdo con la SEMARNAT (2002), el **grado de aislamiento** mide la posibilidad de dispersión de los elementos móviles del ecosistema y está en función del tipo de elemento a considerar y de la distancia a otras zonas de características similares. Para el caso de Parque Maya de Cancún, los elementos móviles presentes en la zona terrestre son las iguanas grises y lagartijas y otros posibles reptiles presentes, que no serán afectada su posibilidad de moverse a zonas similares pues colindante a este predio se encuentra el manglar de borde del complejo Grand Island, lo que permitirá su traslado.

Sin embargo, esta es la única posibilidad ya que hacia el Norte y este hay elementos urbanizados que no permitirán su movimiento, como la Marina Aqua Fun y el Boulevard Kukulcán (seguido de hoteles y otra infraestructura turística).

Es importante hacer notar que el cangrejo azul presenta movimientos migratorios reproductivos que los llevan desde el manglar hasta el mar y viceversa durante los días de luna llena de octubre. El método constructivo a manera de palafito del proyecto no imposibilitará esta migración, sin embargo otros elementos ya presentes si constituyen una barrera casi ineludible para esta especie, como lo es el boulevard Kukulcán y las construcciones colindantes con el mar ubicadas al otro lado de esta avenida.

Tomando en consideración lo antes mencionado, se considera que el **grado de aislamiento** de la fauna en el predio es medio.

Al evaluar la **calidad ambiental** en la zona es evidente que ésta es baja, debido al ya mencionado desmonte de la vegetación y posterior relleno a que ha sido sometido el predio para usos anteriores. La zona lagunar también tiene una calidad baja.

Los impactos ambientales ya existentes en la zona terrestre se consideran como irreversibles, por tanto, la **irreversibilidad** actual en el sitio del proyecto es alta, y por ello la mayor parte de la infraestructura será construida en esta zona. En lo concerniente al sector lagunar, al ser torres y postes de madera hincados sobre el fondo lagunar sin ningún tipo de zapata, son fácilmente removibles, por lo que para esta zona la irreversibilidad es baja.

La presencia de madrigueras de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) en la zona de vegetación secundaria y de manglar, la dan a este sitio cierta **singularidad** a nivel local, ya que quedan pocos lugares en la zona hotelera de Cancún donde se puedan observar estos animales. El cangrejo azul se ha convertido en una especie carismática para la sociedad cancenense, la cual organiza cada año programas de rescate de ejemplares que cruzan el Boulevard Kukulcán para llegar al mar a liberar sus huevos, para después regresar al manglar, proceso que se ha visto muy disminuido de unos 20 años a la fecha. Tomando en cuenta esto, se considera que el predio tiene una singularidad media.

#### 2.5.2. CONCLUSIONES

La construcción del proyecto Parque Maya de Cancún conservará como elemento natural las ramas del manglar de borde presente en el sitio y que se proyectan hacia dentro del predio, así como a las comunidades de pastos marinos en la zona lagunar. La mayor parte del proyecto constructivo en tierra se establecerá sobre una zona ya impactada con la construcción de una plancha de concreto preexistente. Por el contrario, la zona a reforestar en la sección Selva Maya, ayudará a aumentar la cobertura vegetal de la zona.

El deterioro ambiental de la zona circundante es evidente; la mayoría de la infraestructura colindante con la laguna ha eliminado la totalidad del manglar de borde para la construcción de muelles y marinas, o para tener instalaciones con “vista a la laguna”. En tierra, el Boulevard Kukulcán, los hoteles y otra infraestructura turística han eliminado prácticamente por completo los ecosistemas originales,

disminuyendo la cobertura vegetal y provocando la redistribución de la fauna, en algunos casos tan gravemente que ya no se observan especies que antes eran comunes.

Parque Maya de Cancún integrará el manglar de borde y la fauna existente, realizará obras de reforestación, aprovechará terrenos previamente impactados, utilizará obra civil abandonada y tendrá una alta proporción de terreno permeable, al construir todas las obras sobre estructuras elevadas tipo palafito. En la laguna, los postes que sostendrán a las torres de tirolesas y los juegos de cuerdas, no constituirán una obra masiva que impida la contemplación del paisaje u obstruya o modifique procesos naturales (bióticos o abióticos) existentes.

Resulta importante resaltar la construcción sobre pilotes, ya que éstos no representarán una barrera física para los flujos subterráneos, que si bien ya están siendo afectados desde antaño y en mayor medida por las obras en la laguna y construcciones aledañas (dragados, rellenos, construcción del Boulevard Kukulcán, sistemas de drenaje y alcantarillado público, hoteles y otra infraestructura), coadyuvarán a no aumentar esta problemática. La instalación de solo 22 pilotes con tan solo un diámetro de 30 a 40 cm, separados entre sí por una distancia de 4.6 m no tendrán ningún efecto sobre el flujo subterráneo existente.

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

La realización de cualquier proyecto de desarrollo trae como consecuencia alteraciones de diversa magnitud en los ecosistemas en que se encuentra inserto.

Esto es particularmente importante cuando los ecosistemas de que se trata, sean de alto valor ecológico y fragilidad de sus procesos naturales y componentes de flora y fauna. Tal es el caso del Sistema Lagunar Nichupté y los humedales que le bordean.

El sembrado del proyecto durante su preparación, construcción y operación, alterará el medio físico, biológico y socioeconómico por la mano de obra, materiales y maquinaria a utilizar durante el desarrollo. Estas modificaciones al ser detectadas se han analizado y evaluado para asignarles una calificación según el grado de alteración que se produzca en el medio y su importancia. Por supuesto, no todos los impactos son negativos, también hay alteraciones que se califican de benéficas durante la etapa de operación del Parque Maya de Cancún.

Este proceso da como resultado que un proyecto estructurado con los antecedentes ambientales del área para su pretendida ubicación, al momento de someterlo a un análisis de impacto ambiental, resulte en promedio con impactos de baja intensidad y corta duración, la mayor parte de ellos con carácter mitigable. Adicionalmente, a este resultado contribuye el que se sigan estrictamente los criterios de Carácter General establecidos en Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, el cual coadyuva a restringir y acotar los impactos potenciales.

Adicionalmente, debido a que en la colindancia del predio estudiado se registra la presencia de una franja de manglar de borde, se realizó el análisis de vinculación del proyecto de acuerdo a la NOM-022-SEMARNAT-2003, que contiene las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. En este contexto se consideran los siguientes puntos primordiales:

1. La integridad del flujo hidrológico del humedal costero.
2. La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental.
3. Su productividad natural.
4. La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas.
5. Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.
6. 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.
7. 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 de protección, entre otros).

Con estos antecedentes y con el estudio actualizado de los biotopos, así como de la flora y la fauna que los habita (los cuales se reportan en el capítulo precedente), se realizó el análisis de Impacto Ambiental para la construcción y operación correspondiente al proyecto "Parque Maya de Cancún".



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

Para la identificación de los posibles impactos ambientales que ocasionaría la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, se utilizó como herramienta metodológica una Matriz de Interacción y una variación de la Matriz de Leopold, en las cuales se enlistan las características del medio contra las actividades que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proyecto.

**Matriz de Interacción.** La metodología empleada para realizar la evaluación y análisis de los impactos potenciales que se identificaron, se inicia con la creación de listas de verificación para realizar las visitas de campo y la identificación de las variables que serán objeto del análisis; una vez obtenidas estas variables se elaboran las matrices específicas para evaluación de los impactos a partir de los criterios definidos para ello.

Con la finalidad de mantener la coherencia metodológica del documento, con base en la interpretación de la propia matriz de identificación de impactos ambientales, se realiza la clasificación, evaluación y descripción de los impactos identificados exclusivamente para la etapa de operación del Hotel; es decir, se realizó el análisis para esta etapa de operación contra cada uno de los componentes ambientales (Indicadores ambientales) de potencial afectación.


Con la finalidad de detectar la temporalidad de los impactos, así como la posibilidad de aplicar medidas de mitigación, a continuación se presenta una Matriz de Interacción. En esta se definen aquellas actividades adversas a las características del medio en las que es posible aplicar medidas de prevención y mitigación para los impactos que de estas actividades se deriven, además, se presentan los impactos benéficos y su duración. Los impactos identificados se anotaron en cada una de las celdas, con base a los siguientes criterios:

- P** PERMANENTE. Un impacto permanente se deriva de una actividad que modifica el medio físico, biológico o socioeconómico, de forma tal, que no volverá a tener las características previas a la actividad desarrollada.
- p+** PERMANENTE MITIGABLE. Se considera como impacto permanente mitigable a aquella actividad que modifica el medio y que es susceptible de aplicar medidas atenuantes, que contribuyan a la disminución del impacto generado o bien la aplicación de acciones de compensación que retribuyan el impacto.
- T** TEMPORAL. El impacto temporal es la alteración o modificación al medio físico, biológico o socioeconómico, que por las características de la actividad desarrollada se manifiesta transitorio y sin posibilidades de ser atenuado.
- t+** TEMPORAL MITIGABLE. Es la modificación temporal del medio ambiente por una actividad, a la cual es posible aplicar medidas de mitigación que contribuyan a la reducción de los efectos negativos de la actividad.

Como se puede observar, esta matriz de interacciones es sensible a la duración del impacto potencial, y ayuda a determinar el grado de reversibilidad del mismo, así como su posibilidad de mitigación.

En esta matriz se correlacionan las características del medio con las actividades del proyecto en todas sus etapas. En este caso las celdas presentan letras mayúsculas o minúsculas, con las que se indica la

temporalidad de los impactos. En el caso de impactos benéficos la celda presenta una clave por medio del sombreado de la celda correspondiente.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS		
P	PERMANENTE	BENÉFICO
p+	PERMANENTE MITIGABLE	
T	TEMPORAL	
t+	TEMPORAL MITIGABLE	
		

Para la estimación de la temporalidad del impacto analizado, se consideran dos criterios: permanente y temporal; esto depende de las características de la actividad que afecte el medio ambiente y su grado de reversibilidad.

Para denotar si existen medidas que prevengan o aminoren los efectos adversos de un impacto sobre un elemento determinado del medio ambiente, se representa mediante un signo +, que indica la posibilidad de mitigar dicho impacto.

La combinación de las dos variables mencionadas, resulta en cuatro categorías para calificar el efecto del impacto esperado: 1) permanente, 2) permanente mitigable, 3) temporal y 4) temporal mitigable.

Adicionalmente, se distingue entre los impactos de carácter benéfico y aquellos considerados perjudiciales, con efectos negativos sobre el ambiente.

### 1.1. COMPONENTES AMBIENTALES E INDICADORES DE IMPACTO

Con base en la consideración de que un indicador es un elemento ambiental que es o puede ser afectado por un agente inductor (como lo son en este caso, las acciones a realizar en las diversas etapas del proyecto), se anticipa que para todas las etapas del proyecto se podrán presentar afectaciones potenciales en los componentes ambientales que se indican a continuación:

- SUELO
- ATMÓSFERA
- HIDROLOGÍA
- VEGETACIÓN
- FAUNA
- MEDIO SOCIOECONÓMICO

Es importante señalar que las afectaciones que se anticipan potenciales, presentan un amplio espectro de intensidades para cada indicador ambiental a lo largo del desarrollo de la construcción y operación. Una vez que se ha desarrollado el trabajo de campo y el análisis de los datos, se tiene un panorama completo

del ecosistema en la zona donde se localiza el Parque Maya de Cancún, se ha establecido cual es el estado de conservación de la vegetación en la zona, así como la diversidad y composición de la fauna que en algún momento del día se encuentra presente en el predio o en sus inmediaciones.

Con estos dos elementos centrales de conocimiento, se realizó un análisis para definir la lista indicativa de los indicadores de impacto ambiental potenciales, que se pueden generar a partir de la construcción y operación del Parque Maya de Cancún. Estos indicadores se describen a continuación:

## **1.2. LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO**

- Suelo
  - Estructura del suelo
  - Propiedades Físicoquímicas (contaminación)
  - Bentos lagunar
- Subsuelo
  - Permeabilidad
  - Estructura
- Atmósfera en lo relativo a la calidad del aire, por:
  - Emisión de gases contaminantes (calidad del aire)
  - Microclima (clima Local)
  - Incremento en los niveles de ruido ambiental
- Geohidrología
  - Área-volumen de infiltración
  - Calidad del agua superficial
  - Flujos subterráneos
- Hidrología lagunar
  - Flujos hidrológicos
  - Calidad del agua lagunar
- Paisaje
  - Desde la laguna
  - Desde el Boulevard Kukulcán
- Vegetación de la Zona
  - Manglar de borde
  - Vegetación secundaria
  - Pastos marinos
  - Algas marinas
- Fauna
  - Crustáceos y moluscos
  - Herpetofauna
  - Ornitofauna
  - Mastofauna
  - Fauna nociva
- Medio Socioeconómico
  - Empleo temporal y permanente
  - Demanda de servicios urbanos en la zona
  - Desarrollo económico municipal
  - Derrama fiscal, derechos e impuestos
  - Abastecimiento de insumos y productos básicos
  - Oferta turística
  - Mejoramiento urbano

### 1.3. CRITERIOS Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Definidos estos componentes ambientales y los indicadores de impacto, así como la identificación de las interacciones entre ambos (mediante la Matriz de Interacción), se procede, por último, a integrar la Matriz de Leopold modificada.

#### 1.3.1. CRITERIOS

La aplicación de criterios y métodos específicos de evaluación del impacto permiten al evaluador ponderar el efecto de la operación del hotel respecto de los componentes ambientales de la zona; los primeros facilitan la valoración de la importancia de los impactos, en tanto que los segundos, otorgan una visión integral de los efectos de la construcción y operación del Parque Maya de Cancún.

**Matriz de Leopold modificada.** En cada una de las celdas de esta matriz, se anotaron los valores determinados para la magnitud del impacto así como su importancia; el valor dado para la magnitud se consideró a nivel del predio y su área de influencia; la importancia se consideró a nivel local. La escala que se empleó fue del 1 al 5, ocupando sólo los números noes, con la finalidad de simplificar el número de categorías.

Para la clasificación de la magnitud se emplearon las siguientes categorías; 1 para la escasa, 3 para la mediana y 5 para la fuerte. En la evaluación de la importancia se emplearon los siguientes criterios, 1 para la insignificante, 3 para la significativa y 5 para la altamente significativa. En el caso de las actividades consideradas como benéficas se colocó un símbolo + en la celda de la magnitud.

VALOR ASIGNADO	MAGNITUD	CONDICIÓN QUE DESCRIBE
1	BAJA	Se considera una magnitud baja, cuando el impacto afecta o modifica ligeramente al elemento del medio, sin que éste pierda su integridad, composición, estructura o valor. Cuando el efecto del impacto pueda ser cuantificado, éste debe afectar menos del 30 % del elemento.
3	MEDIA	Este valor de magnitud se aplica cuando la afectación del impacto sobre el elemento del medio es moderada, y este elemento tiene la capacidad de conservar una proporción significativa, de al menos el 60 % de las características originales del elemento, además de tener la posibilidad de recuperarse de manera natural y espontánea, o bien, mediante la aplicación de medidas de mitigación, cuando el impacto sea negativo.
5	ALTA	Un impacto llega a ser de magnitud alta cuando la modificación o afectación al elemento del medio es tal, que éste pierde o modifica de manera significativa sus características originales, por lo cual resulta imposible restaurar la condición de forma natural. En estos casos, la aplicación de medidas de mitigación resulta en medidas muy radicales y de alto costo económico. Se aplica esta magnitud en una relación en la que el efecto del impacto es cuantificable, afectando más del 60 % del elemento.

Por otro lado, la importancia es una valoración que se aplica en función del valor intrínseco al elemento del medio que recibe el impacto. Esto se refiere a que no todos los ecosistemas tienen la misma importancia, ya que no contienen el mismo número y tipo de especies animales y vegetales, la misma complejidad de interacciones con el medio físico y las relaciones interespecíficas biodependientes (competencia, predación, comensalismo, parasitismos, etc.).

El valor asignado a la importancia del impacto, depende en gran medida de otros atributos del elemento afectado, que van más allá del aspecto ecológico, y que incluyen aspectos tales como perdurabilidad, que hace referencia a la duración en tiempo de los efectos derivados del impacto; se contempla también la noción del valor de los servicios ambientales, que se refieren a la importancia de los usos tradicionales y económicos de sus recursos, así como algunas funciones ecológicas relevantes para el ambiente y las comunidades humanas (rol como bio-filtro de contaminantes, captación de agua, regulación climática, etc.).

Como consideración adicional para calificar la importancia de un impacto, se considera un factor muy difícil de dimensionar, pero de importancia fundamental. Se trata del concepto de sinergia, que se refiere a la alteración producida en el ambiente que repercute más allá de los límites del predio del proyecto, y puede sumar otros impactos, cuyo resultado es mayor que la suma aritmética de los mismos.

La importancia se califica con un valor al impacto, por medio de los números 1, 3 y 5. En caso de que el impacto sea positivo, se le agrega el símbolo +, para indicar que el efecto en las características del medio natural o socioeconómico, es benéfico. El significado de los valores asignados para la importancia, se indica en el cuadro siguiente:

VALOR ASIGNADO	IMPORTANCIA	CONDICIÓN QUE DESCRIBE
1	BAJA	Cuando el efecto sobre algún elemento del medio carece de ó tiene muy poco valor, ya sea porque sus características originales han sido afectadas anteriormente por impactos previos a la realización del proyecto ó por la posibilidad de aminorar los efectos negativos ó proteger sus características naturales mediante la aplicación de medidas prevención, mitigación o compensación, se le considera de importancia baja.
3	MEDIA	La afectación de un impacto es de importancia media, cuando el elemento tiene un valor de relativa importancia, y cuando su conservación y protección es de interés general para la comunidad científica y la población. También se considera este grado de importancia, en función de la posibilidad de aplicar medidas preventivas o de mitigación, que sean factibles de aplicar y que sus efectos se estimen capaces de revertir el impacto adverso de manera significativa.
5	ALTA	Se considera que el impacto tiene importancia alta, cuando la suma de los valores intrínsecos del elemento afectado es relevante y de consecuencias decididamente adversas, al grado que se requiera la protección legal y la atención del público en general, así como de la comunidad científica. Normalmente los efectos derivados de una afectación ambiental con esta calificación de importancia, no son reversibles de forma natural y difícilmente son mitigables a través de acciones de prevención.

Una vez caracterizados y evaluados los impactos ambientales, se realiza una descripción analítica que ilustre claramente el carácter y los alcances de los efectos adversos esperados. A partir de la descripción precisa de cada impacto se derivan las medidas de mitigación o compensación para aquellos que se consideren significativos.

La aplicación de criterios y métodos específicos de evaluación del impacto, permiten al evaluador estimar el efecto ambiental de una actividad humana determinada; los primeros facilitan la valoración de la importancia de los impactos, en tanto que los segundos, otorgan una visión integral de los efectos de las acciones del proyecto.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales que generará el proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo, se presentan en la matriz de interacción y la matriz de Leopold correspondientes.

### **1.3.2. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

La identificación de los impactos ambientales potenciales derivados de la construcción y operación del Parque Maya de Cancún, se realizó por medio de la construcción de la Matriz de Interacción, que permite identificar en que etapas y actividades del proyecto se pueden presentar afectaciones al medio físico, biológico y socioeconómico.

Como resultado de las diversas actividades que se realizan durante la operación normal del parque, varios elementos del marco ambiental presentes en el predio estudiado pueden resultar afectados en mayor o menor medida, tanto de forma adversa como de manera positiva, gracias a las medidas preventivas y de mantenimiento preventivo. A continuación se identifican los diferentes medios que resulten modificados y se describen los procesos potenciales que pueden derivar de las distintas actividades durante la operación del parque.

#### *1.3.2.1. MEDIO FÍSICO*

El medio físico es un término ambiental que comprende las características del ambiente en que se pretende desarrollar un proyecto. El medio físico incluye todos los elementos abióticos que influyen en el estado actual de un ecosistema. Son tres los elementos generales que lo constituyen: la estructura del suelo, sus propiedades fisicoquímicas y su erosión.

También comprende los elementos hidrológicos que puedan transcurrir en la zona de influencia del proyecto, incluyendo los sistemas hidráulicos subterráneos. Por último, se considera la masa gaseosa o atmósfera que se encuentra en contacto con la zona de actividades operativas, tanto en sus aspectos de composición química y propiedades, como en su papel como medio de dispersión (contaminantes, polvos, etc.) y conducción (ruido, temperatura, etc.).



- *Suelo y subsuelo.*

Para identificar los impactos que afectarán al suelo, se consideran características tales como su estructura y propiedades. El suelo es uno de los elementos abióticos que con mayor frecuencia resultan alterados en sus características elementales, como resultado de su pérdida por erosión o remoción, recubrimiento con material de relleno y alteración en sus propiedades químicas o físicas por contaminación con materiales de construcción, combustibles o lubricantes provenientes de la maquinaria usada en el proyecto, asfaltado de vialidades, así como por el mal manejo de los desechos generados por los trabajadores de obra.

Cualquier actividad que implique dejar expuesta una superficie determinada de suelo, lo hace susceptible al desgaste físico por erosión a causa de la acción del ambiente como son el viento, la radiación solar, o el arrastre de las partículas de sustrato por corrientes de agua superficiales durante la época de lluvias, por lo que cualquier obra que coadyuve en la permanencia de áreas sin o escasa alteración tendrá un impacto benéfico, como lo son las áreas verdes del parque y las áreas en las que se conservará parte de la vegetación en el polígono chico y el manglar de borde en la colindancia del predio.

El subsuelo por su parte, resulta afectado cuando se realizan actividades de nivelación y relleno, zanjado para la introducción de tuberías hidráulicas o eléctricas, y la construcción de obra civil.

La **estructura del suelo**, a pesar de que se trata de un relleno, será modificada por la limpieza del terreno donde se establecerá el estacionamiento sur, eliminando parte de la cobertura arbustiva y herbácea y despalmado el sitio. Este impacto es Permanente (P) de baja magnitud e importancia (1) debido a que la superficie afectada será mínima y se encuentra rodeada de un ambiente ya urbanizado. No existe medida de mitigación.

De igual manera, el establecimiento de los bancos de nivel requiere que el terreno esté desmontado, aunque solo son necesarios unos pocos metros cuadrados, por ello se considera un impacto negativo de baja magnitud (1) e importancia (1), sin embargo será una afectación permanente (P) pero con medida de mitigación (+).

El relleno con sascab del estacionamiento sur, su nivelación y compactación impactarán de manera definitiva el suelo presente en el área. Por tanto se considera permanente (P) y sin medida de mitigación, con una magnitud baja (1) debido a que si bien la superficie es relativamente pequeña, una buena parte será cubierta con sascab. A pesar de ello, es un impacto poco importante (1) si se considera que prácticamente la totalidad del entorco urbano circundante ya se encuentra relleno.

Las **propiedades fisicoquímicas** del suelo podrían verse impactadas por el desarrollo de mantenimiento de jardinería, sin embargo éstas actividades se llevarán a cabo sin el uso de fertilizantes o agroquímicos, por tanto se considera un impacto benéfico permanente (P), aunque de baja magnitud e importancia (1).

Por su parte el **bentos lagunar** será impactado en mayor o menor medida durante las labores que se realicen dentro de la laguna. Las obras de hincado de pilotes serán tal vez las más impactantes al resuspender temporalmente el sedimento cuando el chiflón de agua empiece a trabajar y formando una socavación a su alrededor, este impacto se considera temporal con medida de mitigación (t+) de baja magnitud (1) pero mediana importancia (3).



Características del Medio / Etapas del Proyecto		PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN				SELVA MAYA				OBRAS EN LAGUNA							OPERACIÓN									
<p>En cada cuadro de la matriz se anotan los valores para la <b>MAGNITUD</b> e <b>IMPORTANCIA</b> asignados a los impactos potenciales derivados del desarrollo del proyecto. La escala de estos va de 1 a 5. Los impactos beneficiosos se marcan con un signo (+).</p>		Limpeza de terreno	Trazo y bancos de nivel	Rescate de plantas	Instalaciones provisionales	Hincado de pilotes faltantes	Losas de cimentación para caracoles y Kuchich	Armado de estructura	Cubierta de policarbonato en área de patio central	Instalaciones generales	Cancelería, Herrería y Carpintería	Relleno de sascab para estacionamiento	Sembra de árboles y palmeras	Senderos de sascab	Caracoles y puentes colgantes	Estetas, decoración y jardinería	Hincado de pilotes en la laguna	Armado de torres	Instalación de juegos de cuerdas y tirolesas	Retiro de instalaciones provisionales y limpieza de la obra	Recordos en canoa "Mayan Journey"	Trabajo permanente de recolección de basura	Mantenimiento de jardines sin fertilizantes	Mantenimiento preventivo a instalaciones	Mantenimiento preventivo de tirolesas y cuerdas	Sombra generada por las torres de tirolesas	Mantenimiento a madera tratada	Operación Tirolesas y Juegos de cuerdas	Operación Pueblo y Selva Maya	Retoque de pintura en edificios
Medio Físico	Estructura	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Propiedades Fisicoquímicas																													
	Bentos lagunar																													
	Pernabilidad																													
	Estructura																													
	Gases contaminantes																													
	Ruido ambiental																													
	Microclima (Clima Local)																													
	Área-volumen de infiltración																													
	Calidad del agua superficial																													
Flujos subterráneos																														
Medio Biológico	Flujos hidroclimáticos																													
	Calidad del agua lagunar																													
	Desde la laguna																													
	Desde el Boulevard Kukulcán																													
	Mandil de Bode																													
	Vegetación secundaria																													
	Pastos marinos																													
	Algas marinas																													
	Crustráceos y moluscos																													
	Ichiofauna																													
Medio Socioeconómico	Herpetofauna																													
	Ornitoфаuna																													
	Mastofauna																													
	Fauna noctiva																													
	Empleo temporal y permanente																													
	Demanda de servicios urbanos																													
	Desarrollo económico municipal																													
	Derramas fiscal, derechos e impuestos																													
	Abastecimiento de insumos																													
	Oferta turística																													
Mejoramiento urbano																														

Matriz de Leopold Modificada. En esta matriz se presentan los resultados obtenidos para la evaluación de la magnitud e importancia de los impactos ambientales potenciales, permitiendo identificar los impactos para cada una de las características del medio ambiente como consecuencia de las actividades programadas para la construcción y la operación del Parque Maya de Cancun.

De igual forma, el armado de las torres, la instalación de los postes para los juegos de cuerdas y el posterior retiro de las instalaciones provisionales (andamios) y limpieza de obra tendrán un impacto mínimo sobre el bentos lagunar ya que estas actividades se realizarán mediante buceo libre, y es posible que algunas personas se pongan de pie sobre el bentos y resuspendan sedimento. Los impactos que estas actividades causarán serán temporales (t) de baja magnitud (1) e importancia (1) con medida de mitigación (+).

La calidad del agua superficial hace referencia a los flujos hídricos que por escurrimiento puedan alcanzar el subsuelo, particularmente agua pluvial, y que pudiese arrastrar consigo algún contaminante. En las obras de construcción, cualquier fuga de aceites o combustibles provenientes de la maquinaria o vehículos pueden afectar negativamente la calidad del agua superficial, incluyendo la utilizada para hincar los nuevos pilotes. Este posible impacto es temporal (t) y dada la poca maquinaria que se utilizará y las pequeñas dimensiones del proyecto, estos impactos sería de baja importancia y magnitud (1), aunque con medida de prevención (+).

De igual forma, durante las labores de mantenimiento, particularmente los retoques de pintura podrían provocar que solventes o pinturas caigan al suelo y éstos sean arrastrados por las lluvias al subsuelo o laguna. Este impacto potencial es temporal (t) de baja magnitud e importancia (1) con medida de mitigación (+).

Por otro lado, la recoja permanente de basura también incluye la zona lagunar, siendo éste un impacto benéfico permanente (P) al evitar que diversos materiales queden en el fondo y sean poco a poco sepultados por el limo. Lo mismo sucede con el mantenimiento de jardines, que si bien es una actividad en tierra, si se utilizaran fertilizantes estos podrían infiltrarse a la laguna, por tanto no se utilizarán fertilizantes en esta actividad.

- *Subsuelo*

La **permeabilidad** del subsuelo será afectada por la construcción de la losa de cimentación planeada para la pirámide Kohunlich, por lo que será un impacto negativo permanente sin medida de mitigación (P), sin embargo la superficie es pequeña y hay algunos factores a considerar que minimizan la magnitud e importancia del impacto, como son que el terreno es producto de un relleno y se encuentra compactado y que la superficie de las estructuras planeadas es mínima, por tanto la magnitud e importancia se consideran bajas (1).

El relleno de sascab para el estacionamiento sur si bien modificará la zona superficial (suelo), no modificará la permeabilidad del subsuelo, permaneciendo esta sin alteraciones. El método de relleno con sascab se seleccionó para evitar alterar esta permeabilidad, por tanto se considera un impacto benéfico de baja magnitud (1) e importancia (1).

En cuanto a su estructura, el subsuelo de la zona del proyecto solo será impactado durante la colocación de los 21 pilotes nuevos. Este impacto se considera permanente (P) sin medida de mitigación. Como se ha mencionado estos pilotes solo tienen un diámetro de 40 a 50 cm, siendo un volumen mínimo de subsuelo el que resultará afectado. Por lo que su magnitud e importancia es baja (1).

- *Atmósfera.*

La generación de **gases contaminantes** se producirá en algunas etapas del proyecto provocada por los motores chicos y grandes de la maquinaria a utilizar, por ejemplo durante la limpieza de terrenos, hincado de pilotes y relleno de sascab del estacionamiento sur, la fabricación de las estructuras de madera y acero, así como en el hincado de pilotes en la laguna. Todas estas actividades serán temporales, al igual que los impactos causados y tienen medida de mitigación (t+). Se consideran de baja magnitud e importancia debido al lapso tan corto en que estarán dentro de obra.

En cuanto al **ruido ambiental**, todas las obras mencionadas en el párrafo anterior serán causantes de ruido, sin embargo será de poca importancia debido al corto lapso en el que se llevarán a cabo las obras, el buen estado de la maquinaria a utilizar, así como los bajos niveles de ruido causados por la maquinaria. Es un impacto temporal con medida de mitigación (t+) con baja importancia y baja magnitud.

En la zona del muelle del Parque Maya será el punto de partida para muchas de las actividades recreativas que se plantean, por lo que el **ruido** generado por el paso de las personas será un impacto permanente mitigable (p+).

El **microclima** será muy poco afectado y en todo caso beneficiado. La remoción de la vegetación secundaria provocará un aumento en la temperatura en este predio en particular, pero siendo tan escasa la superficie con este tipo de vegetación, se considera un impacto de baja magnitud e importancia (1) permanente (P) pero con medida de mitigación (+).

El rescate y resiembra en la reforestación de la Selva Maya con especies nativas ayudará a disminuir los efectos en el **microclima**, por lo cual esta actividad es benéfica permanente aunque de baja magnitud e importancia (1).

La cubierta de policarbonato en el lobby del Pueblo Maya merece especial atención, ya que siendo una estructura translúcida, provocará un ligero efecto invernadero, y aunque si bien la construcción es abierta, esto podría elevar la temperatura bajo ésta cubierta y en todo el edificio Pueblo Maya. Este impacto es negativo permanente con medida de mitigación (p+) aunque de baja importancia y magnitud (1) dado el escaso tamaño de la obra. Por otro lado, el microclima será favorecido por la siembra de árboles nativos en la sección Selva Maya. Este impacto es benéfico permanente (P), pero de baja magnitud e importancia (1).

- *Geohidrología*

El **área y volumen** de agua que puede infiltrarse hacia el subsuelo se verá ligeramente afectada por la construcción de la losa de cimentación de la pirámide Kohunlich, sin embargo el área es tan pequeña que no resulta significativa con el resto del predio, por ello la magnitud e importancia del impacto son bajas (1) y se considera que este impacto es permanente con medida de mitigación (p+).

El impacto que los 21 nuevos pilotes de 30 a 40 cm de diámetro en Pueblo Maya puedan tener sobre estos flujos subterráneos no es significativo. El estudio geohidrológico que se anexa a la MIA, concluye que estas construcciones no afectan la unidad hidrológica de la zona ni se prevé afectación alguna por la construcción de pilotes, sobre el acuífero que subyace al predio.

En este mismo sentido son las conclusiones del estudio geohidrológico para los postes que se van a instalar para soportar las cuerdas de acero de las tirolesas, mismos que no representan una afectación potencial a los flujos geohidrológicos. De esta forma, se tiene que las estructuras propuestas “Pilotes” no interfieren con los flujos preferenciales puntuales del acuífero que subyace al predio ya que, el acuífero muy delgado de agua dulce no se verá desviado por la construcción de estos pilotes.

- *Hidrología lagunar*

Los trabajos externos en un taller de carpintería en la ciudad, para la preparación de todos los elementos constructivos de las torres de tirolesas y postes de juegos de cuerdas en tierra, son parte de una estrategia de prevención de impactos en la **calidad del agua** de la laguna, ya que de esta forma se evitará que virutas y aserrín caigan al agua, que si bien son elementos totalmente inertes y biodegradables para el medio ambiente, temporalmente ´podrían dar un mal aspecto al agua. Por tanto esta actividad se considera un impacto temporal (T) benéfico de poca magnitud (1) pero mediana importancia (3).

De igual forma, los trabajos de jardinería sin fertilizantes en tierra y la recoja de basura diaria en la laguna, tendrán un impacto positivo (P) en el ambiente lagunar, el evitar fuentes de contaminación.

- *Paisaje*

Para la valoración de este impacto de las tirolesas y los juegos de cuerdas **observados desde la zona lagunar**, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Un paisaje existe siempre y cuando haya personas que lo perciban.
2. El ambiente circundante tiene muchos elementos urbanos.
3. Las estructuras a construir son poco masivas (torres y postes), elaboradas con materiales naturales.

De esta forma, considerando que el sitio es observado solo por quienes pasan en jungle tour desde y hacia la marina Aqua Fun, algunas otras embarcaciones motorizadas eventuales, y también algunos pocos kayaquistas, se considera que el hincado de pilotes, el armado de las torres y la instalación de los juegos de cuerdas y tirolesas tendrán un impacto visual temporal (T) de baja magnitud e importancia (1) sin medida de mitigación. Ya en la operación de dichas estructuras, el impacto será permanente (P) pero sin gran impacto en el paisaje actual (1).

El paisaje **desde el boulevard Kukulcán** dará una percepción diferente al gran número de personas que por ahí circulan diariamente al establecer una infraestructura bien diseñada, diferente en concepto arquitectónico y con una superficie de reforestación amplia.

El paisaje natural que vemos en el lote sur, donde se construirá el estacionamiento si sufrirá un impacto negativo de baja magnitud (1) debido a la poca superficie que resultará afectada, pero de importancia 3, ya que esto conlleva el derribo de la vegetación secundaria que allí se encuentra. Este impacto es permanente con medida de mitigación (p+).

Como casi toda obra en proceso, la construcción de Pueblo Maya tendrá un impacto visual negativo, aunque de baja magnitud e importancia (1) y temporal con medida de mitigación (t+). Por otro lado, la siembra de árboles y palmeras tendrá un impacto benéfico permanente (P) para el paisaje.

Una vez construido el complejo Parque Maya, el paisaje urbano se verá beneficiado al desaparecer una zona abandonada, desmontada y rellenada para dar lugar a una infraestructura turística bien diseñada con estilo caribeño. Este impacto será benéfico permanente (P) de baja magnitud e importancia (1).

#### 1.3.2.2. MEDIO BIOLÓGICO

- *Vegetación*

Si bien el **manglar de borde** presente en la zona del proyecto se mantendrá sin ningún tipo de afectación, durante el proceso de construcción habrá algunas actividades que lo pueden afectar, como lo es el pintado de muros, lo cual significaría un impacto temporal pero con medida de mitigación (t+), y teniendo en cuenta que serán pocos los edificios que colindarán con el manglar de borde, el impacto se considera de baja magnitud e importancia (1). Por otro, se establece que se realizarán actividades de recoja de basura permanente tanto en la zona de manglar de Parque Maya como en la zona de manglares de Nichupté por donde se realicen los paseos en canoa, esta actividad tendrá un impacto benéfico permanente (P), aunque de mediana magnitud (3) pero de gran importancia (5) para el ecosistema de manglar de la zona.

En cambio, la **vegetación secundaria** si será impactada por la limpieza del terreno para la construcción del estacionamiento sur, este impacto será permanente (p) con medida de mitigación (+), de magnitud e importancia bajas (1).

El rescate de plantas de **vegetación secundaria** tendrá un impacto benéfico permanente (P) aunque de baja magnitud e importancia (1) dado el pequeño tamaño del predio, la baja cantidad de ejemplares susceptibles de rescate y la abundancia de estas especies en el entorno.

La vegetación acuática conformada por los **pastos marinos** y **algas** sufrirán los mismos impactos causados por las obras en la laguna. El hincado de los pilotes y postes en la laguna, el armado de las torres y el retiro de las instalaciones provisionales utilizadas (andamios), impactarán sobre las comunidades presentes en el bentos que se encuentren directamente bajo la zona de trabajo y en un perímetro de 1.5 a 2 m, ya que los trabajadores requerirán apoyarse en el fondo durante estas operaciones.

A pesar de lo anterior, solo uno o dos trabajadores estarán en el agua, y previo al inicio de los trabajos en la porción lagunar y a lo largo de todo el proceso constructivo, se utilizará alrededor del área de trabajo una cortina antidispersante de sedimentos, consistente en una malla geotextil, la cual será colocada entre la zona de actividades y las áreas circunvecinas, a fin de evitar la dispersión de sedimentos bentónicos que pudieran ser arrastrados y afectar comunidades de organismos en otras zonas.

La malla tendrá un ancho de 2.50 m, de acuerdo a la profundidad máxima registrada en la zona del proyecto, y tendrá un largo de acuerdo a la zona que será confinada alrededor de la superficie de trabajo.

La malla será colocada por secciones (pañños), a efecto de limitar al mínimo el área afectada por los sedimentos levantados y permitir que los sedimentos suspendidos sedimenten en la misma área y con esto mitigar el efecto erosivo del proceso de hincado de pilotes.

Se trata de una malla de polivinilos, con luz de 0.150 mm; resistencia mínima a ruptura por pinchazo de 3,000 Newton y a ruptura por desgarramiento de 400 Newton, con porcentaje de elongación de 60% previo a la ruptura. Como medidas complementarias de seguridad, en la zona de influencia del proyecto se colocarán boyas de señalamiento para delimitar el área de trabajo.

Con base en lo anterior, solo se afectarán pequeños puntos del bentos, que posteriormente se regenerará. Estos impactos se consideran temporales con medida de mitigación (t+) y de baja magnitud e importancia (1).

Durante la operación, los trabajos de recoja de basura sanearán la zona al inicio, y posteriormente la mantendrán libre de cualquier elemento no natural que se deposite en el fondo, por lo que se considera un impacto permanente (P). Para los pastos marinos este impacto se considera de baja magnitud (1) pero de importancia media (3) por los servicios ambientales que brindan; para las algas sin embargo, el impacto es de magnitud e importancia baja (1).

Otros impactos benéficos sobre estos elementos de la comunidad bentónica son generados por las actividades de mantenimiento de jardines sin fertilizantes considerado un impacto benéfico permanentes (P) aunque de baja magnitud (1) e importancia (1); en primer lugar el mantenimiento de jardines sin fertilizantes evitará la fertilización del bentos en caso de algún escurrimiento hacia la laguna con lo que se evitará el sobre crecimiento de algas.

La presencia de las torres de tirolesas causará una sombra permanente justo debajo de ellas. Esta sombra cambiará según la hora del día y la época del año, y justo debajo de la plataforma existirá una zona que no recibirá luz directa, lo cual afectará a pastos y algas que se ubiquen en esa zona. Sin embargo, las torres se colocarán en áreas donde no existen pastos marinos ni algas, solo sedimento desnudo, por lo que si bien el impacto es permanente (P), será de baja magnitud (1) e importancia (1).

- *Fauna*

Algunos **crustáceos** terrestres serán afectados de manera permanente (P) durante los trabajos de limpieza del terreno donde se construirá el estacionamiento sur, y al momento de rescate de plantas, particularmente ejemplares de cangrejo azul que tienen sus madrigueras en la zona de vegetación secundaria, aunque con medida de mitigación (+). Este impacto se considera de baja magnitud (1) ya que son pocos los ejemplares existentes, pero de importancia media (3) ya que esta especie es considerada carismática en la ciudad de Cancún.

En cuanto a los **crustáceos y moluscos** acuáticos, si bien no fueron detectados durante los trabajos de campo, hay posibilidad de que alguno este presente durante las labores de instalación de los pilotes y postes, y por tanto resulte afectado por el chiflón de agua. Este impacto sería temporal (T) sin medida de mitigación, aunque de baja importancia (1) y magnitud (1).

La alteración en el bentos que provocará al final de los trabajos, el retiro de los andamios con que se construirán las torres de tirolesas podrá afectar a algún crustáceo o molusco que se encuentre en el área, pero este impacto sería de baja magnitud (1) e importancia (1). Por otro lado, los trabajos de recoja de basura y el mantenimiento de jardines sin fertilizantes evitará que elementos y sustancias extrañas ingresen y permanezcan en el agua, lo que evitará que afecten a los crustáceos y moluscos. Este impacto es benéfico permanente (P) aunque de baja magnitud e importancia (1).

La **ictiofauna** se verá afectada por los trabajos del chiflón de agua durante el hincado de los pilotes en la laguna, la fuerza de la corriente generada, el movimiento de los trabajadores y la resuspensión de sedimentos causará estrés en los peces que se encuentren en el área cercana, por lo que es un impacto temporal (T) sin medida de mitigación, aunque de baja magnitud e importancia (1) dada la escasa presencia de peces en la zona.

Por el contrario, los trabajos de recoja de basura y el mantenimiento de jardines sin fertilizantes evitará que elementos y sustancias extrañas ingresen y permanezcan en el agua, lo que evitará la contaminación del agua. Este impacto es benéfico permanente (P) aunque de baja magnitud e importancia (1). Otro impacto benéfico será el causado por la presencia de las torres de tirolesas, debajo de las cuales se refugiarán los peces en busca de la sombra que estas estructuras generarán. Este impacto benéfico será permanente (P) pero de baja magnitud e importancia (1).

Las plataformas de embarco y desembarco de “Mayan Journey” brindarán a los peces áreas de sombra, donde algunas especies encontrarán refugio. Este impacto se considera benéfico de baja magnitud e importancia (1).

**Herpetofauna.** Las iguanas grises (*Ctenosaura similis*) que se desplazan por el predio, se recomienda sean ahuyentadas durante los trabajos de preparación del sitio, de manera que se refugien en madrigueras de las áreas colindantes. Esta especie siempre va a estar presente en la zona, debido a su gran capacidad de adaptación a la presencia humana, de la cual se ve incluso beneficiada. Por lo tanto, se considera que algunos individuos serán afectados permanentemente (P) durante las labores de limpieza del terreno al ser destruidas sus madrigueras, aunque existen medidas de mitigación (+). Por ser una especie registrada en la NOM-059, los impactos se consideran de mediana magnitud (3) e importancia (3).

De igual manera, el **hincado de los pilotes** faltantes afectará negativamente a los ejemplares que tengan sus madrigueras en las cercanías de la zona de trabajo, teniendo esta actividad un impacto negativo temporal debido a las vibraciones y el ruido generado durante las obras. Este impacto tiene medida de mitigación (t+). Se considera de magnitud media (3) e igual importancia (3) debido al estatus de protección que tiene esta especie.

En la losa existente actualmente habitan varias iguanas debajo de ella, donde han encontrado una zona ideal para su establecimiento. El establecimiento de la losa de **cimentación para la pirámide Kohunlich** sucederá lo mismo con el paso del tiempo, lo que constituye un impacto positivo permanente (P).

Por otro lado, el **relleno de sascab** para el estacionamiento puede eliminar algunas madrigueras que estén construidas en ese ambiente, por lo que se considera un impacto negativo permanente (P) de baja magnitud (1) pero mediana importancia (3).

La **siembra de árboles y palmeras** en Selva Maya fomentará e incrementará el hábitat y zonas de refugio para iguanas, por lo que también constituye un impacto positivo permanente (P) de baja magnitud (1) y mediana importancia (3).

En el área acuática, la posibilidad de que algún cocodrilo tome el manglar de borde como zona de refugio y descanso hace que las labores de **recoja de basura** le sean favorables, por lo que el impacto será benéfico permanente (P) de baja magnitud e importancia (1) debido a la escasa superficie del manglar y la poca basura que se generará durante la operación.

Las operaciones de los **paseos en canoa** “mayan journey” podrían afectar a los reptiles que habitan la zona de manglares por donde pretende pasar el tour, en particular los cocodrilos, afectando su comportamiento en áreas de descanso y anidación. Este impacto se considera permanente con medida de mitigación (p+) aunque de baja magnitud e importancia.

**Ornitofauna.** Las aves verán reducido su hábitat en la zona de vegetación secundaria al ser **desmontado** este espacio. Este impacto será permanente con medida de mitigación (p+) de baja magnitud e importancia (1).

El **hincado** de los 21 pilotes faltantes provocará altos niveles de ruido, lo que ahuyentará a las aves que se encuentren en los alrededores y en el manglar de borde aledaño. Este impacto será temporal (T) aunque sin medida de mitigación, de baja magnitud (1) e importancia (1) dada las pequeñas dimensiones del proyecto.

La presencia de la **cubierta de policarbonato** puede tener algunos impactos sobre las aves. La transparencia, aunque reducida con tinte para que refleje los rayos UV, de esta estructura material puede llegar a confundir a las aves y hacerlas chocar. Este impacto negativo es permanente (p) pero tiene medida de mitigación (+). Se considera de baja magnitud (1) e importancia (1).

La **siembra de árboles y palmeras** aumentará el hábitat para aves, siendo este un impacto benéfico permanente (P) aunque de baja magnitud (1) e importancia (1) debido a lo reducido del proyecto.

Las operaciones de los **paseos en canoa** “Mayan Journey” podrían afectar a la ornitofauna que habitan la zona de manglares por donde pretende pasar el tour, en particular las aves acuáticas, afectando su comportamiento en áreas de descanso y anidación. Este impacto se considera permanente con medida de mitigación (p+) aunque de baja magnitud e importancia (1), debido a que los paseos se realizarán en canoas sin motor por lo que la perturbación es mínima.

**Mastofauna.** Durante los trabajos de campo que se realizaron para la caracterización del predio, no se registró la presencia de ningún mamífero. Sin embargo, se estima que las poblaciones de murciélagos frugívoros se verán beneficiados con los trabajos de reforestación con especies nativas de plantas, ya que les ofrecerán resguardo y alimentación a través de los frutos que producen.

**Fauna nociva.** Los trabajos de recoja **permanente de basura**, así como el **mantenimiento preventivo de instalaciones**, evitará el establecimiento de fauna nociva como ratas y ratones, moscas, termitas, etc. Este impacto será benéfico permanente (P), de baja magnitud (1) e importancia (1).



### 1.3.2.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La construcción y operación del proyecto generará empleo temporal para un total de 63 trabajadores de la construcción y empleo permanente para aproximadamente 110 prestadores de servicios durante la operación. Durante todas las etapas de preparación del sitio y construcción (excepto las instalaciones provisionales) habrá impactos positivos para el empleo temporal, aunque considerando la baja cantidad de personal requerido, este impacto será de baja magnitud (1) aunque de importancia media (3). De la misma forma, los empleos permanentes generados serán pocos, por lo que el impacto tiene baja magnitud (1) pero de importancia media (3).

Los **trabajos permanentes de recoja de basura** demandarán que los servicios municipales de limpia pasen a recoger los desechos generados durante la operación, aunque considerando el tamaño del proyecto, esta demanda será de baja magnitud (1) e importancia (1).

El **desarrollo económico municipal** se verá favorecido permanentemente (P) al ofrecer una nueva atracción turística que por el momento no existe en Cancún. La combinación de Parque Maya de Cancún con el Museo de la Cultura Maya y las Ruinas del Rey fomentarán el ingreso en las dos últimas, lo que favorecerá el desarrollo municipal de manera permanente (P) con baja magnitud e importancia (1).

La **operación del conjunto Parque Maya** tendrá un impacto benéfico permanente (P) para las arcas municipales, al permitir el ingreso de dinero por concepto de pago de impuestos prediales, permisos municipales, permisos de uso de zona federal, etc., aunque de baja magnitud (1) e importancia (1). De igual forma, la operación de la lancha tiburonera, las plataformas de embarco y desembarco y las propias canoas, generarán ingresos a la federación por concepto de matriculado, y uso del Área Natural Protegida Manglares de Nichupté. Todos ellos impactos permanentes (P) de baja magnitud (1) e importancia (1).

Evidentemente, los **insumos** que requerirá Parque Maya de Cancún durante su construcción y operación permitirán que los distintos proveedores vean favorecidos sus ingresos, esto constituye un impacto benéfico temporal (T). La magnitud e importancia de este impacto económico variará de acuerdo al proveedor, pero considerando el pequeño tamaño de la obra, se puede considerar que tendrá una baja magnitud e importancia (1).

La **oferta turística** se verá incrementada durante la operación del proyecto con la oferta de este nuevo atractivo en la zona turística de Cancún, que no solo incluye al Parque Maya, sino también al Museo de la Cultura Maya y a la Zona Arqueológica Ruinas del Rey, por lo que tendremos un impacto benéfico para la oferta turística de la ciudad y del municipio. Si consideramos cada una de las diferentes etapas del proyecto separadamente, este impacto es permanente (P) de baja magnitud (1) e importancia (1), pero si lo consideramos en su conjunto, el nuevo Parque Maya tendrá un impacto de importancia y magnitud medias (3) en la oferta turística.

La sustitución de un predio abandonado por uno con una infraestructura de calidad y visualmente agradable tendrá un impacto positivo permanente (P) en el **ambiente urbano** de la zona hotelera de la ciudad, con una magnitud e importancia medias (3).

#### **1.4. CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE IMPACTO AMBIENTAL**

El resultado del análisis de las matrices elaboradas para la construcción, operación y mantenimiento del Parque Maya de Cancún indican que en términos generales no hay impactos ambientales negativos importantes en el medio natural y por tanto es factible su construcción y operación.

Se identificaron un total de 144 impactos ambientales potenciales. De ellos 92 son impactos benéficos (63.88%), los otros 52 impactos (36.12%) son adversos pero de ellos únicamente 4 (2.77%) son permanentes sin medida de mitigación y 3 (2.08%) son temporales sin medida de mitigación. De estos impactos que no cuentan con medida de mitigación, todos son de baja importancia y magnitud. De los 144 impactos detectados, 68 son permanentes (63 benéficos y solo 5 adversos), 15 permanentes adversos pero con medida de mitigación, 33 temporales (29 de ellos benéficos) y 28 temporales adversos con medida de mitigación.

Los impactos de baja magnitud predominan sobre el resto. En total 138 impactos (95.83%) fueron catalogados como de baja magnitud, 6 (4.17%) de mediana magnitud y cero de alta magnitud. De igual manera, los impactos de baja importancia fueron los más frecuentes durante el análisis de las matrices, donde 100 impactos (69.44%) fueron considerados de baja importancia, 43 (29.86%) de mediana importancia y solo 1 (0.69%) de alta importancia, aunque este último fue un impacto positivo en el contexto socioeconómico.

De los 92 impactos benéficos tan solo 29 (31.52%) son temporales, correspondientes todos ellos al contexto socioeconómico, particularmente en las fases de preparación del sitio y construcción. El resto de los impactos benéficos (68.48%) son permanentes, muchos de ellos también en el contexto socioeconómico, pero 25 de ellos se identificaron en los medios biológico y físico, como un reflejo del bajo impacto que tendrá la obra y operación del proyecto.

En conclusión, el análisis de las matrices indica que la construcción, operación y mantenimiento del proyecto Parque Maya de Cancún, tendrá pocos impactos ambientales de escasa importancia, la mayoría de ellos mitigables. Así mismo, los numerosos impactos benéficos en el contexto socioeconómico compensan positivamente el análisis. Todo esto permite evaluar el proyecto como viable para su construcción y operación.

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

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

A continuación, se enlistan las medidas de prevención, mitigación y compensación, identificadas como las más relevantes para disminuir de manera significativa el alcance de los impactos ambientales adversos detectados para la construcción y la operación del Parque Maya de Cancún. Se trata de medidas de carácter general aplicables en todas las etapas del mismo.

#### 1.1. MEDIO FÍSICO

**Suelo.** Durante la construcción del proyecto, en las operaciones en la laguna para el **hincado de pilotes**, se utilizará una malla geotextil que rodeará la zona de trabajo para evitar la dispersión de sedimentos. Esta malla estará lastrada al fondo por toda su circunferencia, y de igual manera, estará boyada en superficie, para que funcione como una cortina antidispersante de sedimentos, entre la zona de actividades y las áreas circunvecinas, a fin de evitar la dispersión de sedimentos bentónicos que pudieran ser arrastrados y afectar comunidades de organismos en otras zonas.

La malla tendrá un ancho de 2.50 m, de acuerdo a la profundidad máxima registrada en la zona del proyecto, y tendrá un largo de acuerdo a la zona que será confinada alrededor de la superficie de trabajo. La malla será colocada por secciones (pañños), a efecto de limitar al mínimo el área afectada por los sedimentos levantados y permitir que los sedimentos suspendidos sedimenten en la misma área y con esto mitigar el efecto erosivo del proceso de hincado de pilotes. Como medidas complementarias de seguridad, en la zona de influencia del proyecto se colocarán boyas de señalamiento para delimitar el área de trabajo.

Todos los días, al terminar las labores de **armado de torres, instalación de las cuerdas y tirolesas**, se realizará una limpieza de la zona de trabajo, para retirar cualquier tipo de herramienta o material que accidentalmente haya caído durante los trabajos.

**Subsuelo.** La reducción en la permeabilidad del subsuelo ocasionada por la losa de cimentación construida para la pirámide Kohunlich será compensada con el levantamiento de toda la estructura de Pueblo Maya sobre pilotes y recubriendo la zona de estacionamiento sur únicamente con sascab, lo que permitirá tener una amplia zona permeable. En general, toda la superficie de los tres lotes comprendidos en este proyecto quedará permeable a excepción de la pirámide Kohunlich y los caracoles.

**Atmósfera.** Todas las actividades que requieran la utilización de motores de combustión interna estarán vigiladas para que las máquinas siempre estén en perfectas condiciones mecánicas, reduciendo al mínimo la emisión de gases. Entre las actividades mencionadas durante la construcción están la limpieza y desmonte del terreno, el hincado de pilotes tanto en tierra como en agua, el relleno con sascab del estacionamiento sur y la prefabricación de estructuras de madera; durante la operación los motores fuera de borda serán los únicos que generarán gases contaminantes hacia la atmósfera.

Los niveles de ruido generado por prácticamente todas estas actividades podrán ser atenuados también con el adecuado funcionamiento de la maquinaria a utilizar. Durante el desarrollo de la obra siempre se mantendrá en buen estado mecánico la maquinaria.

**Microclima (clima local).** El desmonte del lote sur, donde se construirá el estacionamiento podrá cambiar el microclima al aumentar la radiación solar incidente sobre el suelo. Para mitigar esto se propone el rescate de la vegetación propuesto y su posterior siembra en la sección Selva Maya.

La cubierta de policarbonato en el área de patio central puede generar un efecto invernadero dentro de las instalaciones, por ello esta estructura no tendrá paredes fijas, lo que permitirá que el viento haga recircular el aire caliente dentro del edificio.

**Geohidrología.** Si bien la relación área-volumen de infiltración que actualmente presenta el predio se verá reducida por la construcción de las losas de cimentación de la pirámide Kohunlich y los caracoles de puentes colgantes, ésta será mínima, compensándose con el área que permanecerá permeable en todo el predio. La calidad del agua superficial hace referencia a los flujos hídricos que por escurrimiento puedan alcanzar el subsuelo, particularmente agua pluvial, y que pudiese arrastrar consigo algún contaminante.

En las obras de construcción, cualquier fuga de aceites o combustibles provenientes de la maquinaria o vehículos pueden afectar negativamente la calidad del agua superficial, incluyendo la utilizada para hincar los nuevos pilotes. Este posible impacto es temporal (t) y dada la poca maquinaria que se utilizará y las pequeñas dimensiones del proyecto, estos impactos sería de baja importancia y magnitud (1), aunque con medida de prevención (+).

De igual forma, durante las labores de mantenimiento, particularmente los retoques de pintura podrían provocar que solventes o pinturas caigan al suelo y éstos sean arrastrados por las lluvias al subsuelo o laguna. Este impacto potencial es temporal (t) de baja magnitud e importancia (1) con medida de mitigación (+).

En cuanto a los flujos subterráneos, se estableció que la mejor manera de minimizar la afectación a los mismos es la cimentación con pilotes, siendo ésta en sí una medida de mitigación, ya que no representan una barrera que el flujo subterráneo no pueda librar. Esto se deriva de las conclusiones del Estudio Geohidrológico (se anexa copia del mismo) que se realizó para el proyecto, las cuales indican que las corrientes del subsuelo solo podrían ser afectadas por los pilotes que sostendrán el proyecto, así como, de los postes que se van a instalar para soportar las cuerdas de acero de las tirolesas, pero que no representan una afectación potencial a los flujos geohidrológicos, con base en los siguientes elementos de información:

Estas estructuras tienen la siguiente forma constructiva:

- Hincado de 21 pilotes adicionales de concreto prefabricado con perforadora mecánica y penetración por el golpe.
- El diámetro de los pilotes de concreto se especificarán según cálculo estructural, en el rango de 30 a 40 cm. y la resistencia del concreto se especificará según cálculo estructural.
- Todos los pilotes serán fabricados fuera de obra y colocados en su sitio definitivo
- La plataforma de cimentación existente se apoya sobre pilotes de concreto hincados a 7.00 m de profundidad promedio.

De esta forma, se tiene que las estructuras propuestas “Pilotes” no interfieren con los flujos preferenciales puntuales del acuífero que subyace al predio ya que, el acuífero muy delgado de agua dulce no se verá desviado por la construcción de estos pilotes. Así pues, como ha quedado documentado, la construcción del Parque Maya de Cancún, no afecta la unidad hidrológica descrita ni se prevé afectación alguna por la construcción de pilotes, sobre el acuífero que subyace al predio.

**Hidrología lagunar.** La prefabricación de las estructuras de madera en un lugar alejado de la zona acuática es en sí una medida de prevención de impactos sobre la calidad del agua de la laguna.

Para minimizar la cantidad de sólidos disueltos en el agua de la laguna durante la colocación de los pilotes de tirolesas y postes de juegos de cuerdas, se colocará una malla geotextil a dos metros a la redonda del área de trabajo.

Para evitar afectar la calidad del agua de la laguna, el mantenimiento de las canoas será realizado en talleres en la ciudad de Cancún y nunca en el agua o en sus cercanías.

**Paisaje.** Las alteraciones que durante la realización de la obra se presenten al paisaje observado desde el boulevard Kukulcán serán mitigadas con la expansión de la malla ciclónica que ahora oculta parcialmente el sitio del proyecto hacia el lote sur, para con ello ocultar de la vista las obras a realizar. De igual forma, esta malla estará cubierta con una lona de color verde y rótulos alegóricos al proyecto en construcción. Las obras incluyen la limpieza y desmonte del terreno donde se construirá el estacionamiento sur, y el armado de la estructura.

## **1.2. MEDIO BIOLÓGICO**

**Vegetación.** Los impactos que sobre la vegetación secundaria se van a presentar, serán mitigados con el rescate de plantas y su posterior siembra en la sección Selva Maya.

En lo referente a los pastos marinos y algas, los impactos que podrán presentarse serán mitigados al colocar las torres de tirolesas en áreas donde no existe cobertura vegetal, solo sedimento desnudo. Las obras que se incluyen en esta medida de mitigación son el hincado de pilotes, el armado de las torres y el retiro de las instalaciones provisionales.

El pintado durante la construcción y mantenimiento de los edificios puede causar que algunos ejemplares de vegetación sean afectados, particularmente del manglar de borde, para evitar lo cual se cubrirán temporalmente con una lona protectora que recibirá cualquier salpicadura de pintura que accidentalmente cayera. Esta lona será retirada inmediatamente después de terminar las labores de pintura.

**Fauna.** Los crustáceos terrestres que lleguen a salir hacia las áreas de trabajo, serán capturados y reubicados en áreas colindantes al sitio del proyecto, o bien en el mangle de borde del proyecto mismo. Se ampliará la malla que actualmente está separando el manglar de la zona rellenada, con la finalidad de evitar que los cangrejos azules ingresen al sitio de obra y puedan ser arrollados por los automotores o por

alguna otra actividad de construcción. El rescate de plantas y su posterior reubicación en la sección Selva Maya brindará nuevas zonas de protección a esta especie.

En la zona acuática, la malla geotextil que se instalará también evitará el ingreso de fauna hacia la zona de trabajo, reduciendo así la posibilidad de una afectación hacia algún ejemplar. Así mismo, todos los trabajadores que estén en el agua serán capacitados para evitar afectar a cualquier ejemplar que observen.

El rescate de plantas y su posterior reubicación servirá como medida de mitigación para minimizar los efectos de la limpieza del terreno y su desmonte sobre la ornitofauna, además que una vez plantadas, las plantas rescatadas servirán de zona de perchado, alimentación, refugio y anidación.

El ruido generado por el hincado de los pilotes faltantes ahuyentará a las aves, y para ello será obligatorio que la maquina piloteadora esté en perfectas condiciones mecánicas para reducir el volumen de ruido, así como optimizar el tiempo de trabajo y terminar lo más rápido posible.

Para reducir la posibilidad de que algún ave choque accidentalmente con la cubierta de policarbonato de Pueblo Maya, se estableció que éste debía ser traslúcido y no transparente, permitiendo así a las aves poder verlo durante el vuelo.

Con respecto a los circuitos de navegación de las canoas mayas, los guías responsables cumplirán en todo momento con lo establecido en el capítulo III de las Reglas Administrativas del Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. Adicionalmente tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- No se navegará a menos de 20 metros de los manglares donde pudiese alterar las actividades normales de reptiles (cocodrilos) y aves.
- Estará completamente prohibido desembarcar en las áreas del polígono 9 del ANP, cuando circulen por los canales existentes.
- En caso de observar algún elemento faunístico interesante, la embarcación no deberá acercarse a menos de 20 metros del animal.

Durante las actividades de paseo en canoa, los responsables del grupo y visitantes deberán ceñirse a lo establecido en los capítulos III y IV de las Reglas Administrativas del Plan de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

### **1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO**

Para garantizar que el proyecto tendrá un efecto social benéfico para la comunidad, la empresa deberá dar prioridad a la contratación de mano de obra local, a menos que se trate de un trabajo altamente especializado y no se encuentre personal de la región para realizarlo.

Cualquier persona ajena que se introduzca a la zona de obras deberá de ponerse un casco protector, como medida de seguridad. Adicionalmente se deberá proporcionar a los trabajadores el equipo de seguridad necesario, dependiendo de su actividad.

A fin de evitar accidentes y riesgos de trabajo innecesarios, deberá impedirse a los empleados el consumo de bebidas embriagantes o sustancias enervantes durante la jornada laboral, así como la permanencia en la obra o instalaciones de aquel trabajador que se presente bajo sus efectos. Por otro lado, deberá contarse con los programas de seguridad e higiene que la autoridad competente determine. Se dotará a los encargados de aplicar los acabados de mascarillas contra solventes para evitar intoxicaciones y accidentes.

Con el objeto de reducir las probabilidades de accidentes automovilísticos se instará a los choferes y transportistas a manejar con cortesía y amabilidad, así como con respeto de las normas y señales de tránsito, sobre todo sobre el arroyo del Boulevard Kukulcán.

Se deberán realizar recorridos por las áreas naturales adyacentes a las zonas de la obra, a fin de detectar oportunamente sitios que se utilicen para defecar al aire libre, realizando un trabajo sanitario que consiste en encalar las zonas donde se detecten heces fecales al ras del suelo, reforzando este trabajo con letreros que muestren gráficamente la prohibición de defecar en el monte. Se deberán proporcionar los servicios sanitarios, a razón de uno por cada 10 trabajadores.

Estas actividades deberán reforzarse con la revisión diaria de los sanitarios portátiles o letrinas ecológicas, para un adecuado control sanitario y motivar a los trabajadores a usarlos. En estos mismos lugares se deberán colocar letreros con instrucciones para que los empleados se laven las manos antes de comer y después de ir al baño.

Todos los tinacos y recipientes que contengan agua para consumo humano, deberán contar con señalamientos de fácil identificación, para evitar el consumo de agua no potable. Estos tinacos, además de ser llenados con agua potable, deberán ser clorados y muestreados permanentemente para verificar la cantidad de cloro en cada tinaco, manteniendo el agua con una concentración de 1.5 de cloro residual.

Se deberán promover entre los trabajadores campañas de vacunación contra el tétanos, tifoidea, tuberculosis y otras enfermedades infectocontagiosas que puedan ser transmitidas por la estrecha convivencia entre los trabajadores. Adicionalmente, se deberán aplicar medidas de medicina preventiva, tales como la toma de muestras de gota gruesa a todo el personal, para la detección oportuna y tratamiento contra el paludismo; se deberá asimismo repartir entre todos los trabajadores una toma masiva en dosis única de cloroquina y primaquina, para la prevención de esta enfermedad.

A todo paciente que presente cuadros diarreicos, se le deberá realizar la toma de hisopos rectales para detección oportuna del cólera, enviando a estudio estas muestras, además de dar tratamiento oportuno contra el cólera.

## **2. IMPACTOS RESIDUALES.**

Los impactos residuales son aquellos que permanecerán a pesar de la implementación de medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas. En el presente proyecto, los impactos residuales identificados son:

1. Cambio en la estructura del suelo en el lote donde se construirá el estacionamiento.
2. Afectación a los ejemplares de cangrejo azul que habitan en el lote donde se construirá el estacionamiento.
3. Afectación a la población de iguanas de la zona al ser ahuyentadas.
4. Afectación menor a la permeabilidad del subsuelo.
5. Afectación menor a la estructura del subsuelo.
6. Afectación menor al paisaje desde la Laguna Nichupté.
7. Impacto benéfico al paisaje desde el Boulevard Kukulcán.



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

### 1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

Cuando se analiza el escenario que se obtiene con el desarrollo y operación del proyecto Parque Maya de Cancún, es que desde el punto de vista ambiental se integra a los ecosistemas de la zona sin menoscabo de la calidad de éstos mismos, toda vez que se trata de un proyecto de bajo impacto que no ocupa grandes extensiones de terreno ni invade ecosistemas sensibles con altas densidades u operaciones de alto riesgo ambiental.

Por otro lado, el proyecto resulta congruente con la vocación turística de la zona en que se inserta. Rodeado de hoteles, restaurantes, marinas, campos de golf y museos, el proyecto contribuye a la diversificación de la oferta turística con un parque novedoso que incluye actividades recreativas y culturales, en concordancia y alianza con el Museo Maya y la zona arqueológica Ruinas del Rey.

Los terrenos abandonados que se pretenden utilizar para la realización del proyecto, son actualmente un foco de impacto negativo del paisaje. El proyecto restaurará la zona con instalaciones que no afectan el paisaje urbano turístico, sino que lo mejoran.

Respecto a la operación del Parque Maya de Cancún, se pronostica que bajo un esquema adecuado de supervisión y vigilancia de los procesos de operación y mantenimiento de sus instalaciones, no se presentarán impactos ambientales significativos a los importantes ecosistemas circunvecinos al desarrollo, con la identificación de escasos impactos residuales de escasa importancia.

Debido a la congruencia del proyecto Parque Maya de Cancún, con todos los instrumentos de regulación urbana y ambiental vigentes, así como su localización en la zona turística de la Zona Hotelera de Cancún, no se evaluaron alternativas a la localización del parque.

### 2. CONCLUSIONES

El contenido de los capítulos IV y V de esta manifestación de impacto ambiental para la construcción y operación del proyecto Parque Maya de Cancún, permiten establecer que el proyecto no causa impactos ambientales críticos por lo que, respetando el formato aplicable, se exponen a continuación las siguientes conclusiones:

Como resultado del análisis de la caracterización del sistema ambiental donde se localiza el predio, se considera que se obtuvo el conocimiento básico del marco ambiental, para permitir la evaluación de la construcción y operación del proyecto Parque Maya de Cancún.

El resultado del análisis de las matrices elaboradas para la construcción, operación y mantenimiento del Parque Maya de Cancún indican que en términos generales no hay impactos ambientales negativos importantes en el medio natural y por tanto es factible su construcción y operación.

Se identificaron un total de 144 impactos ambientales potenciales. De ellos 92 son impactos benéficos (63.88%), los otros 52 impactos (36.12%) son adversos pero de ellos únicamente 4 (2.77%) son permanentes sin medida de mitigación y 3 (2.08%) son temporales sin medida de mitigación. De estos impactos que no cuentan con medida de mitigación, todos son de baja importancia y magnitud. De los 144 impactos detectados, 68 son permanentes (63 benéficos y solo 5 adversos), 15 permanentes adversos pero con medida de mitigación, 33 temporales (29 de ellos benéficos) y 28 temporales adversos con medida de mitigación.

Los impactos de baja magnitud predominan sobre el resto. En total 138 impactos (95.83%) fueron catalogados como de baja magnitud, 6 (4.17%) de mediana magnitud y cero de alta magnitud. De igual manera, los impactos de baja importancia fueron los más frecuentes durante el análisis de las matrices, donde 100 impactos (69.44%) fueron considerados de baja importancia, 43 (29.86%) de mediana importancia y solo 1 (0.69%) de alta importancia, aunque este último fue un impacto positivo en el contexto socioeconómico.

De los 92 impactos benéficos tan solo 29 (31.52%) son temporales, correspondientes todos ellos al contexto socioeconómico, particularmente en las fases de preparación del sitio y construcción. El resto de los impactos benéficos (68.48%) son permanentes, muchos de ellos también en el contexto socioeconómico, pero 25 de ellos se identificaron en los medios biológico y físico, como un reflejo del bajo impacto que tendrá la obra y operación del proyecto.

En conclusión, el análisis de las matrices indica que la construcción, operación y mantenimiento del proyecto Parque Maya de Cancún, tendrá pocos impactos ambientales de escasa importancia, la mayoría de ellos mitigables. Así mismo, los numerosos impactos benéficos en el contexto socioeconómico compensan positivamente el análisis. Todo esto permite evaluar el proyecto como viable para su construcción y operación.

Como se puede apreciar en el análisis descrito, la realización de las actividades que constituyen la construcción y operación del proyecto Parque Maya de Cancún, generan impactos ambientales de escasa importancia, de alcance local y que tienen una alta proporción medidas de mitigación, con lo cual se obtiene un resultado global que califica su operación con un balance positivo.

## VIII. LITERATURA CONSULTADA

- Álvarez del Toro, M. 1974. Los Crocodylia de México (estudio comparativo). Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, A.C., México, 70 pp.
- Álvarez del Villar, J., 1970. Peces Mexicanos (claves). Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras. Serie de Investigación Pesquera. Estudio 1:166p.
- Alvarez-Saulés, C. 1993. Análisis de la distribución de los moluscos de la Laguna de Bojórquez, Quintana Roo, México. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, UNAM.
- A.O.U., 1983. Checklist of North American Birds. Allen Press, Lawrence.
- Barrera, M. A., 1964. La Península de Yucatán como Provincia Biótica. Centro de Estudios Mayas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad de Mérida (Yucatán). México. 44p.
- Birney, E. C., J. B. Bowles, R. M. Timm y S. L. Williams, 1974. Mammalian distributional records in Yucatan and Quintana Roo, with comments on reproduction, structure and status of peninsular population. Ocasional papers, Bull. Museum of Natural History, 13:1-25.
- Bosque-Sendra, J., M. Gómez-Delgado, A. E. Rodríguez-Durán, V. M. Rodríguez-Espinosa, A. Vela-Gayo. 1997. Valoración de los aspectos visuales del paisaje mediante la utilización de un SIG. Documents d'Anàlisi Geogràfica, 1997, nº 30, p. 19-38
- Buesa, R.J. 1972. Producción primaria de las praderas de *Thalassia testudinum* de la plataforma noroccidental de Cuba. INP, Cuba Cent. Inv. Pesqueras Reva. Bal. Trab. CIP 3:101-143.
- Cabrera, C. E., M. Sousa, O. Téllez y A. López, 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO, Cancún. 224p.
- Cabrera-Cano, E. F., M. Sousa y R. Durán, 1982. Listado florístico preliminar (ampliación). En: Sian Ka'an. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera. CIQRO, Cancún. 52-63.
- Castro, R. A., 1976. Descripción de las arenas carbonatadas y de su ámbito submarino al Noreste de la Península de Yucatán. Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México. 74p.
- CINVESTAV-IPN. 1992. Monitoreo del Ambiente Acuático Circunvecino al Lote 18-A, Cancún, Quintana Roo (1er informe). Abril de 1992.
- CITSA/I. de E., 1990. Estudios de ecología costera y de determinación de zonas de preservación ecológica del corredor turístico Cancún-Tulum. Corporación Internacional Tecnoconsult, S.A. de C.V. Instituto Nacional de Ecología, A.C.
- Collado-Vides, L. y J. González-González. 1993. Macroalgas del Sistema Lagunar de Nichupté. En: Salazar-Vallejo, S. y N. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. CIQROCONABIO. México, D.F. pp. 752-760.
- Collado-Vides, L., J. González-González y M. Gold-Morgan. 1994. A descriptive approach to the floating masses of algae of a Mexican Caribbean Coastal Lagoon. Botánica Marina, Vol. 37, pp 391-396, 1994.

- Collado-Vides, L. y J. González-González y Exequiel Ezcurra. 1995. Patrones de distribución ficoflorística en el sistema lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México. *Acta Botánica Mexicana*, 31:19-32
- Collins, H., 1991. Reptiles and Amphibians. Eastern/Central North America. Peterson Field Guides. Florida.
- Dawes, C. J. 1991. Botánica Marina. Editorial Limusa, México. Pp 501-527.
- Den Hartog, C. 1967. The structural aspect in the ecology of sea-grass communities. *Helgo. Wiss. Meeresunt.* 15:648-659.
- Duellman, W. E., 1965. Amphibian and reptiles from the Yucatan Peninsula, Mexico. *University of Kansas Publications*, 15(12): 577-614.
- Duran, G. R. y E. Olmsted, 1990. Plantas vasculares de Sian Ka'an. En: *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*, Quintana Roo, México. CIQRO/Univ. of Florida, México. 47-94.
- Durán G. R., M. Méndez y R. Orellana., 1997. Manual de Propagación de Plantas Nativas de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán, México. 94p.
- Escalante R., S., 1986. La Flora del Jardín Botánico del Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana. Jalapa.
- Flores, J. S. y I. Espejel., 1994. Etnoflora Yucatanense; Fascículo 3: Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 135p.
- FONATUR. Contrato 00160006-004-98. Análisis físico-químico, bacteriológico de agua en el Sistema Lagunar Nichupté, Cancún, Quintana Roo. Luis Adolfo Méndez Delgado. Consultoría Ambiental.
- García-Durán, R., I. Olmsted, 1990. Plantas vasculares de Sian Ka'an. En: Navarro D. y J. G. Robinson (eds.). *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*, Quintana Roo, México. CIQRO/ Program of Studies in Tropical Conservation University of Florida. Chetumal. 1: 47-94.
- García, E., 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Apuntes de Climatología. Talleres Larios. México, D.F.
- García, E., 1986. Apuntes de Climatología. 5ª edición corregida y aumentada. México. 60 p.
- García-Krasovsky, R. 1985. Saneamiento ambiental de la Laguna de Bojórquez, y Caleta Cancún, Q. Roo. Informe técnico para Fondo Nacional para el Turismo por parte de Ingeniería del Medio Ambiente, S.A. México, D.F. 200 pp.
- García-Salazar, M, 1983. Fauna silvestre. En: *Sian Ka'an. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Cancún. 105-111.
- Gómez-Pompa, A., J. S. Flores y V. Sosa., 1990. The "Petkot": A man made rain forest of the Mayas.
- González, A., M. Merino y S. Czitrom. 1992. Laguna Bojórquez, Cancún: un sistema de características marinas controlado por la atmósfera. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*. 19(1):57-70 (1992).

- Hatt, R. T. y B. Villa R., 1950. Observaciones sobre algunos mamíferos de Yucatán y Quintana Roo. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoología*, 21(1):37-39.
- Herrera-Silveira, J.A., Cebrian, J., Ralph P., Haxwell, J., Ramírez-Ramírez, J., Zaldiver, A., Gómez, N., Medina, I. y Arana, N. 1999. Análisis de la condición de los pastos marinos en áreas selectas del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. *Rep. Tec. No. 4, Lab. de Producción Primaria, CINVESTAV-IPN, U. Mérida Yucatán.*, 15 pp.
- Himmelstein, J., 1979. Observations and distribution of amphibian and reptiles in the state of Quintana Roo, Mexico. *Herpetology Bulletin of the New York Herpetological Society*, 16(2): 18-34.
- Humann, P. 1996. Reef creature identification. (Ned Deloach Ed.). New World Publications, INC. Jacksonville Florida. 320 pp.
- Humann, P. 1996. Reef coral identification. (Ned Deloach Ed.). New World Publications, INC. Jacksonville Florida. 239 pp.
- Humann, P. 1996. Reef fish identification. 2a. edición. (Ned Deloach Ed.). New World Publications, INC. Jacksonville Florida. 396 pp.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 1984. Carta Uso del Suelo y Vegetación, Mérida F16-10. Escala 1: 250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.
- Jordán E., M. Angot y R. Torre. 1978. Prospección biológica de la Laguna de Nichupté, Cancún, Q. Roo, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 51: 179-188.
- Lee, J. C, 1996. The amphibians and reptiles of the Yucatan Peninsula. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. 500 pp.
- Lee, J. C, 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya world. The lowlands of Mexico, northern Guatemala, and Belize. Comstock Publishing Associates. Cornell University Press. 402 pp.
- Leopold, A. S, 1997. Fauna Silvestre de México. IMERNAR, De Pax, México. 608p.
- Lima-Zuno, J. 1995. Cancún antes de Cancún. En: *Boletín Amigos de Sian Ka'an*, No. 14, julio de 1995. Cancún, Quintana Roo. pp 21-24.
- López, R. E. 1974. Estudio geológico de la Península de Yucatán. *Bol. Asoc. Mex. Geol. Petr.* 15 (1-3): 25 – 76 p.
- López-Rivas, R. M. 1994. Aspectos ecológicos de los gasterópodos asociados a pastos marinos y su relación con parámetros ambientales y sedimentos en la Laguna Bojórquez y Cuenca Norte del Sistema Lagunar Nichupté, Quintana Roo, México. Tesis profesional. Fac. de Ciencias, UNAM. 1994.
- MacKinnon, B. (Comp.), 1986. A Checklist of the birds of central & northern Quintana Roo, Cancún, 10p.
- MacKinnon, B., 1992. Check-list of the birds of the Yucatan Peninsula. *Amigos de Sian Ka'an*, Cancún, 32p.
- MacKinnon, B. 1995. Las aves de Isla Cancún, 1974-1983. En: *Boletín Amigos de Sian Ka'an*, No. 14, julio de 1995. Cancún Quintana Roo. pp. 12-16.

- Martínez, M.L., P. Moreno C. y S. Castillo, 1993. Biodiversidad Costera: Playas y Dunas. En: Salazar-Vallejo S. y N.E. González (eds.) Biodiversidad marina y costera de México. CONABIO/CIQRO, México. 160-181 p.
- Merino, I. y M. Gallegos. 1986. Evaluación del impacto ambiental generable sobre el Sistema Lagunar Nichupté por el dragado programado para rellenar el Lote 18-A en Cancún, Q. Roo. Informe Técnico para la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 87 pp.
- Merino, I. M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano, con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. An. Inst. de Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. México 13 (2): 31-46.
- Merino, I., E. Jordán, O. Chávez, P. Thome, O. Moreno y S. Czitrom. 1988. Hydrology and rain flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancún, México. Estuarine, Coastal and Shelf Science 30: 223-237.
- Merino, I. M. y L. D. Otero. 1991. Atlas ambiental costero. CIQRO CONACYT. UNAM. México. 80 p.
- Merino, M, S. Czitrom, E. Jordán, E. Martín, P. Thomé y O. Moreno. 1990. Hydrology and rain flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancún, México. Estuarine, Coastal and Shelf Science (1990) 30, 223-237.
- Miller, R. R., 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Méx. 30:121-153.
- Molina, C., P. Rubinoff y J. Carranza. 1998. Normas Prácticas para el Desarrollo Turístico de la Zona Costera de Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an A.C. y Centro de Recursos Costeros de la Univ. De Rhode Island (ed.).93 pp.
- Morales B., J.J., 1995. La Gran Selva Maya. Serie: Sian Ka'an, Introducción a los Ecosistemas de la Península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an, A.C. Cancún, Quintana Roo, México. 160p.
- Muñoz-Pedrerros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. 77: 139-156, 2004.
- Navarro, D. L., T. Jiménez y J. Juárez, 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. CIQRO Univ. of Florida. 471p.
- Navarro-Mendoza, M., S. Contreras-Balderas y A. Gómez-Pedroso. 1988. Ichthyc Inventory and preliminary ecological studies of freshwater fishes of Sian Ka'an Biosphere Reserve and surrounding areas. Reporte Final del Proyecto A-13, United States Fish & Wild Life Service. Washington, 215p.
- Navarro-Mendoza, M., L. Colmenero-Rolón, E. Bravo-Núñez, J. González V, L. A. Guillermo, F. Cruz-Abrego, M. A. Fuentes y M. A. Baez, 1997. Estudios ecológicos preliminares del Sistema Lagunar de Chacmochuch, Quintana Roo, México. Reporte final de Investigación. Gobierno del Estado de Quintana Roo, Secretaría de Infraestructura, Medio Ambiente y Pesca. 86p.
- Olmsted, C.I., A. López-Ornat y R. Durán-García, 1983. Vegetación de Sian Ka'an. Reporte preliminar. En: Sian Ka'an. Estudios preliminares de una zona en Quintana Roo, propuesta como Reserva de la Biosfera. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Cancún. 63-84.

- Ogata, N., A. Gómez-Pompa., A. Aguilar-Meléndez., R. Castro-Cortés y O. E. Plummer, 1999. Árboles Tropicales Comunes del Área Maya: Sistema de Identificación Taxonómica. Universidad de California, Riverside. (Compact Disk).
- Peters, J. A., 1953. Snakes and lizards from Quintana Roo, México. *Lloydia*, 16:227-232.
- Peterson, R. T. y E. L. Chalif, 1989. Aves de México. Diana, México, 473p.
- Ramírez-Pulido, I. Lira y C. Mudespacher. 1986. Guía de los mamíferos de México, referencias hasta 1983. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
- Rodríguez Vargas, A. 2007. Análisis del paisaje en los estudios de impacto ambiental en Panamá FCNET, Universidad de Panamá. <https://burica.wordpress.com/2007/11/03/analisis-del-paisaje-en-los-estudios-de-impacto-ambiental-en-panama/>
- Sánchez, O., 1987. Estructura y composición de la selva mediana Subperennifolia del Jardín Botánico "Alfredo Barrera Marín". Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Veracruzana.
- Serviere-Zaragoza, E.- L. Collado-Vides y J. González-González. 1992. Caracterización ficológica de la Laguna de Bojórquez, Quintana Roo, México. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 28, No. 3-4, 126-133, 1992.
- Shaw, C.E. 1995. La geología de Isla Cancún. En: *Boletín Amigos de Sian Ka'an*, No. 14, julio de 1995. Cancún Quintana Roo. pp. 5-7.
- Sousa, M. y E. Cabrera, 1983. Listados Florísticos de México II: Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología UNAM. México. 47p.
- Torres-Pech, S., E. F. Cabrera C., y R. Villanueva G., 1990. Flora Pteridológica de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. En: Navarro D. y J. G. Robinson (eds.). *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. CIQRO/ Program of Studies in Tropical Conservation University of Florida. Chetumal. 1: 47-94.
- Trejo, A., 1994. Estudio comparativo en la selva mediana subperennifolia del Jardín Botánico CIQRO, Puerto Morelos, Quintana Roo, afectada por el Huracán Gilberto (1988). Tesis Profesional, Instituto Tecnológico de Chetumal.
- Trejo-Torres, J. C., R. Durán e I. Olmsted, 1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: Salazar-Vallejo S. y N.E. González (eds.) *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO/CIQRO, México. 660-672 p.