I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.

II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0126/03/18.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC y CURP de persona física, en página 12.

IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Por las razones o circunstancias al tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Firma del titular:** C. Renán Eduardo Sánchez Tajonar, Delegado Federal en Quintana Roo

VI. **Fecha de Clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **57/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **10 de abril de 2018.**

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

ÍNDICE

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 3
1.1. CLAVE DEL PROYECTO: 3
1.2. NOMBRE DEL PROYECTO: BARRIO DEL MAR. 3
1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO. 3
1.3.1. Sector: 3
1.3.2. Subsector: 3
1.3.3. Tipo de proyecto: 3
1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD: NO SE REQUIERE. 3
1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO: 3
1.5.1. Entidad federativa: 3
1.5.2. Municipio o delegación: 3
1.5.3. Localidad: 3
1.5.4. Coordenadas geográficas: 3
1.6 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 7
1.7 DIMENSIONES DEL PROYECTO: 7
2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE: 12
2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: 12
2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC): 12
2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL: 12
2.4 RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL: 12
2.5 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL: 12
2.6 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES: 12
2.6.1 Calle y número: 12
2.6.2 Código postal: 12
2.6.3 Entidad federativa: 12
2.6.4 Municipio o delegación: 12
2.6.5 Teléfono 13
3 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA: 13
3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: 13
3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP: 13
3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO: 13

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. CLAVE DEL PROYECTO:

1.2. NOMBRE DEL PROYECTO: Barrio del Mar.

1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.3.1. Sector: Turismo.

1.3.2. Subsector: Turístico.

1.3.3. Tipo de proyecto: Turístico Comercial.

1.4. ESTUDIO DE RIESGO Y SU MODALIDAD: No se requiere.

1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto "Barrio del Mar" se pretende establecer en la zona federal marítimo terrestre ubicada en Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán, Sistema Lagunar Nichupté, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo.

1.5.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.5.2. Municipio o delegación: Benito Juárez.

1.5.3. Localidad: Ciudad de Cancún.

1.5.4. Coordenadas geográficas:

La zona federal marítimo terrestre que se pretende ocupar para el proyecto "Barrio del Mar" se ubica en el Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán, Sistema Lagunar Nichupté, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo (Figura 1).



Figura 1. Localización regional y local del proyecto. El predio se ubica en el Km 14+264.50 y 14+304.50 en la Z de Cancún.

La empresa Jar Estate Corp, S.A. de C.V. cuenta con título de concesión para usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre, y la construcción de un restaurante.

El área de interés fue concesionada inicialmente a la empresa Filius International, S.A. de C.V., de acuerdo con el título de Concesión No. DGZF-314/02 de fecha 26 de agosto de 2002, en el que se otorgó el derecho a usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69m^2 de zona federal marítimo terrestre, y la construcción de un restaurante tipo palafito de 109.00m^2, cocina de 13.50 m^2, bodega anexa a cocina de 8.90 m^2, sanitarios de 12.0 m^2, oficina administrativa de 13.50 m^2, dos locales comerciales de 40.0 m^2, cisterna con capacidad de 15,000 litros de agua de 6.0 m^2 y estacionamiento de 130.0 m^2, todo en una superficie de 332.90 m^2 (Anexo 1).

Posteriormente, la empresa Filius International, S.A. de C.V., cedió los derechos y obligaciones de la concesión No. DGZF-314/02, en favor de la sociedad denominada Jar Estate Corp, S.A. de C.V. a través de la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003 (Anexo 2).

El área concesionada tiene las siguientes colindancias:

- Al Norte, con el estacionamiento del Restaurante Porfirio's.
- Al Este, con el Blvd. Kukulkán.
- Al Sur, con zona federal marítimo terrestre con vegetación.
- Al Oeste, con el Sistema Lagunar Nichupté.

Las coordenadas que limitan el polígono de la zona federal marítimo terrestre de interés se presentan en el Cuadro 1 y en la Figura 2.

Cuadro 1. Se indica la superficie que tendrán las obras del proyecto.

Vértices	X	Y
1	523,727.0950	2,332,281.5610
2	523,741.4700	2,332,274.6020
3	523,757.8768	2,332,311.0835
4	523,742.9398	2,332,318.2895



Figura 2. Se muestran las coordenadas geográficas de los vértices del polígono de la zona federal marít
proyectadas en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

1.6 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Se prevé que la vida útil de las obras sea de 100 años, la cual puede prolongarse al dar el adecuado mantenimiento a las instalaciones.

1.7 DIMENSIONES DEL PROYECTO:

a) Superficie total del predio:

La promovente cuenta con título de concesión para el uso y aprovechamiento de una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre para la construcción de un restaurante tipo palafito de 109.00 m^2, cocina de 13.50 m^2, bodega anexa a cocina de 8.90 m^2, sanitarios de 12.0 m^2, oficina administrativa de 13.50 m^2, dos locales comerciales de 40.0 m^2, cisterna con capacidad de 15,000 litros de agua de 6.0 m^2 y estacionamiento de 130.0 m^2, todo en una superficie de 332.90 m^2 de acuerdo con la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003 (Anexo 2).

b) Superficie para la construcción del proyecto:

El proyecto "Barrio del Mar" se pretende establecer en una superficie de desplante de 2,211.15 m^2, de los cuales 1,178.71 m^2 corresponden a obras techadas y 1,032.44 m^2 a obras no techadas (Figura 3). En el siguiente cuadro se presentan las obras techadas y no techadas que contempla el proyecto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Se indica la superficie que tendrán las obras del proyecto.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Área de servicios	210.39
Cisterna	26.78
Cuarto de máquinas	23.75
Cuarto de basura	27.71
Oficina	26.03
Sanitarios empleados	59.57
Restaurante 1	375.71
Restaurante 2	428.77
Subtotal	**1,178.71**
Obras no techadas	
Barra de bar	43.58
Muelle de entrada	77.86
Muelle de lanchas	90.45
Terrazas y zona de mesas	820.55
Subtotal	**1,032.44**
Superficie de desplante total	**2,211.15**

De la totalidad de las obras, una superficie de 394.12 m^2 se desplantarán en la zona federal marítimo terrestre concesionada, mismas que se detallan en el cuadro (Cuadro 3). Cabe señalar que la superficie que se ocupará es ligeramente menor a la que fue permitida en la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de

2003, que corresponde a una superficie de 332.90 m^2, y se contemplan otras obras diferentes, por lo que se solicitará la modificación de las bases del título de concesión.

Cuadro 3. Se indica la superficie de uso y aprovechamiento de las obras que quedan en la zona federal marítimo terrestre concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Áreas de servicios y estacionamiento	374.23
Subtotal	**374.23**
Obras no techadas	
Muelle de entrada	19.89
Subtotal	**19.89**
Total de superficie de aprovechamiento	**394.12**

De las obras que quedan en el área concesionada, el área de servicios y estacionamiento se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero.

En cuanto muelle de entrada, que ocupará una superficie de desplante total de 77.86m^2, de los cuales una superficie de 19.89 m^2 quedan en el área concesionada y 57.97 m^2 quedan en la laguna. De la superficie que ocupa en la zona concesionada, una superficie de 6.74m^2 se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero, mientras que la otra parte (13.15 m^2) se desplantará en un claro sin vegetación que hay entre la vegetación de manglar de la laguna. Derivado de lo anterior, el muelle de entrada aprovechará una superficie de 7.22 m^2 en el área concesionada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Se indica la superficie de desplante y de aprovechamiento que se contemplan para la rampa y el acceso de servicios en el área concesionada y en la laguna.

Áreas	Desplante	Aprovechamiento
	Superficie (m^2)	
Muelle de entrada		
ZOFEMAT	19.89	---
Laguna	57.97	---
Total	**77.86**	
ZOFEMAT		
Vegetación secundaria de matorral	6.74	6.79
Pasto marino en claro sin vegetación	13.15	0.43
Total	**19.89**	**7.22**
Laguna		
Arenales con pastos marinos y algas, arenales	57.97	1
Total	**57.97**	**1**

De lo anterior se desprende que, para el área de servicios, estacionamiento y el muelle de entrada se aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de los cuales, será necesario el desmonte de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de área en claro sin vegetación y 7.32 m^2 sin

vegetación aparente existente en el área concesionada. La superficie restante que, corresponde a 256.57 m^2 se destina a conservación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Se indica la superficie de aprovechamiento en la zona federal marítimo terrestre concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)
Superficie de aprovechamiento	394.12
Superficie de conservación	256.57
Total concesión	**650.69**

Por otra parte, en la laguna las obras tienen una superficie de desplante de 1,817.03 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las obras que quedan en el sistema lagunar (Cuadro 6).

Cuadro 6. Se indica la superficie de las obras que quedan en la el sistema lagunar.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Restaurante 1	375.71
Restaurante 2	428.77
Subtotal	**804.48**
Obras no techadas	
Barra de bar	43.58
Muelle de entrada	57.97
Muelle de lanchas	90.45
Terrazas y zona de mesas	820.55
Subtotal	**1,012.55**
Superficie de desplante total	**1,817.03**
Superficie de aprovechamiento	**18.72**

Cabe señalar que estas obras (a excepción del muelle) se desplantarán en una plataforma sostenida por 383 pilotes, por lo que solo se ocupará el área de hincado de los mismos. Considerando que cada pilote ocupará un área de 0.046 m^2, se desplantará en una superficie total de 17.62 m^2. De la misma forma, el muelle estará sostenido por un total de 24 pilotes de 0.046 m^2 de área, éste se desplantará en una superficie de 1.10 m^2.

En la laguna, el número total de pilotes corresponden a 407 los cuales ocuparán de fondo lagunar 18.72 m^2, de estos 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con pasto marino y 9.13 m^2 en pasto marino.

En resumen, el proyecto aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de la zona federal marítimo terrestre y 18.72 m^2 del sistema lagunar, sumando una superficie total afectación de 412.84 m^2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Se presenta un cuadro resumen indicando las superficies de desplante y de aprovechamiento de las obras del proyecto y el área que se afectará, así como de conservación en el área concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)	Vegetación y coberturas	Fondo lagunar
Superficie de desplante			
En ZOFEMAT concesionada	394.12	---	---
En laguna	1,817.03	---	---
Total ocupación del proyecto	**2,211.15**		
Superficie de aprovechamiento			
En ZOFEMAT concesionada	394.12	394.12	0.42
En la laguna-Obras piloteadas	18.72	0.00	18.30
Total aprovechamiento del proyecto	**412.84**	**394.12**	**18.72**
Superficie de conservación			
En ZOFEMAT concesionada	256.57		

Para el desplante de las obras en la zona federal marítimo terrestre se removerá una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de vegetación de matorral costero. Esta actividad está exceptuada de autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo con la fracción I del inciso O del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, ya que se trata de un proyecto turístico comercial donde se removerá una superficie menor a 500.00 m^2 de vegetación, un predio de 650.69 m^2 (menor a 1,000.00 m^2) y que no corresponde a un ecosistema de selva.

Así de esta manera, sólo se solicita autorización en materia de impacto ambiental para el aprovechamiento de 18.72 m^2 de fondo lagunar para el desplante de las obras en la zona acuática, así como para el desarrollo de las obras.

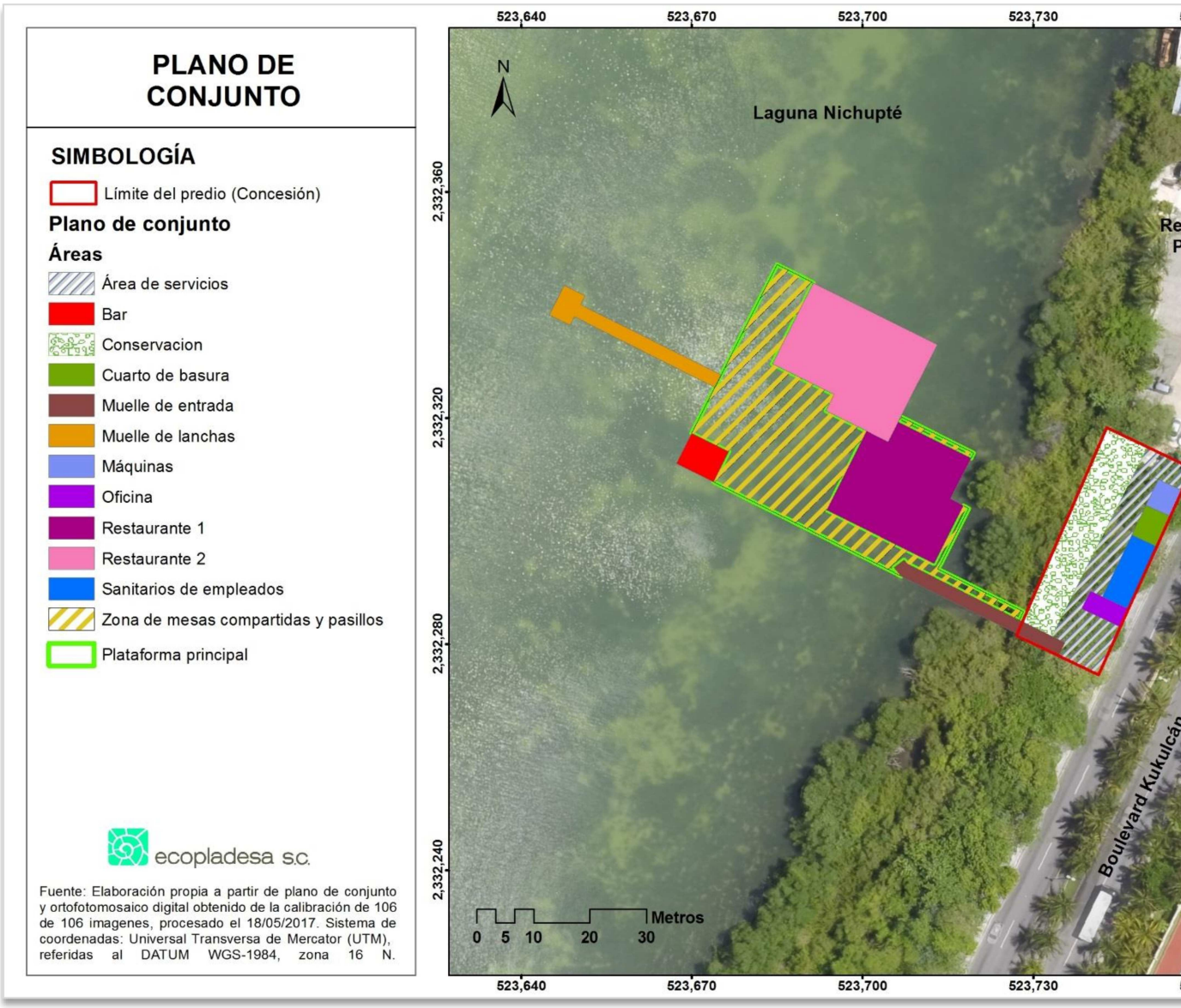


Figura 3. Plano de conjunto de las obras en planta baja.

2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:

2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

Escritura Publica No. 16,690, Libro 381 de fecha 19 de noviembre de 1997, otorgada ante la fe del Lic. Miguel Soberón Mainero, Notario Público Titular de la Notaria Publica No. 81 del Distrito Federal, en la que se constituye la sociedad denominada Jar Estate Corp, S.A. de C.V. (Anexo 3).

2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):

JEC9711196G7

2.3 NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:

A través de la Escritura Pública No. 16,690, Libro 381 de fecha 19 de noviembre de 1997, otorgada ante la fe del Lic. Miguel Soberón Mainero, Notario Público Titular de la Notaria Publica No. 81 del Distrito Federal, se otorga al Sr. Jorge Antonio Aboumrad Ayub poder general para pleitos y cobranzas y para actos de administración (Anexo 3).

2.4 RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:

El RFC del Sr. Jorge Antonio Aboumrad Ayub es [redacted] Se presenta como Anexo 4 la identificación del apoderado general.

2.5 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL:

[redacted]

2.6 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES:

2.6.1 Calle y número:

Av. Xcaret, Lote 4-5, Supermanzana 36, Manzana 2, Edificio Cancún.

2.6.2 Código postal:

77507

2.6.3 Entidad federativa:

Quintana Roo.

2.6.4 Municipio o delegación:

Benito Juárez.

2.6.5 Teléfono(s):

(998) 892 22 66y (998) 892 22 67

3 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA:

3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

ECOPLADESA, S. C.

3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP:

ECO040610GG4

3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO:

Biol. Silvia Magallón Barajas. Cédula Profesional: 1523938.
Av. Xcaret, Lote4-5, Sm. 36, Mz.02, Cancún, Quintana Roo.
Teléfonos y Fax: 01 (998) 8-92-22-66 y 8-92-22-67.

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 3
1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO. 3
1.1.1 Sector: Turismo 3
1.1.2 Subsector: Turístico 3
1.1.3 Tipo de proyecto: Turístico comercial 3
1.2 SELECCIÓN DEL SITIO. 3
1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN. 4
1.4 INVERSIÓN REQUERIDA. 7
1.5 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SITIO. 12
1.6 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS. 14
1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS. 15
2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 16
2.1. SUPERFICIE DE AFECTACIÓN. 29
2.2. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO. 33
2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO. 34
2.4. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO. 36
2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 37
2.5.1 Materiales de construcción a utilizar. 40
2.5.2 Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción. 40
2.5.3 Requerimientos de equipo. 41
2.6. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 41
2.7. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. 42
2.8. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 42
2.9. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 42
2.10. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. 42
2.10.1. Acciones de Manejo y Control de Residuos: 42
2.10.2. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 46

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

1.1.1 Sector: Turismo

1.1.2 Subsector: Turístico

1.1.3 Tipo de proyecto: Turístico comercial

Descripción del proyecto:

El proyecto "Barrio del Mar" se pretende establecer en la zona federal marítimo terrestre ubicada en el Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán, Sistema Lagunar Nichupté, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo.

La empresa Jar Estate Corp, S.A. de C.V. cuenta con título de concesión para usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre y para construir un restaurante y áreas de servicios en una superficie de 332.90 m^2 conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003.

El proyecto "Barrio del Mar" constará de un área de servicios y estacionamiento, dos restaurantes, un bar, terrazas y área de mesas compartidas, cuarto de máquinas, muelle para lanchas de pequeño calado, muelle de entrada y jardineras. Las obras se desplantarán en el área concesionada y en la parte acuática colindante del Sistema Lagunar Nichupté.

A través del presente se solicita autorización para realizar la construcción y operación de las obras planteadas. Las actividades propuestas se realizarán en total apego a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.

- El predio se encuentra en una zona urbanizada.
- El promovente cuenta con título de concesión para el uso de la zona federal marítimo terrestre a través de la resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003 (Anexo 2).
- El predio está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 16 de octubre de 2014.
- También le son aplicables los criterios establecidos en la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (2014).

- El predio se ubica en el Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún y se tiene acceso al predio a través del Boulevard Kukulkán.

- El proyecto contará con servicios públicos de energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, servicio de recolección de basura, línea telefónica e internet.

1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

La zona federal marítimo terrestre que se pretende ocupar para el proyecto Barrio del Mar se ubica en el Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán, Sistema Lagunar Nichupté, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo (Figura 1a).

La empresa Jar Estate Corp, S.A. de C.V. cuenta con concesión para usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre, y para la construcción de un restaurante y áreas de servicios en una superficie de 332.90 m^2 conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003.

El área concesionada tiene las siguientes colindancias:

- Al Norte, con el Restaurante Porfirio´s
- Al Este, con el Blvd. Kukulkán.
- Al Sur, con zona federal marítimo terrestre con vegetación
- Al Oeste, con el Sistema Lagunar Nichupté.

Las coordenadas que limitan el polígono de la zona federal marítimo terrestre de interés se presentan en el siguiente cuadro (Cuadro 1) y en la Figura 1b.

Cuadro 1. Se indican las coordenadas que definen el polígono del predio del proyecto.

Vértices	X	Y
1	523,727.0950	2,332,281.5610
2	523,741.4700	2,332,274.6020
3	523,757.8768	2,332,311.0835
4	523,742.9398	2,332,318.2895



Figura 1a. Localización regional y local del proyecto. El predio se ubica en el Km 14+264.50 y 14+304.50 en la de Cancún.



Figura 1b. Se muestran los vértices del polígono de la zona federal marítimo terrestre proyectadas en UTM para la Zona 16 Q, Norte.

1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

A.- Reportar el importe total del capital total requerido (inversión más gasto de operación), para el proyecto.

La inversión que se realizará para la construcción del proyecto es de $50, 000,000.00 M.N. (cincuenta millones de pesos $^{00}/_{100}$ M.N.). En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de $500,000.00 (Quinientos mil pesos $^{00}/_{100}$ M.N.), incluidos dentro del monto total de inversión, que corresponde al 1.0 % de lo que se invertirá.

a) Superficie total del predio:

La promovente cuenta con título de concesión para el uso y aprovechamiento de una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre para la construcción de un restaurante tipo palafito de 109.00 m^2, cocina de 13.50 m^2, bodega anexa a cocina de 8.90 m^2, sanitarios de 12.0 m^2, oficina administrativa de 13.50 m^2, dos locales comerciales de 40.0 m^2, cisterna con capacidad de 15,000 litros de agua de 6.0 m^2 y estacionamiento de 130.0 m^2, todo en una superficie de 332.90 m^2 de acuerdo con la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003 (Anexo 2).

b) Superficie requerida para la construcción del proyecto:

El proyecto "Barrio del Mar" se pretende establecer en una superficie total de desplante de 2,211.15 m^2, de los cuales 1,178.71 m^2 corresponden a obras techadas y 1,032.44 m^2 a obras no techadas (Figura 2). En el siguiente cuadro se presentan las obras techadas y no techadas que contempla el proyecto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Se indica la superficie que tendrán las obras del proyecto.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Área de servicios	210.39
Cisterna	26.78
Cuarto de máquinas	23.75
Cuarto de basura	27.71
Oficina	26.03
Sanitarios empleados	59.57
Restaurante 1	375.71
Restaurante 2	428.77
Subtotal	**1,178.71**
Obras no techadas	
Barra de bar	43.58
Muelle de entrada	77.86
Muelle de lanchas	90.45
Terrazas y zona de mesas	820.55
Subtotal	**1,032.44**
Superficie de desplante total	**2,211.15**

De la totalidad de las obras, se aprovechara una superficie de 394.12 m^2 en la zona federal marítimo terrestre concesionada, mismas que se detallan en el cuadro (Cuadro 3). Cabe señalar que la superficie que se ocupará es mayor a la que fue permitida en la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003, que corresponde a una superficie de 332.90 m^2, y se contemplan otras obras diferentes, por lo que se solicitará la modificación de las bases del título de concesión.

Cuadro 3. Se indica la superficie de uso y aprovechamiento de las obras que quedan en la zona federal marítimo terrestre concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Áreas de servicios y estacionamiento	374.23
Subtotal	**374.23**
Obras no techadas	
Muelle de entrada	19.89
Subtotal	**19.89**
Total de superficie de aprovechamiento	**394.12**

De las obras que quedan en el área concesionada, el área de servicios y estacionamiento se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero (366.91 m^2) y en 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente.

En cuanto al muelle de entrada, que ocupará una superficie de desplante total de 77.86m^2, de los cuales una superficie de 19.89 m^2 quedan en el área concesionada y 57.97 m^2 quedan en la laguna. De la superficie que ocupa en la zona concesionada, una superficie de 6.74 m^2 se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero, mientras que la otra parte (13.15 m^2) se desplantará en un área sin vegetación aparente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Se indica la superficie de desplante y de aprovechamiento que se contemplan para el muelle de entrada en el área concesionada y en la laguna.

Áreas	Aprovechamiento Superficie (m^2)
Muelle de entrada	
ZOFEMAT	19.89
Laguna	57.97
Total	**77.86**
ZOFEMAT	
Vegetación secundaria de matorral	6.74
Sin vegetación	13.15
Total	**19.89**
Laguna	
Arenales con pastos marinos y algas, arenales	57.97
Total	**57.97**

De lo anterior se desprende que para el área de servicios, estacionamiento y el muelle de entrada se aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de los cuales, será necesario el desmonte de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un área sin vegetación y 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente en el área concesionada. La superficie restante que, corresponde a 256.57 m^2 se destina a conservación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Se indica la superficie de aprovechamiento en la zona federal marítimo terrestre concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)
Superficie de aprovechamiento	394.12
Superficie de conservación	256.57
Total concesión	**650.69**

Por otra parte, en la laguna las obras tienen una superficie de desplante de 1,817.03 m^2; mientras que la superficie de aprovechamiento se considera únicamente la afectación por el hincado de los pilotes, misma que corresponde a 18.72 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las obras que quedan en el sistema lagunar (Cuadro 6).

Cuadro 6. Se indica la superficie de las obras que quedan en la el sistema lagunar.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Restaurante 1	375.71
Restaurante 2	428.77
Subtotal	**804.48**
Obras no techadas	
Barra de bar	43.58
Muelle de entrada	57.97
Muelle de lanchas	90.45
Terrazas y zona de mesas compartidas	820.55
Subtotal	**1,012.55**
Superficie de desplante total	**1,817.03**
Superficie de aprovechamiento	**18.72**

Cabe señalar que estas obras (a excepción del muelle) se desplantarán en una plataforma sostenida por 383 pilotes, por lo que solo se ocupará el área de hincado de los mismos. Considerando que cada pilote ocupará un área de 0.046 m^2, se desplantará en una superficie total de 17.62 m^2. De la misma forma, el muelle estará sostenido por un total de 24 pilotes de 0.046 m^2 de área, éste se desplantará en una superficie de 1.10 m^2.

De acuerdo con lo anterior la laguna, el número total de pilotes corresponden a 407, los cuales ocuparán de fondo lagunar 18.72 m^2, de estos 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con algas y 9.13 m^2 arenales con pasto marino.

En resumen, el proyecto aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de la zona federal marítimo terrestre y 18.72 m^2 del sistema lagunar, sumando una superficie total afectación de 412.84 m^2 (Cuadro 7).

Cuadro 7. Se presenta un cuadro resumen indicando las superficies de desplante y de aprovechamiento de las obras del proyecto y el área que se afectará, así como de conservación en el área concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)	Vegetación y otras coberturas	Fondo lagunar
Superficie de desplante			
En ZOFEMAT concesionada	394.12	---	---
En laguna	1,817.03	---	---
Total ocupación del proyecto	**2,211.15**		
Superficie de aprovechamiento			
En ZOFEMAT concesionada	394.12	394.12	0.00
En la laguna-Obras piloteadas	18.72	0.00	18.72
Total aprovechamiento del proyecto	**412.84**	**394.12**	**18.72**
Superficie de conservación			
En ZOFEMAT concesionada	256.57		

Para el desplante de las obras en la zona federal marítimo terrestre se removerá una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un área sin vegetación y 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente. Esta actividad está exceptuada de autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo con la fracción I del inciso O del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, ya que se trata de un proyecto turístico comercial donde se removerá una superficie menor a 500.00 m^2 de vegetación, un predio de 650.69 m^2 (menor a 1,000.00 m^2) y que no corresponde a un ecosistema de selva.

Así de esta manera, sólo se solicita autorización en materia de impacto ambiental para el aprovechamiento de 18.72 m^2 de fondo lagunar para el desplante de las obras en la zona acuática, así como para el desarrollo de las obras.



Figura 2. Plano gen

1.5 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SITIO.

En el predio se desarrolla vegetación secundaria derivada de matorral costero (66.60%), manglar de borde (28.08%) y sin vegetación aparente (5.32%). En la vegetación secundaria se registraron especies nativas como siricote (*Cordia sebestena*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), akits (*Thevetia gaumeri*), habin (*Piscidia piscipula*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), chechem (*Metopium brownie*) y ficus (*Ficus padifolia*), así como la especie exótica del árbol de almendro (*Terminalia catappa*) (Figura 3). Esta última es la que domina la estructura de la vegetación por su abundancia y talla de los individuos arbóreos que se han desarrollado en el sitio. La vegetación se desarrolla sobre un sustrato predregoso de conformación irregular, con secciones visibles de escombro. El predio es utilizado como sitio para la disposición de residuos, ya que se observaron varios de estos acumulados y dispersos entre la vegetación, así como material de construcción.





Figura 3. Se muestra la vegetación secundaria que se desarrolla en el predio.

El manglar de borde se ubica en el borde lagunar y presenta buen estado de conservación aparente, donde domina la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con individuos aislados de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), establecidos en el borde que no está permanentemente inundado (Figura 4). Entre la vegetación de manglar existe un claro sin vegetación donde sólo se observa el cuerpo de agua con fondo arenoso con algas.



Figura 4. Se muestran algunos de los ejemplares de manglar que se encuentran en los bordes del área concesionada y en la zona lagunar. Y abajo a la derecha el claro sin vegetación entre la vegetación de manglar de borde.

En cuanto a la fauna, se registró la presencia de ejemplares de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), lagartija (*Anolis sagrei*), paloma (*Zenaida asiatica*) y zanate (*Quiscalus mexicanus*). También se registraron madrigueras del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Arriba se muestra un ejemplar de iguana rayada (*Ctenosaura similis*) de la zona, la lagartija (*Anolis sagrei*) observada en el predio. Abajo se muestra la paloma (*Zenaida asiatica*) y las madrigueras de cangrejos registradas en el predio.

El manglar de borde del predio se extiende fuera de sus límites hacia el sistema lagunar Nichupté.

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

La zona federal marítimo terrestre donde se pretende establecer el proyecto, no tiene ningún uso actualmente.

La zona de interés se encuentra en la zona urbana de la Ciudad de Cancún por lo que se rige de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 16 de octubre de 2014, de acuerdo con el cual está sujeta a su concesión de zona federal marítimo terrestre.

También le es aplicable la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez publicada en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 27 de febrero de 2014, de acuerdo con el cual el predio se ubica en la UGA 21 -Zona Urbana de Cancún-, con política de Aprovechamiento Sustentable, y sujeta a lo que establezca el PDU.

La zona federal marítimo terrestre de interés fue concesionada inicialmente a la empresa Filius International, S.A. de C.V., de acuerdo con el título de Concesión No. DGZF-314/02 de fecha 26 de agosto de 2002, en el que se otorgó el derecho a usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre, y la construcción de un restaurante tipo palafito de 109.00 m^2, cocina de 13.50 m^2, bodega anexa a cocina de 8.90 m^2, sanitarios de 12.0 m^2, oficina administrativa de 13.50 m^2, dos locales comerciales de 40.0 m^2, cisterna con capacidad de 15,000 litros de agua de 6.0 m^2 y estacionamiento de 130.0 m^2, todo en una superficie de 332.90 m^2 (Anexo 1).

Posteriormente, la empresa Filius International, S.A. de C.V., cedió los derechos y obligaciones de la concesión No. DGZF-314/02, en favor de la sociedad denominada Jar Estate Corp, S.A. de C.V. a través de la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003 (Anexo 2).

Jar Estate Corp, S.A. de C.V. pretende hacer uso del terreno concesionado para las obras del proyecto “Barrio del Mar” que ocupará dicha área y la parte acuática.

1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Suministro de Servicios:

La zona hotelera de la Ciudad de Cancún se encuentra totalmente urbanizada por lo que cuenta con todos los servicios y se accede fácilmente al proyecto a través del Boulevard Kukulkán.

Luz: El suministro de energía eléctrica será a través de la red provisional de distribución instalada por parte del concesionario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad.

Drenaje: En las etapas de preparación y construcción, se contará con sanitarios portátiles tipo Sanirent a razón de uno por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Para la etapa de operación, las instalaciones del proyecto serán conectadas a la red de drenaje municipal a través de un cárcamo. El agua residual generada será conducida a la planta de tratamiento más cercana ubicada en la Zona Hotelera.
Agua: Durante las etapas de preparación y construcción, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en tinacos plásticos de 1,000

a 5,000 l de capacidad. En tanto que el agua potable, será suministrada en garrafones de 20 litros.

Para la etapa operativa, el agua requerida para el proyecto será suministrada a través de la red de agua potable municipal. Se contará con una cisterna para el almacenamiento de agua de 20 m^3 de capacidad.

Transporte. En la zona existe el servicio de transporte público así como de servicio particular a través del Blvd. Kukulkán.

Recolección de residuos. En la zona se presta el servicio de recolecta de residuos sólidos urbanos por parte del Municipio.

Telefonía. El servicio de telefonía es proveído por TELMEX, además que existen múltiples compañías que ofrecen servicio inalámbrico (NEXTEL, TELCEL, IUSACELL, MOVISTAR, etc.).

2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto constará de un área de servicios con estacionamiento, muelle de entrada, dos restaurantes, un bar, comedor compartido, cuarto de máquinas, muelle para lanchas de pequeño calado y jardineras. Las obras se desplantarán en el área concesionada y en la zona acuática colindante.

De la totalidad de las obras, se aprovechara una superficie de 394.12 m^2 en la zona federal marítimo terrestre concesionada, mismas que se detallan en el cuadro (Cuadro 8). Cabe señalar que la superficie que se ocupará es mayor a la que fue permitida en la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003, que corresponde a una superficie de 332.90 m^2, y se contemplan otras obras diferentes, por lo que se solicitará la modificación de las bases del título de concesión.

Cuadro 8. Se indica la superficie de uso y aprovechamiento de las obras que quedan en la zona federal marítimo terrestre concesionada.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Áreas de servicios y estacionamiento	374.23
Subtotal	**374.23**
Obras no techadas	
Muelle de entrada	19.89
Subtotal	**19.89**
Total de superficie de aprovechamiento	**394.12**

De las obras que quedan en el área concesionada, el área de servicios y estacionamiento se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero (366.91 m^2) y en 7.32 m^2 de área sin vegetación.

En cuanto al muelle de entrada, que ocupará una superficie de desplante total de 77.86m^2, de los cuales una superficie de 19.89 m^2 quedan en el área concesionada y 57.97 m^2 quedan en la laguna. De la superficie que ocupa en la zona concesionada, una superficie de 6.74 m^2 se desplantará sobre vegetación secundaria derivada de matorral costero, mientras que la otra parte (13.15 m^2) se desplantará en un área sin vegetación aparente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Se indica la superficie de desplante y de aprovechamiento que se contemplan para el muelle de entrada en el área concesionada y en la laguna.

Áreas	Aprovechamiento Superficie (m^2)
Muelle de entrada	
ZOFEMAT	19.89
Laguna	57.97
Total	**77.86**
ZOFEMAT	
Vegetación secundaria de matorral	6.74
Sin vegetación	13.15
Total	**19.89**
Laguna	
Arenales con pastos marinos y algas, arenales	57.97
Total	**57.97**

De lo anterior se desprende que para el área de servicios, estacionamiento y el muelle de entrada se aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de los cuales, será necesario el desmonte de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un área sin vegetación y 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente en el área concesionada. La superficie restante que, corresponde a 256.57 m^2 se destina a conservación.

Cabe señalar que el área de servicios se construirá debajo del nivel de calle, es decir a nivel de sótano. Encima de éste, en planta baja se desplantará un estacionamiento no techado. En el siguiente cuadro se presentan las superficies de las obras que quedan a nivel de sótano y en el primer nivel en el área concesionada (Cuadro 10).

Cuadro 10. Se indica la superficie de las obras que quedan en el sótano y en planta baja.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas en sótano	
Áreas de servicios	374.23
Subtotal	**374.23**
Obras en planta baja	
Estacionamiento	374.23
Total	**374.23**

Como se muestra en el cuadro previo, la superficie del área de servicios es la misma que la del estacionamiento, por lo que el dato de desplante será igual, y debido a que el

estacionamiento queda a nivel de planta baja, éste cubrirá el área, por lo que no podrán crecer plantas bajo la sombra de dicha superficie.

Por otra parte, en la laguna las obras tienen una superficie de desplante de 1,817.03 m^2; mientras que la superficie de aprovechamiento se considera únicamente la afectación por el hincado de los pilotes, misma que corresponde a 18.72 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las obras que quedan en el sistema lagunar (Cuadro 11).

Cuadro 11. Se indica la superficie de las obras que quedan en la el sistema lagunar.

Áreas	Superficie (m^2)
Obras techadas	
Restaurante 1	375.71
Restaurante 2	428.77
Subtotal	**804.48**
Obras no techadas	
Barra de bar	43.58
Muelle de entrada	57.97
Muelle de lanchas	90.45
Terrazas y zona de mesas compartidas	820.55
Subtotal	**1,012.55**
Superficie de desplante total	**1,817.03**
Superficie de aprovechamiento	**18.72**

Cabe señalar que estas obras (a excepción del muelle) se desplantarán en una plataforma sostenida por 383 pilotes, por lo que solo se ocupará el área de hincado de los mismos. Considerando que cada pilote ocupará un área de 0.046 m^2, se desplantará en una superficie total de 17.62 m^2. De la misma forma, el muelle estará sostenido por un total de 24 pilotes de 0.046 m^2 de área, éste se desplantará en una superficie de 1.10 m^2.

De acuerdo con lo anterior la laguna, el número total de pilotes corresponden a 407, los cuales ocuparán de fondo lagunar 18.72 m^2, de estos 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con pasto marino y 9.13 m^2 en pasto marino.

En resumen, el proyecto aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de la zona federal marítimo terrestre y 18.72 m^2 del sistema lagunar, sumando una superficie total afectación de 412.84 m^2.

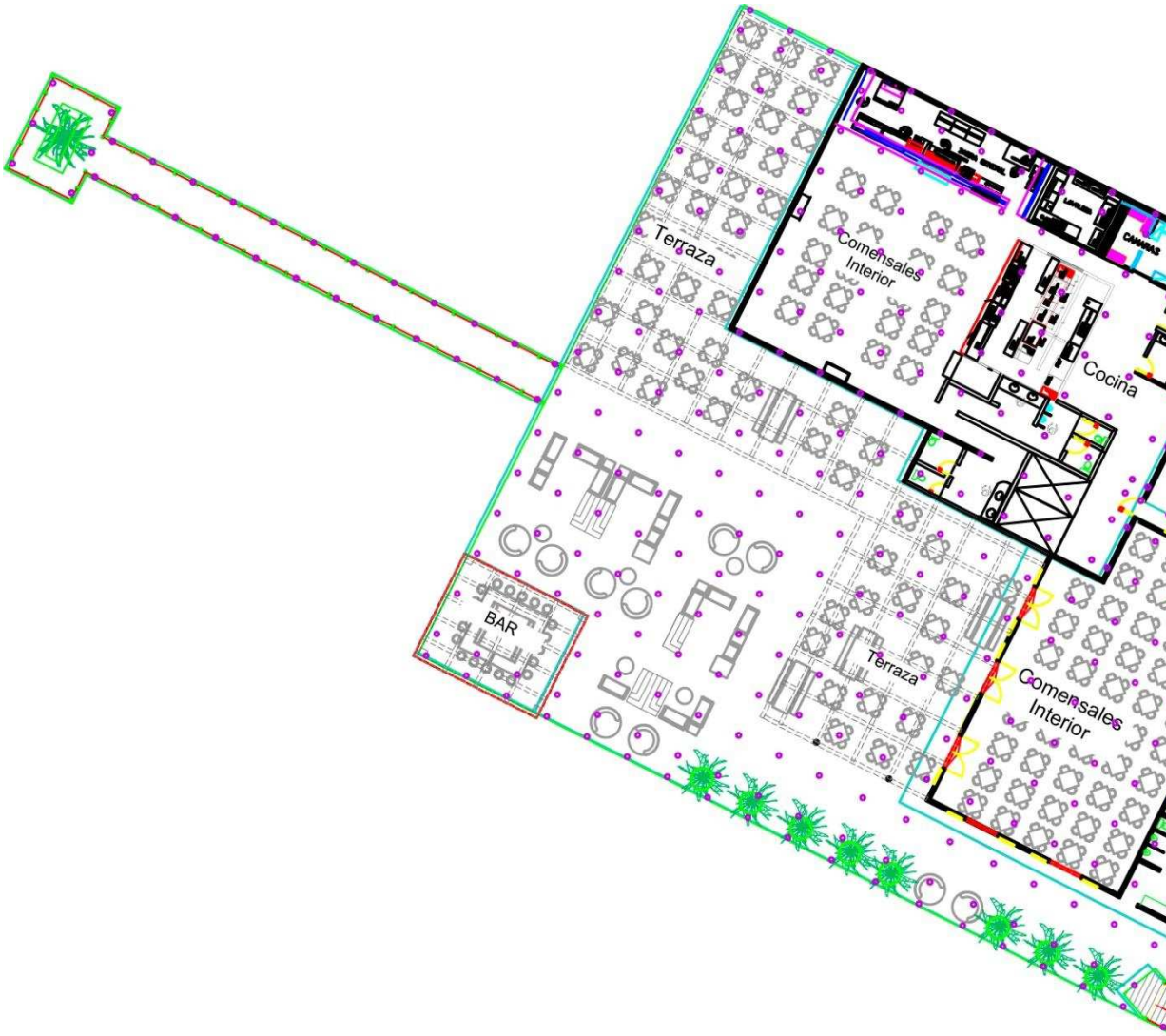


Figura 6. Plano de desplante del proyecto en nivel sótano. S

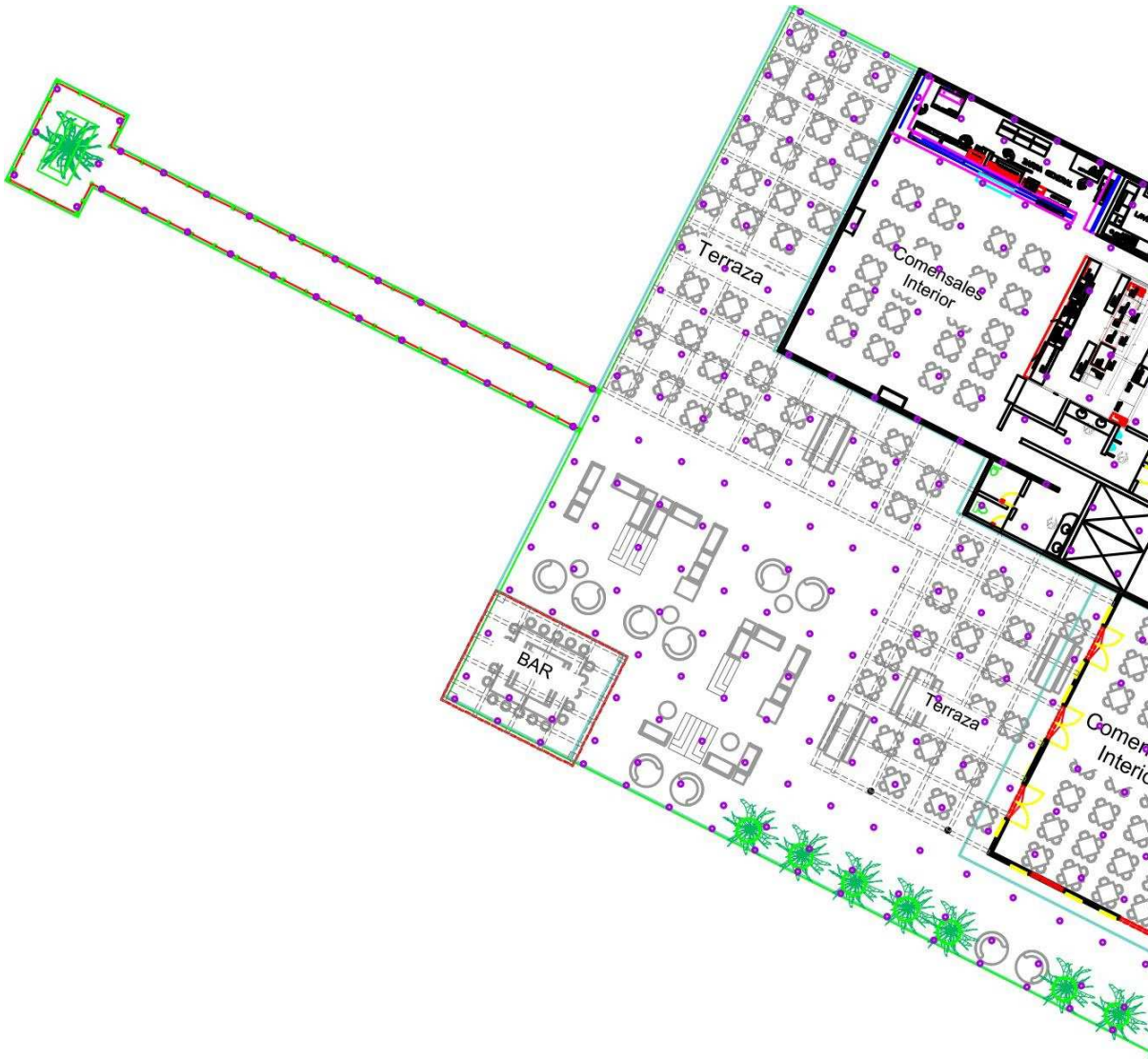


Figura 7. Plano de desplante d

A continuación se describen las áreas con las que contará el proyecto.

Obras en zona federal marítimo terrestre.

Las obras que quedan en la zona federal marítimo terrestre concesionada incluyen el área de servicios que queda a nivel de sótano, y el estacionamiento con su lobby y motor lobby. De la misma forma, una sección del muelle de entrada queda dentro del área concesionada.

Área de servicios, estacionamiento. El área de servicios constará de un edificio de un nivel de 2.40 m de altura, que se construirá en el área concesionada debajo del nivel de calle, es decir, en el nivel de sótano. Encima de este se encontrará el estacionamiento, el motor lobby.

El edificio del área de servicios contará con sanitarios, vestidores, comedor para empleados, oficina, cuarto de máquinas, cuarto de basura y área para una cisterna (Figura 8).

Se contará con sanitarios para hombres y mujeres. El sanitario de mujeres contará con 5 muebles de baño (1 para discapacitados) y un lavabo. El sanitario de hombres contará con 3 muebles de baño (1 para discapacitados), dos mingitorios y un lavabo. También se contempla un baño de servicio con 4 muebles de baño y 2 mingitorios, vestidores y lavabos.

El comedor para empleados contará con una barra, mesas y sillas. La oficina contará con un espacio para el administrador y una sala de espera. Se contempla un cuarto de máquinas para bombas y equipos, un área para cisterna y un cuarto de basura donde serán separados los residuos que se generen.

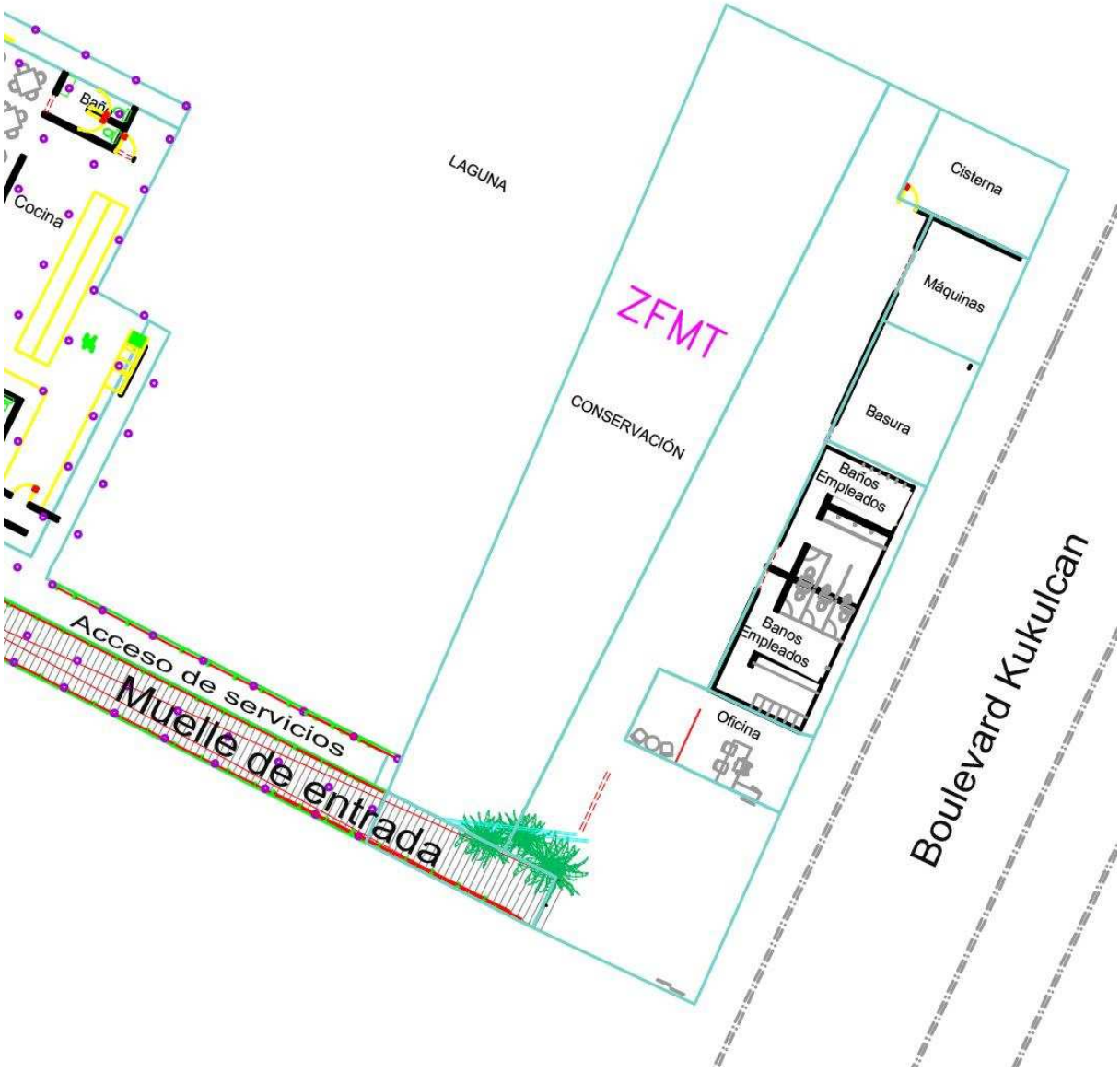


Figura 8. Se muestran los compartimentos del edificio de servicios.

El motor lobby consiste de un acceso donde se recibirá a las personas que hagan uso de las instalaciones. El estacionamiento contará con 12 cajones de 2.5 x 5.0 m, se instalará el transformador de CFE y se colocará un área para el acceso (Figura 9).

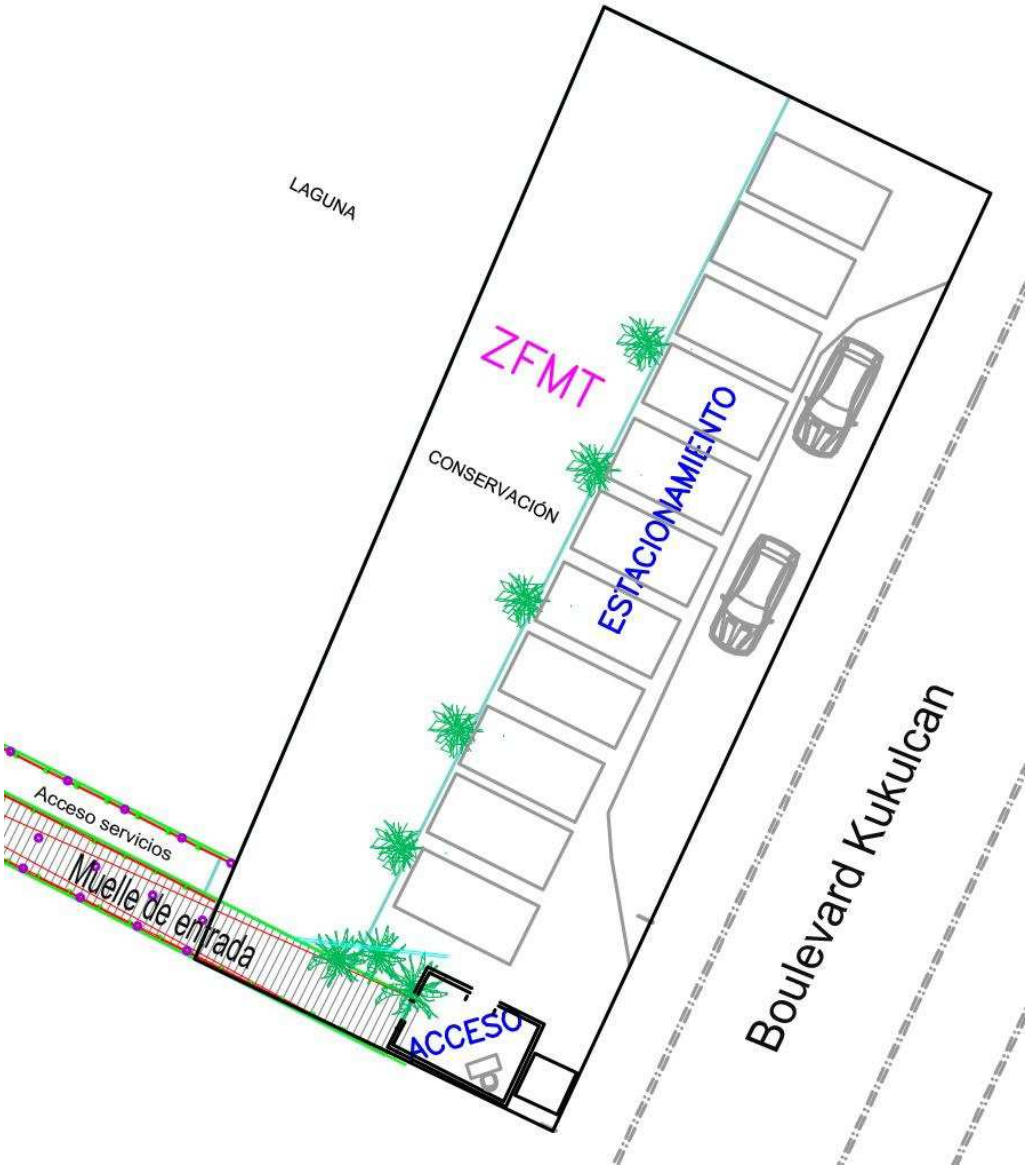


Figura 9. Se presenta el área de estacionamiento, con su motor lobby y acceso.

Muelle de entrada.

Se construirá muelle o pasarela hecha a base de tablones y barandales de madera que conecta el área de servicios con la plataforma de las obras que quedan en la laguna. Esta tendrá un ancho variable de 3.0 m (área de servicios) a 3.80 m (plataforma), un largo de 30.0 m y una pendiente del 8% que baja al nivel de plataforma.

También se construirá un acceso de servicios de madera no techado para el paso del personal, el cual tendrá un ancho de 2.3 m y un largo de 26.0 m (Figura 10).

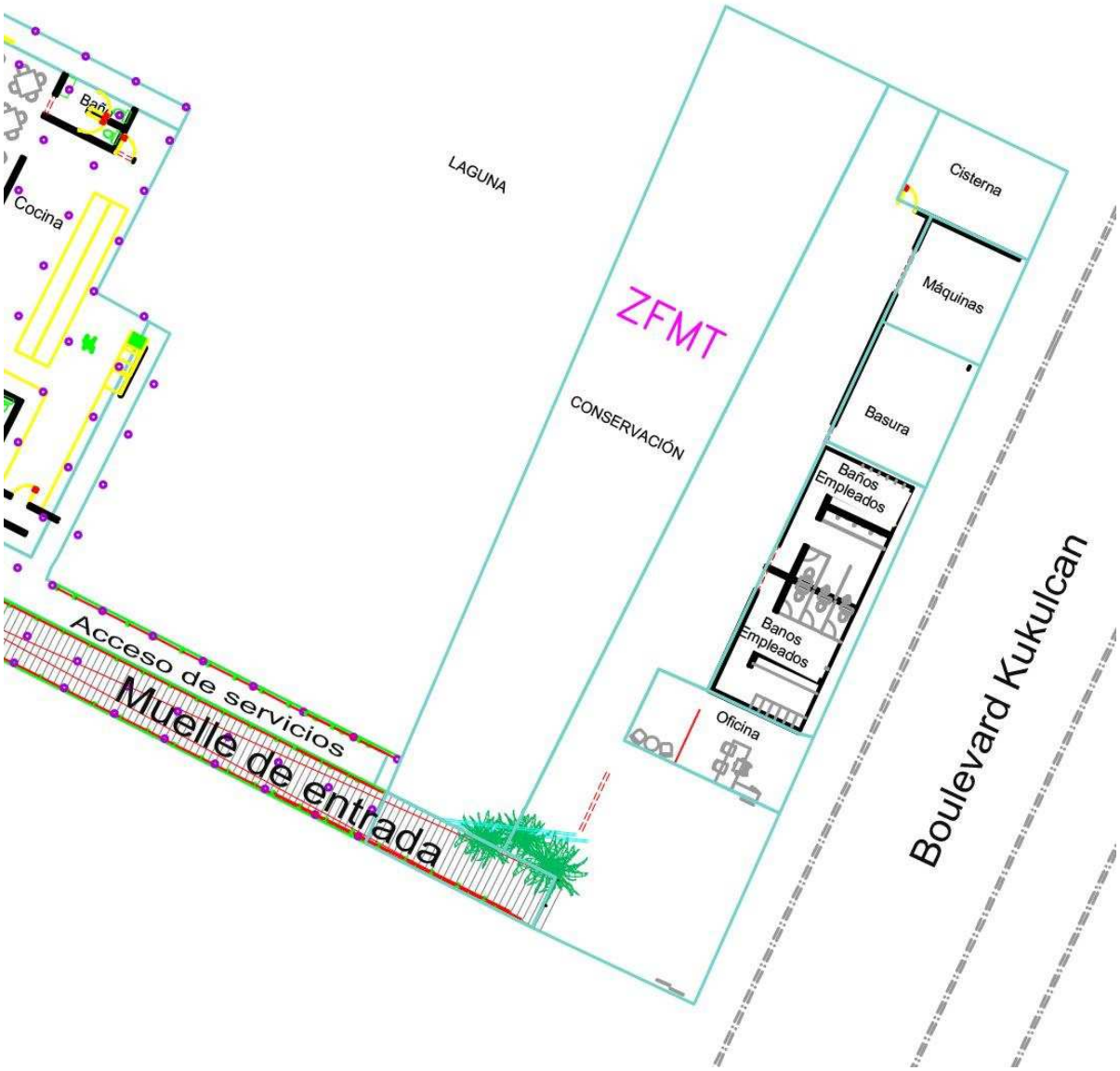


Figura 10. Se presenta el muelle de entrada y pasillo que conecta el área de servicios con la plataforma.

Obras en la laguna

Las obras que quedan en la laguna se construirán sobre una plataforma de madera que quedará a 1.00 m y 1.20 m sobre el nivel de la laguna, esta será construida como un deck sellado y estará sostenida por pilotes. En la plataforma se instalarán los servicios necesarios para el funcionamiento de los restaurantes, bar, terrazas y área de mesas compartidas.

Se instalará un borde de contención para conducir el agua derivada de las actividades de limpieza de las instalaciones, la cual se une con la red interna de drenaje interna, que se conecta al sistema de drenaje municipal.

La plataforma estará sostenida por un total de 383 pilotes y considerando que cada pilote ocupará un área de 0.046 m^2, se desplantará en una superficie total de 17.62 m^2.

Restaurantes, bar, zona de comedor compartido.

Se consideran dos restaurantes de un nivel con una altura de 5.80 m desde el nivel de plataforma. Su estructura será hecha a base de tablones y vigas de madera dura y tendrán techos inclinados en diferentes pendientes.

Cada uno de los restaurantes contará con cocina, área interior de comensales y terraza (Figura 11). En la cocina serán preparados los alimentos, contará con asadores, parrillas, plancha, hornos, anaqueles, mesas de preparación, lavado de loza, refrigeradores y sanitarios. El área interior de comensales y terraza contarán con sillas y mesas.

Habrá un módulo para un bar, que consiste de un área con pergolado con una barra y bancos a su alrededor, tendrá una altura máxima de 3.75 m sobre el nivel de plataforma.

También se considera en la parte central una zona de mesas compartidas para los comensales de los restaurantes y del bar.

Los restaurantes, el bar y el comedor compartido están comunicados por pasillos no techados.

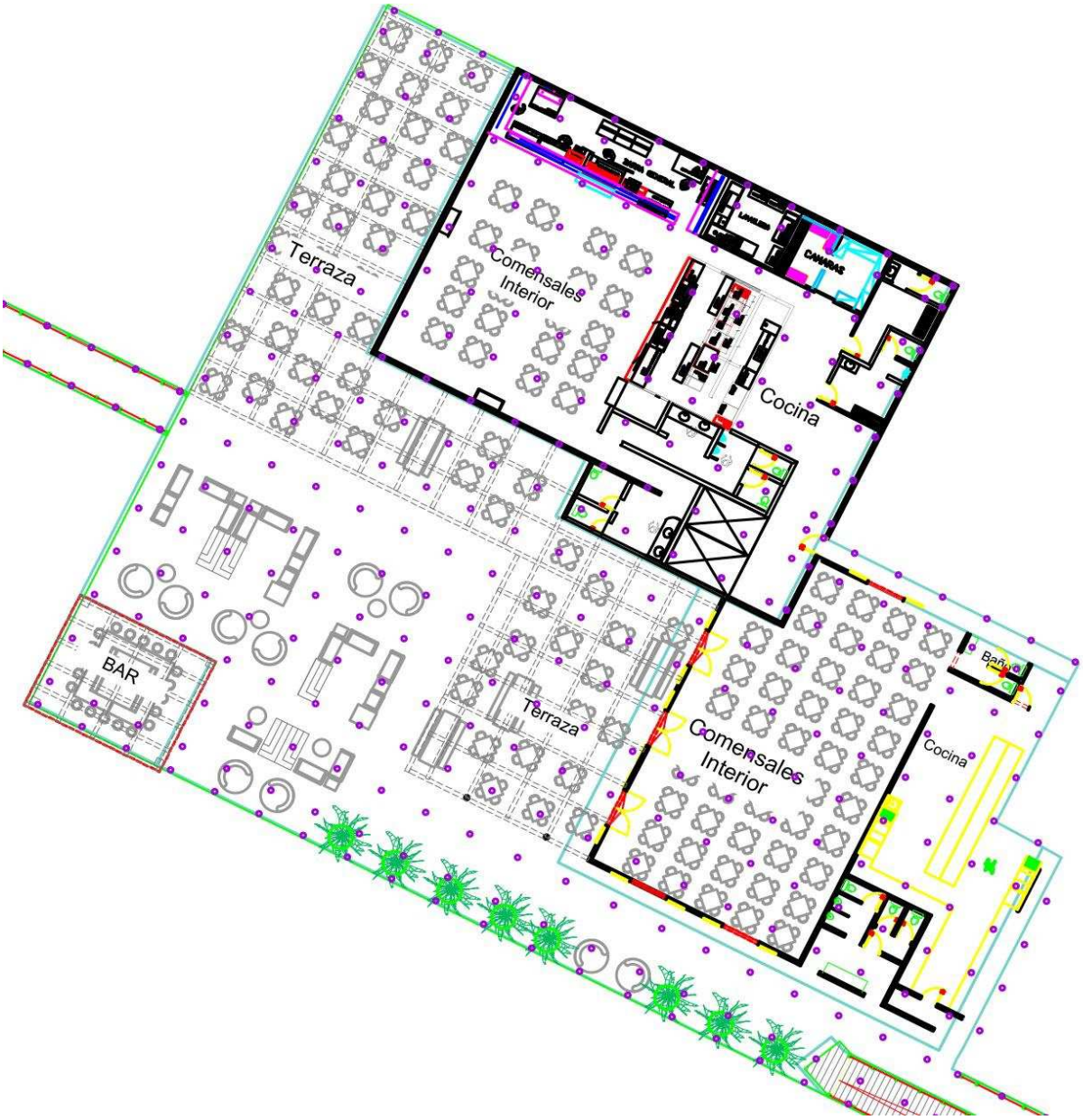


Figura 11. Se muestran los tres restaurantes, el bar y la zona de mesas compartidas.

Muelle para lanchas.

Se contempla un muelle en forma de T con atracaderos o sitios de amarre de lanchas de pequeño calado que contará con una superficie de 90.45 m^2. Este tendrá la misma estructura que la plataforma, es decir, será hecho a base de tablones de madera sostenidos por pilotes. Contará con barandales de madera en la sección que conecta de la plataforma a la zona central del muelle.

Se prevé que lleguen al muelle lanchas de pequeño calado que transiten por la zona, por lo que no se considera un aumento en el flujo de embarcaciones a causa del proyecto.

El muelle estará sostenido por un total de 24 pilotes y considerando que cada uno ocupará un área de 0.046 m^2, se desplantará en una superficie total de 1.10 m^2 (Figura 12).

A continuación se muestra un esquema del muelle y los cortes de las secciones del proyecto.

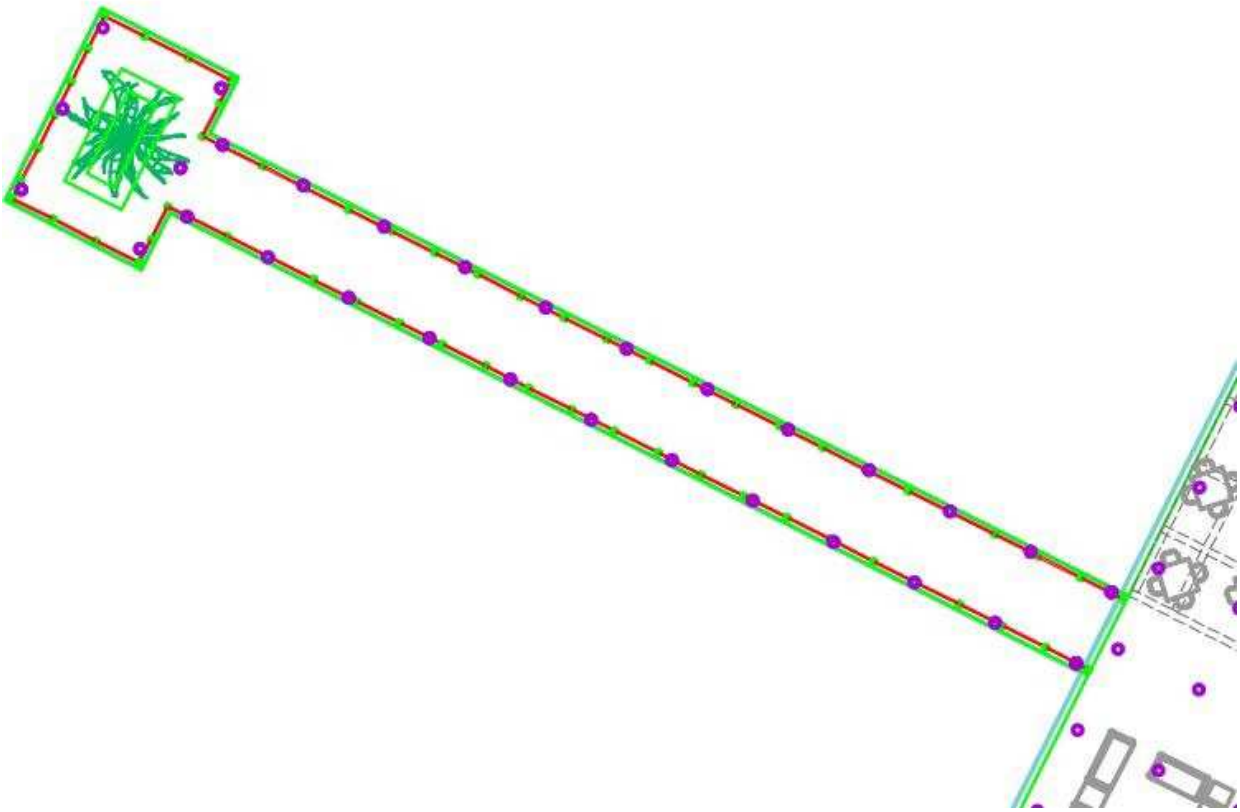


Figura 12. Se presente el diseño del muelle en forma de T que se pretende construir.

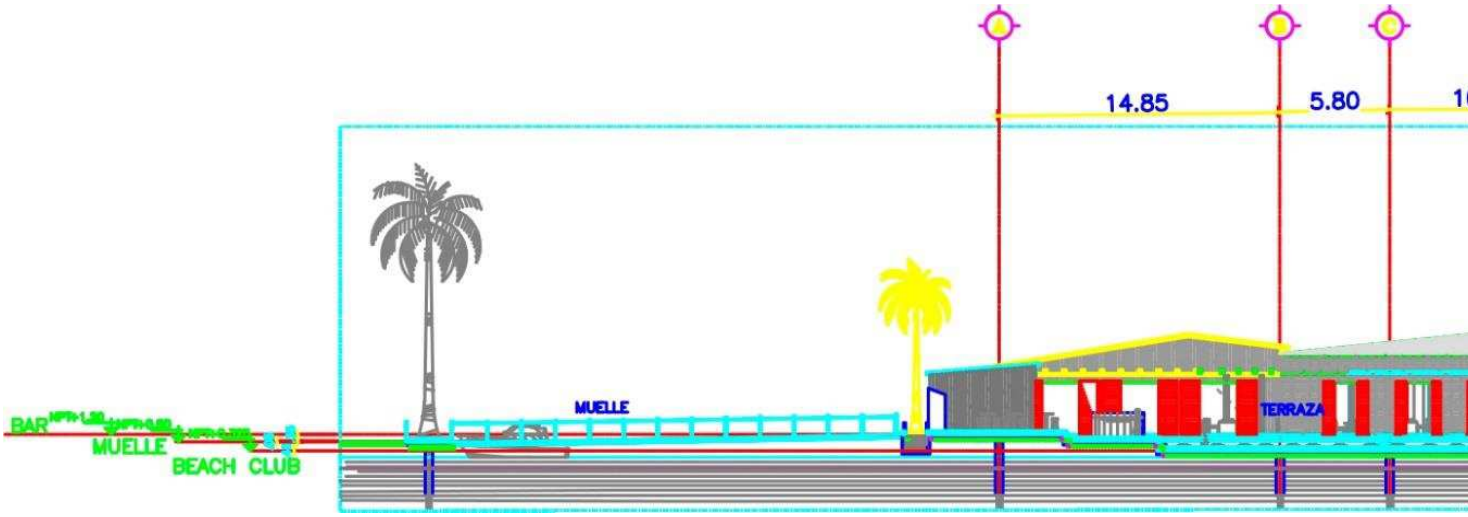


Figura 13. Se presenta un corte del edificio de servicios c

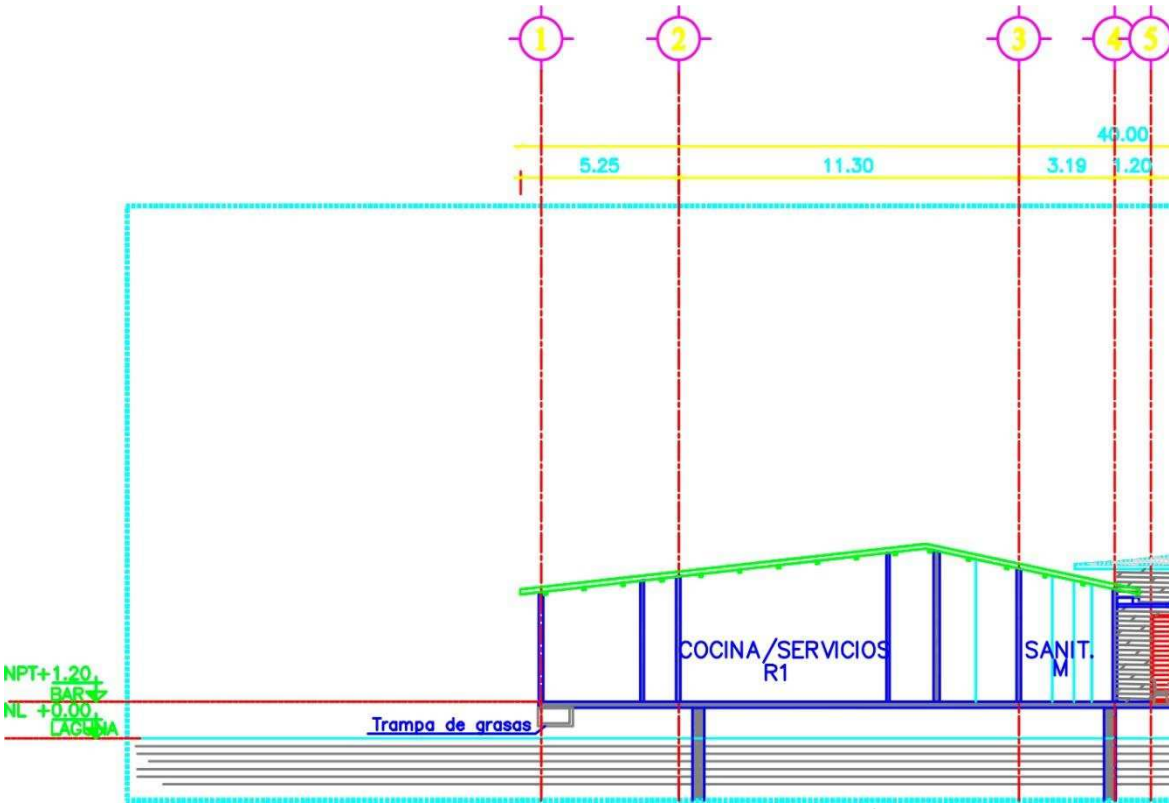


Figura 14. Se presenta un corte de

2.1. SUPERFICIE DE AFECTACIÓN.

La zona federal marítimo terrestre que se pretende ocupar para establecer el proyecto posee vegetación secundaria de matorral costero, vegetación de manglar de borde y un área sin vegetación.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 394.12 m^2 (373.65 m^2 de vegetación de matorral costero, 13.15 m^2 de un área sin vegetación y 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente) de la zona federal marítimo terrestre concesionada. La superficie restante, que corresponde a 256.57 m^2 se destinará como conservación (Cuadro 12).

En la laguna fuera del área concesionada, se ocupará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes que sostendrán la plataforma y el muelle de lanchas. Para ello se removerán 8.52 m^2 de arenales con algas, 1.07 m^2 de arenales y 9.13 m^2 de arenal con pasto.

Cuadro 12. Se indica la superficie de aprovechamiento y conservación en el área concesionada.

Tipos de vegetación y fondo lagunar	Superficie (m^2)	Superficie de aprovechamiento (m^2)	Superficie de conservación (m^2)
Manglar	206.36	0.00	206.36
Claro sin vegetación	23.28	13.15	10.13
Vegetación secundaria derivada de matorral costero	413.73	373.65	40.08
Sin vegetación aparente	7.32	7.32	0.00
Total	**650.69**	**394.12**	**256.57**

Cuadro 13. Se indica la superficie de aprovechamiento en el área del sistema lagunar.

Tipos de fondo lagunar	Superficie de aprovechamiento (m^2)
Arenal	1.07
Arenal con algas	8.52
Arenal con pasto marino	9.13
Total	**18.72**

De acuerdo con lo anterior, se requiere remover una superficie de 373.65 m^2 con vegetación secundaria derivada de matorral costero (Figura 15). Esta actividad está exceptuada de autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo con la fracción I del inciso O del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, ya que se trata de un proyecto turístico comercial donde se removerá una superficie menor a 500.00 m^2 de vegetación, un predio de 650.69 m^2 (menor a 1,000.00 m^2) y que no corresponde a un ecosistema de selva.

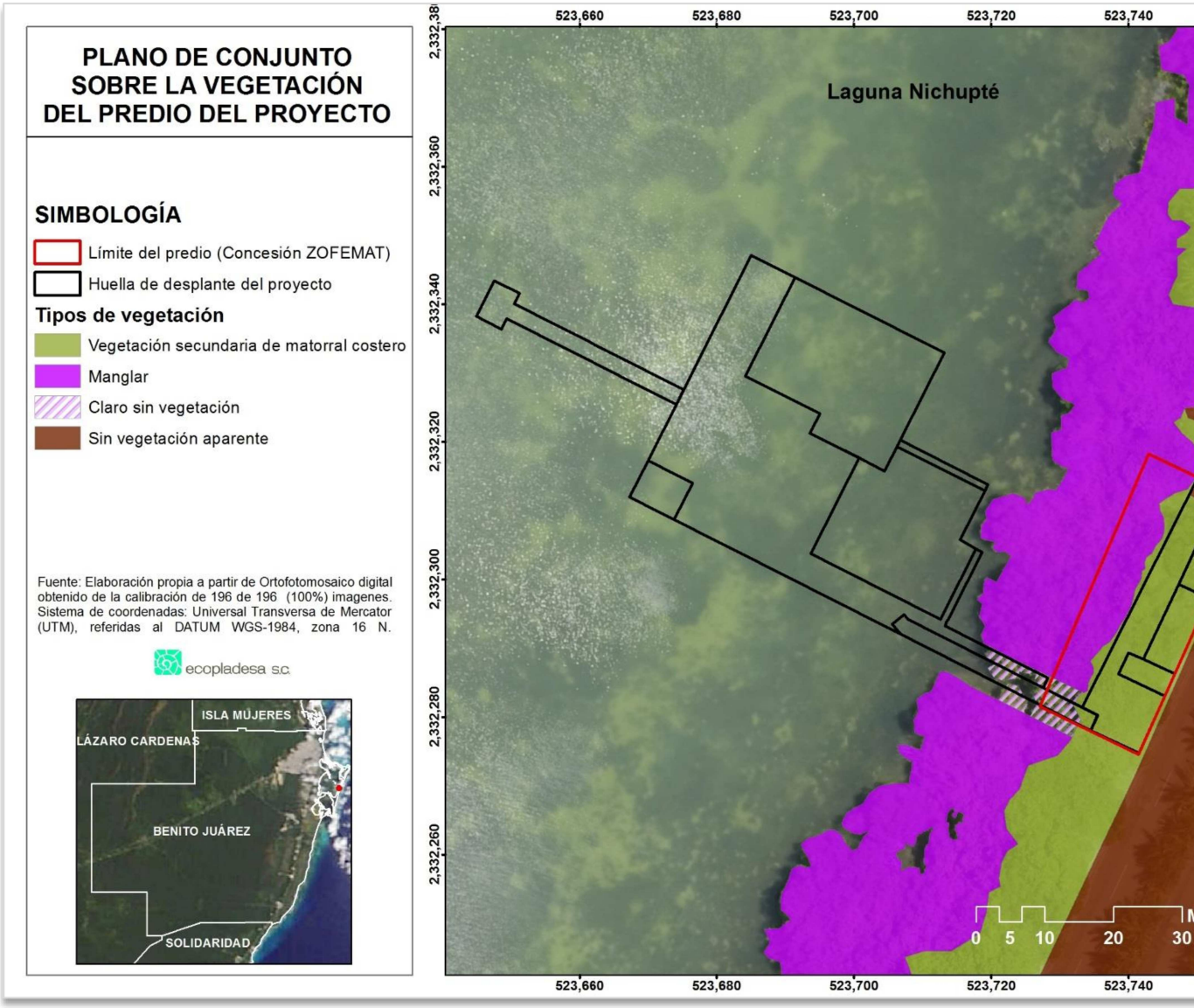


Figura 15. Se presenta el plano de conjunto sobre la vegetación del proyecto, este se desplantará sobre vegeta
costero y en un área sin vegetación en el área concesionada.

Cabe señalar que el muelle de entrada, que conectarán el área de servicios con la plataforma de las obras, se desplantará en un área sin vegetación en la zona concesionada. Mientras que en la parte acuática atravesará claro entre la vegetación de manglar de borde.

En las siguientes imágenes se presenta el área sin vegetación y el claro entre la vegetación de manglar por el que atravesará el muelle de entrada (Figura 16)



Figura 16. Se muestra el área sin vegetación existente y el claro entre la vegetación de manglar de borde por el cual se trazará el muelle de entrada.

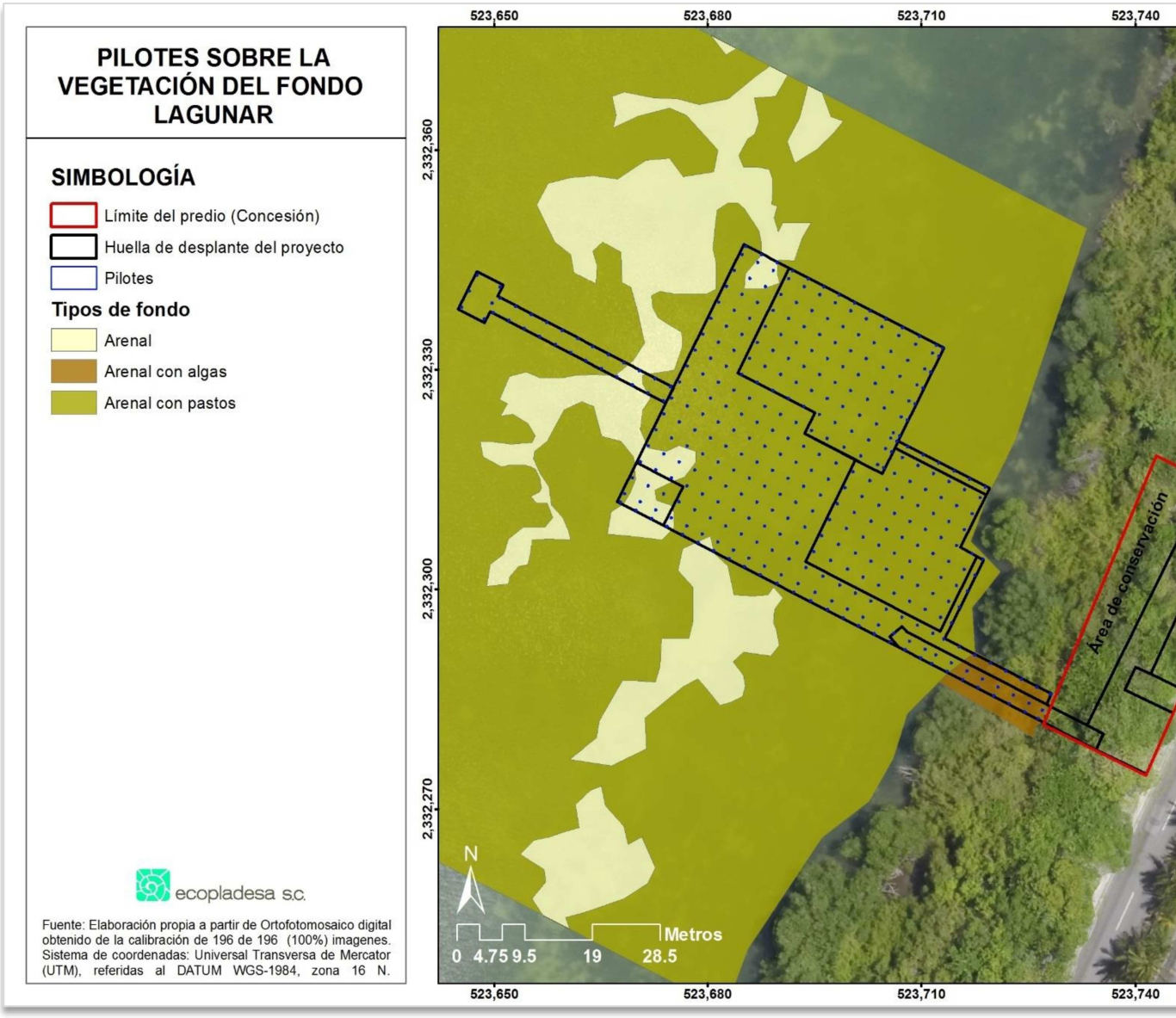


Figura 17. Se presentan los pilotes de las obras sobre el fondo de arenales con pastos marinos, arenales con

2.2. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

El proyecto se contempla construir en un período de tres años. La etapa de preparación del sitio i
hayan obtenido todos los permisos a partir del mes 7 y se procederá con la etapa constructiva que f
A partir del mes 37 iniciará la etapa de operación (Cuadro 14).

Cuadro 14. Programa de Trabajo para las tres etapas del proyecto. Se indican los conceptos y el tiempo en
cada actividad.

Actividades	Tiempo	Años	1		2		3	
		Semestres	1	2	3	4	5	6
Etapa de Preparación y Construcción								
Licencias y permisos								
Rescate de flora y fauna								
Trazo topográfico								
Desmonte								
Edificio de servicios								
Cimentación								
Estructura, albañilería, cancelería y acabados								
Obras en plataforma								
Muelle de entrada								
Estructura de plataforma e hincado de pilotes								
Instalación eléctrica, hidrosanitaria,								
Estructura de restaurantes, bar, terrazas y área de mesas compartidas, cuarto de máquinas.								
Acabados y muebles								
Muelle								
Estructura del muelle								
Jardineras								
Limpieza								
Etapa de Operación y Mantenimiento								

El proceso de consolidación del proyecto tendrá tres etapas:

Etapa de preparación del sitio: En esta etapa se llevarán a cabo las actividades de rescate de flora y fauna, así como la limpieza del sitio y la instalación de obras provisionales y sanitarios portátiles, en la zona concesionada. En el sistema lagunar se realizará la señalización del área de hincado de los pilotes y la colocación de mallas geotextiles.

Etapa de construcción: Consiste en las actividades de excavación, nivelación y construcción del área de servicios con todas sus instalaciones, el hincado de pilotes y la construcción de la estructura del muelle de entrada, plataforma de madera y muelle, se realizarán las instalaciones necesarias para el suministro de servicios y la conformación de jardineras.

Etapa de operación: Esta etapa implica el funcionamiento de los tres restaurantes, el, el bar, terrazas y comedores compartido, el muelle y el área de servicios. En estas áreas se realizará la preparación y consumo de alimentos y bebidas, así como actividades de mantenimiento y limpieza de las instalaciones.

2.3. PREPARACIÓN DEL SITIO.

Actividades de preparación del sitio.

En primera instancia se realizará el rescate de los ejemplares de flora susceptibles de ello, instalando un vivero provisional en la zona concesionada. De la misma forma se realizará el ahuyentamiento de la posible fauna que se registre, y en el caso que proceda se realizará su rescate. Posteriormente, se realizará el trazo topográfico, la limpieza del sitio y desmonte.

El desmonte se realizará utilizando un tractor tipo Cartepillar D6 o similar, auxiliado con métodos manuales y apilando el material vegetal dentro del área de aprovechamiento del proyecto. El material vegetal producto del desmonte será triturado, parte de la cual será utilizado para las jardineras y el resto será llevado donde la autoridad municipal indique.

Se procederá con los trabajos de nivelación para las obras preliminares así como la preparación de las áreas donde se desplantarán las obras proyectadas. Estas actividades serán realizadas bajo el control y supervisión del responsable de obra.

En la laguna, previo a las actividades a realizar en el sitio, se efectuará el rescate de la fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos que se encuentren dentro del área de desplante de los pilotes para el muelle de entrada, la plataforma y el muelle para lanchas al momento de la construcción. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Posteriormente se realizará la delimitación de la zona de trabajo utilizando malla o barrera anti-dispersante o de contención de sedimentos (malla geotextil), con el objeto de evitar la dispersión de sedimentos durante el trabajo de hincado de los pilotes. La colocación

de esta malla se realizará por personal calificado garantizando su verticalidad desde el lecho marino, sujetándola con estacas y una línea de plomos en el fondo hasta 50 cm arriba de la superficie del agua, donde se mantendrá con una línea de boyas.

Las mallas geotextiles deberán estar completas y en buenas condiciones, con lastres para mantenerlas extendidas desde la superficie hasta el fondo. Deben tener boyas flotantes en la superficie amarradas a la malla geotextil coincidiendo con los lastres para que se tensen adecuadamente. Se unirán varias mallas suturando una con otra dependiendo de las medidas que se consigan en el mercado para obtener una malla de las dimensiones requeridas. En el caso fortuito de que la malla llegara a dañarse o romperse, se suspenderán los trabajos de construcción y se procederá a su inmediata reparación.



Figura 18. Se muestra ejemplo de la malla que se utilizará en la construcción del muelle.

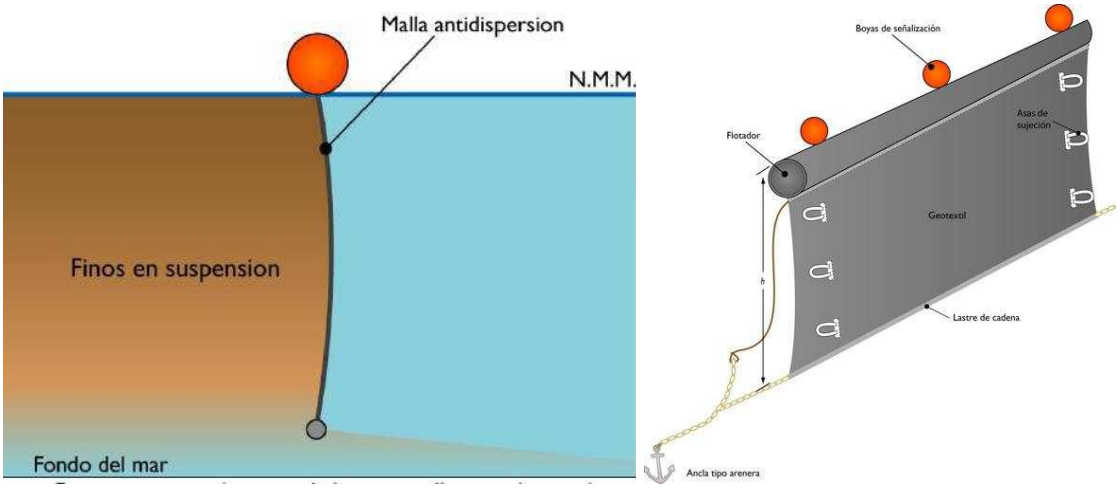


Figura 19. Se muestra la función de las mallas antidispersión para retener los sedimentos.



Figura 20. Se muestra a manera de ejemplo el funcionamiento de la malla antidispersión

2.4. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

Para la construcción de las obras del proyecto, se requiere solamente la siguiente infraestructura provisional:

- Bodega de obra.

  Se instalará dentro del área de aprovechamiento del proyecto en el área concesionada y se construirá utilizando madera o block, con techumbre de lámina de cartón. En esta se dispondrán los materiales de construcción y el equipo que será utilizado en anaqueles.

  La bodega contará con un área adecuada para el manejo de sustancias peligrosas y para el almacenamiento temporal de los posibles residuos peligrosos que se pudieran llegar a generar como parte del proceso constructivo del proyecto.

- Módulos de Sanitarios portátiles.

  Se instalarán sanitarios portátiles a razón de uno por cada veinte trabajadores. Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.

Estos se ubicarán en la plataforma que se construya para el área de servicios para evitar cualquier posible dispersión de residuos y materiales hacia el manglar colindante y laguna. No se contempla la instalación de campamentos, ya que la totalidad de los trabajadores provendrán de la Ciudad de Cancún.

2.5. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

En primera instancia se iniciará con las actividades de nivelación del área de servicios y cimentación, de tal manera que quede un piso para disponer los materiales y se colocará un sardinel con tabique y malla electrosoldada con cubierta plástica en el perímetro que colinda con la laguna para evitar que los materiales y residuos se dispersen hacia la laguna. Se procederá con la construcción de las obras en el sistema lagunar, iniciando con el muelle de entrada, la plataforma y el muelle. Se llevará a cabo de madera gradual y por secciones, de manera que se puedan utilizar las áreas ya construidas para colocar los tablones, largueros y cargadores y el equipo de las que faltan. Posteriormente, al terminar estas obras se realizará el levantamiento de muros, instalaciones y colado de la losa del área de servicios y el estacionamiento.

Muelle de entrada, plataforma y muelle para lanchas en el sistema lagunar.

Para la construcción de la muelle de entrada, la plataforma y el muelle para lanchas se realizará el hincado de pilotes, armado de la estructura mediante el uso pernos galvanizados, colocación de cargadores, largueros y tablones, colocación de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y señalizaciones. Una vez que se finalice con la construcción, de procederá al retiro de malla geotextil, andamios y las señalizaciones de seguridad.

Se utilizarán pilotes de madera dura de la región-zapote (*Manilkara zapota*)- de 12.0 cm de diámetro. Estos serán sembrados en el fondo marino hasta encontrar terreno firme. El hincado será por medio del uso de motobomba, con la cual se inyecta agua a presión al fondo marino para el procedimiento del hincado, se colocan andamios formando un cuadro alrededor de pilote a hincar y por medio polispastos se eleva el pilote para ponerlo en posición. Estos serán hincados entre 3 y 6 m dependiendo del sondeo de subsuelo que se realice. Los pilotes estarán distribuidos a cada 2.40 m de distancia de manera lineal y a cada 2.40 m de manera paralela entre sí.

Muelle de entrada

Para el muelle de entrada se realizará el hincado de los pilotes como se describió previamente y se procederá a la colocación de la estructura utilizando tablones de madera en deck de cumarú de 22mm de espesor x 145 mm de ancho largos variados, tendrán una separación mínima entre sí de 0.5 mm y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados.

Plataforma con restaurantes, bar, cuarto de máquinas y terrazas con mesas compartidas.

Para la plataforma se realizará el hincado de los pilotes y la colocación de cargadores y largueros, que consistirá en fijar adecuadamente a los pilotes la estructura base que servirá para la colocación de la duela principal. Los cargadores de 6”x 8“ tendrán una longitud de 2.40 m. Los largueros de 4” x 8“, tendrán una longitud de 2.40 m a 3.00 m máximo donde lo requiera por diseño y serán distribuidos a un máximo de 45 cm de separación entre ejes. Los cargadores y largueros serán asegurados con pernos

galvanizados (varillas roscadas de ½" con rondana y tuerca en acero inoxidable con un largo de 50 cm). En la parte inferior de la plataforma se colocarán las instalaciones necesarias para conducir el agua residual y el agua potable con sus registros respectivos. Asimismo, se instalarán trampas de grasas en las cocinas de los restaurantes, las cuales quedarán debajo del nivel de plataforma.

Las obras de la plataforma serán hechas a base de vigas estructurales y de pérgolas de madera dura de la región. Tendrán columnas para sostener las pérgolas. Los muros serán de celosía de madera natural y se contempla el uso de tablones de madera con acabado color blanco mate colocados horizontalmente sobre el bastidor de madera dura de la región. Para los techos se utilizará estructura de vigas inclinadas de madera dura de la región y tejas de imitación de cedro compuesto de material 95% reciclado, marca enviroshake de 12 x 20" acabado color cedro.

La cancelería será de aluminio y cristal. Toda la madera natural llevará un tratamiento térmico para asegurar su resistencia al agua, el cuál será completamente ecológico y no provocará ninguna contaminación del agua de la laguna.

Muelle para lanchas

Para la conformación del muelle se realizará el hincado de los pilotes y la colocación de la estructura con tablones y barandales de madera.

Los tablones para el piso del muelle serán de madera en deck de Cumarú de 22mm de espesor x 145mm de ancho, con una longitud de largos variable de 1.20 m hasta 3.66 m cada uno colocados a manera de alfombra sobre la estructura previamente armada con los pilotes, los cargadores y largueros. Los tablones tendrán una separación entre sí de 0.5 mm como máximo y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de (con sistema de grapa lateral y pija Swan secure de 1.5" y en arranques y remates, serán sujetados con pijas cabeza plana de #12 x 2" en acero inoxidable y con clavacote por la parte superior de la misma madera para cubrir la cabeza de la pija.

Ya que se encuentre armado el muelle, y que los sedimentos finos se hayan asentado en el suelo marino, se podrá llevar a cabo el retiro de la malla geotextil.

Edificio de servicios.

Para la construcción del edificio de servicios se realizará la excavación del terreno, y se procederá con las actividades de cimentación. La cimentación será a base de pilotes de concreto. Se realizará la conformación de la estructura con columnas de concreto y muros de tabique recubiertos de piedra natural. Se realizará el aplanado con yeso y acabados con pintura.

Todas las instalaciones en el edificio son de sistema convencional y estándar, tuberías hidrosanitarias y pluviales ocultas en ducto especial de contención y registros en muro, así mismo el sistema eléctrico se encuentra canalizado en un ducto especial para instalaciones conductoras de energía con registros.

Instalación hidráulica. La instalación hidráulica a base de tubería de PVC hidráulico en diámetros de 2", 1"1/2, 1"1/4 y ½" de acuerdo al cálculo realizado para el sistema de agua del edificio.

Instalación sanitaria. La instalación sanitaria será a base de PVC sanitario de 4", 3" y 2"1/2.

Instalación eléctrica. La instalación eléctrica será realizada de acuerdo al cálculo eléctrico del ingeniero eléctrico responsable de los trabajos de la construcción y de acuerdo a las normas de C.F.E, los calibres de cable conductor de cobre son los requeridos para el funcionamiento del edificio, marca IUSA. Cada área tiene una distribución de carga eléctrica con los circuitos necesarios contenidos en un tablero metálico.

Jardineras.

Se conformarán las jardineras con plantas de ornato para exteriores y flora nativa.

Instalaciones

Todas las instalaciones tendrán su acometida o conexión inicial en el nivel de calle (Boulevard Kukulcán), y se conectarán a la plataforma principal por medio de del muelle de entrada (en su parte inferior), permitiendo que todas las instalaciones tengan un fácil mantenimiento en este punto.

La instalación hidráulica tendrá conexión con el suministro de agua potable del municipio, toda la instalación será de PVC reforzado, cuidando cada una de las juntas y conexiones para garantizar que no existan escurrimientos. Se suministrará el agua hasta la plataforma por medio de una bomba con hidroneumático que estará ubicada dentro del cuarto de máquinas hidráulico en terreno firme.

La instalación sanitaria también se conectará al drenaje municipal y tendrá un registro para muestreo en el punto de conexión a la red municipal. De igual manera, la instalación será de PVC reforzado, cuidando cada una de las juntas y conexiones para garantizar que no existan escurrimientos. Contará con registros a lo largo de la plataforma para su correcto mantenimiento.

2.5.1 Materiales de construcción a utilizar.

Los materiales requeridos para la construcción del proyecto se muestran en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Materiales necesarios para todas las obras del proyecto.

Materiales	Cantidad	Unidad
Alambrón	800.76	kg
Alambre recocido	145.13	Kg
Varilla de acero	2.72	Ton
Clavos	85.10	Kg
Cemento blanco	0.5	Ton
Polvo de piedra	4.53	m^3
Grava	2.33	m^3
Agua (pipas)	60.0	m^3
Tabiques	300	Pza.
Vigueta de concreto	25.35	ml
Concreto Premezclado	145.14	m^3
Material Sascab	15.77	m^3
Pilotes de madera dura de la región	466	Pza.
Columnas de pérgolas de madera dura	3	Pza.
Columna redonda de madera	20	Pza.
Viga de 10x5 de madera	50	Pza.
Viga de 140x140	50	Pza.
Viga de pérgola de 10x20	30	Pza.
Viga de pérgola de 20x20	30	Pza.
Celosía de madera natural	50	Pza.
Muros y tablones de madera	350	Pza.
Tejas de imitación de cedro	800	Pza.
Bastidor de madera	20	Pza.
Deck de madera cumarú	150	Pza.
Barandales de madera natural	94	Pza.
Tubos de PVC	400.00	m
Conectores	20	Pza.
Registros	10	Pza.
Abrazaderas	20	Pza.
Cable de cobre	400.0	m

2.5.2 Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción.

Para la construcción de la totalidad de las obras, se requerirá la contratación de alrededor de 84 trabajadores. La mano de obra será contratada en la Ciudad de Cancún. El número de personas por cada concepto de obra se presenta en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Personal requerido para la construcción de las obras.

Oficio	No. Personas
Preliminares	3
Topografía	2
Cimentación	4
Albañilería	9
Estructura de plataforma y muelle	20
Estructura de restaurantes, bar cuarto de máquinas	20
Instalaciones	8
Acabados	12
Otros	6
Total	84

2.5.3 Requerimientos de equipo.

Durante las actividades del proyecto, se requerirá maquinaria y equipo como, retroexcavadora, revolvedora, motobombas, motosierras, etc. El equipo requerido durante la construcción se enlista en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Equipo requerido para la construcción de las obras.

Equipo	Cantidad
Equipo manual de Topografía	1
Revolvedora	1
Retroexcavadora	1
Camioneta pick-up permanente varios usos	1
Camión “olla” para vaciar concreto	3
Camión trasportista de materiales de construcción	1
Motobombas	3
Taladros	20
Motosierras	5
Poleas, cuerdas y cadenas para el hincado de los pilotes	10
Andamios	5

2.6. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Esta etapa contempla la operación de los restaurantes, el bar, terrazas y comedor compartido, así como el área de servicios, estacionamiento y muelle que implican la preparación y consumo de alimentos y bebidas, generación de residuos, así como actividades de mantenimiento y limpieza de las instalaciones.

Durante la operación del proyecto, la promovente será responsable de las actividades de mantenimiento de las instalaciones y del manejo de los residuos que se generen.

Las actividades de mantenimiento que se realizarán en la etapa de operación incluyen las revisiones periódicas de equipos, máquinas e instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias, y su estado en general.

Las actividades de mantenimiento para las instalaciones, consistirán en:

- Verificación periódica de instalaciones, máquinas y equipo.
- Actividades de pintura en área de servicios.
- Cambio de los tablones de la estructura de la plataforma, muelle de entrada, muelle para lanchas y acceso de servicios.
- Si alguna instalación sufriera daño se realizarán las acciones de mantenimiento en ese momento.
- Se realizará la limpieza de todas las instalaciones.

Por otra parte, la empresa promovente colocará la señalización y equipo que le indique el personal de protección civil del Municipio Benito Juárez, se realizará la capacitación del personal, y se colocará el equipamiento necesario para garantizar la seguridad del personal y los comensales.

2.7. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

El proyecto no contempla obras asociadas.

2.8. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Una vez que concluya la vida útil del proyecto o se decida abandonarlo, se llevarán a cabo las gestiones ante la autoridad para realizar la restauración del sitio.

2.9. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se contempla la utilización de explosivos.

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

2.10.1. Acciones de Manejo y Control de Residuos:

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Se realizará una separación de residuos sólidos urbanos de acuerdo a su naturaleza.

Estrategias.

- *Desechos orgánicos (Restos de comida).* Los residuos vegetales generados por el despalme y el desmonte, se deberán picar y/o triturar para poder ser utilizados en las jardineras. El material triturado que no se utilice será trasladado al sitio que la autoridad municipal indique. Los residuos orgánicos derivados del consumo de

alimentos por parte de los trabajadores serán colectados en un contenedor debidamente etiquetado para su posterior traslado al relleno sanitario.

- *Desechos inorgánicos.* Los residuos sólidos como empaque de cartón, padecería de PVC, sobrantes de madera, susceptibles de reutilización, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje. Los residuos inorgánicos que no sean susceptibles de reciclaje serán colectados en un contenedor debidamente etiquetado para su posterior traslado al relleno sanitario.

- *Destino final de los residuos sólidos.* Los residuos sólidos deberán separarse de acuerdo con su tipo en orgánicos e inorgánicos en recipientes debidamente etiquetados. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje cartón, vidrio y plástico, deberán separarse y entregarse a una empresa que se encarga de su reciclaje o al Municipio, mientras los que no lo sean se trasladarán al relleno sanitario.

- *Señalización.* Es importante durante estas etapas llevar a cabo un programa de señalización, para lo cual se deberán colocar letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos, los cuales se colocarán en el área concesionada. Dichos letreros deberán ser del tipo informativo y en los cuales se destacarán los siguientes aspectos:

    - No depositar residuos sobre la vegetación aledaña ni en la laguna, ya que pueden ser dispersados por el viento.
    - No dejar en el sitio del proyecto los residuos sólidos generados durante la obra.
    - Los recipientes deberán estar perfectamente identificados con letreros para contribuir a la correcta disposición de los desechos de acuerdo con su naturaleza.

Etapa de Operación.

Durante la etapa de operación, la administración a cargo de las obras del proyecto implementará las medidas y estrategias para asegurar un adecuado manejo y disposición de los residuos que se generen.

En los restaurantes, el bar, terrazas y mesas compartidas y en el área de servicios se promoverá entre el personal la reducción, reúso y reciclado de los residuos, pretendiendo con esto, además de la reducción en los volúmenes que se generen, lograr un manejo eficiente de los recursos.

<u>Acción.</u>

Se contará con contenedores en todas las áreas, para colectar los residuos generados por los usuarios. Dichos residuos serán almacenados temporalmente en una cámara de basura ubicada en el área de servicios, y serán manejados de la siguiente forma:

- ✓ Los residuos orgánicos derivados de las cocinas de los restaurantes, en el bar y terrazas serán separados y almacenados en el cuarto de basura y posteriormente serán entregados al servicio de limpia del municipio, quien se encargará de su traslado al relleno sanitario.

- ✓ Los residuos inorgánicos que no son susceptibles de reciclaje serán entregados al servicio de limpia del municipio, quien se encargará de su traslado al relleno sanitario.

- ✓ Los residuos susceptibles de reciclaje como cartón, papel, plásticos, aluminio, PET, metales y vidrio, serán separados en un sitio de acuerdo con su tipo, y periódicamente serán entregados a una empresa encargada de su reciclaje o en el Programa Recliclatón que organiza el municipio.

RESIDUOS LÍQUIDOS

Etapa de preparación del sitio y construcción.

Estrategias.

- *Sanitarios:* Durante la construcción de las obras se emplearán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Los sanitarios deberán estar debidamente señalizados y se deberá promover su uso adecuado.

- *Limpieza de los sanitarios:* Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, que extraerá y trasladará el agua residual a la planta de tratamiento más cercana.

Etapa de Operación

- Aguas residuales. Las aguas residuales derivadas de la operación de las obras serán conducidas a través de la red de drenaje interna ubicada en la plataforma, que se conectará al área de servicios, y a su vez a la red de drenaje municipal.

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Etapa de preparación del sitio y construcción.

Estrategias.

- *Escombro y pedacería:* Durante la construcción de las obras, el escombro y pedacería que se generen serán trasladados al sitio de disposición final que indique la autoridad municipal.

Etapa de Operación

Durante la etapa de operación se espera generar residuos de manejo especial como aceite vegetal usado, residuos de las trampas de grasa, pilas y cartuchos de tóner.

- Aceite vegetal usado. El aceite vegetal se almacenará en tambos y se entregará periódicamente a una empresa encargada de su procesamiento para generar diesel.

- Residuos provenientes de las trampas de grasa. Los residuos provenientes de las trampas de grasa se extraerán periódicamente por una empresa autorizada en su manejo.

- Pilas alcalinas. Las pilas alcalinas se almacenarán en tambos ubicados en la oficina, y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y/o se entregarán al Municipio a través de su programa Reciclatón.

- Cartuchos de tóner. Se almacenarán en tambos ubicados en la oficina, y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y/o se entregarán al Municipio a través de su programa Reciclatón.

SUSTANCIAS PELIGROSAS Y RESIDUOS PELIGROSOS

Etapa de preparación del sitio y construcción

Durante estas etapas se utilizarán sustancias peligrosas, por lo que a continuación se describen algunas estrategias para su manejo:

- Las sustancias peligrosas que se utilicen deben estar en contenedores cerrados herméticamente que cuenten con tapa, y leyendas que indiquen el tipo de sustancia que contienen.

- Se deberá contar con cubetas, cartones o recipientes que contengan los derrames de grasas, aceites e hidrocarburos provenientes de las máquinas que se utilicen durante la construcción del proyecto, para evitar la contaminación al suelo o agua.

- Se prevé generar residuos peligrosos derivados del empleo de sustancias peligrosas, como estopas impregnadas de solventes, envases de pegamento de PVC, envases de pintura, etc.

- Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, serán almacenados en un sitio habilitado para tal fin para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.

Etapa de operación

Durante la operación de las obras, se espera generar residuos peligrosos durante las actividades de mantenimiento de las instalaciones.

Los residuos peligrosos se recolectarán en contenedores específicos y serán entregados a una empresa autorizada para su manejo.

2.10.2. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

El proyecto contará con los recipientes necesarios para colectar los residuos y sitios para el almacenamiento temporal de los mismos:

- ✓ Recipientes para la colecta de los residuos que se generan en cada área. En las cocinas de los restaurantes, en el bar y en el comedor del área de servicios se contará con tambos diferenciados para separar los residuos orgánicos e inorgánicos y los residuos reciclables.
- ✓ En los cuartos de máquinas, oficina y sanitarios, se colocarán contenedores para disponer los residuos, y posteriormente, serán separados por el personal de acuerdo con su tipo.
- ✓ Cuarto de basura. Se contará con un cuarto para basura para almacenar los residuos que se generen.
- ✓ En el área de servicios se habilitará un área donde se coloquen los bidones que almacenen aceite vegetal.
- ✓ Los residuos susceptibles de reciclaje como aluminio, plásticos, cartón, papel y vidrio serán separados para su posterior entrega a una empresa encargada de su reciclaje y/o al Municipio.
- ✓ Se contará con contenedores para disponer los residuos de manejo especial que se generen.
- ✓ Se contará con contenedores en el cuarto de máquinas del área de servicios para disponer los residuos peligrosos que se pudieran generar, para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.

CAPÍTULO III
VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL, Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO

ÍNDICE

1. UBICACIÓN DEL PREDIO. 3
2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO. 4
2.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL. 4
2.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 4
2.1.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 6
2.2. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE CANCÚN. 8
2.3. MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 9
2.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE 47
2.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 49
2.5.1. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 49
2.5.2. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003. 54
3. ARTÍCULO 60 TER DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (ADICIONADO MEDIANTE ACUERDO PUBLICADO EL 1 DE FEBRERO DE 2007 EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN), Y LA NOM-022-SEMARNAT-2003 (PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 10 DE ABRIL DE 2003, Y SU ACUERDO ADICIONADO EN EL D.O.F. EL 7 DE MAYO DE 2004). 54
3.1. DESCRIPCIÓN DEL MANGLAR DE BORDE UBICADO EN EL BORDE LAGUNAR Y SUS CONDICIONES AMBIENTALES. 56
3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 83
3.3. SITIOS RAMSAR. 84
3.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL*. 2000). 88
3.4.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias. 88
3.4.2. Regiones Marinas Prioritarias. 93

1. UBICACIÓN DEL PREDIO.

El proyecto “Barrio del Mar” se pretende establecer en la zona federal marítimo terrestre ubicada en el Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán, Sistema Lagunar Nichupté, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez en el Estado de Quintana Roo y cuenta con una superficie total de 650.69 m^2 (Figura 1).

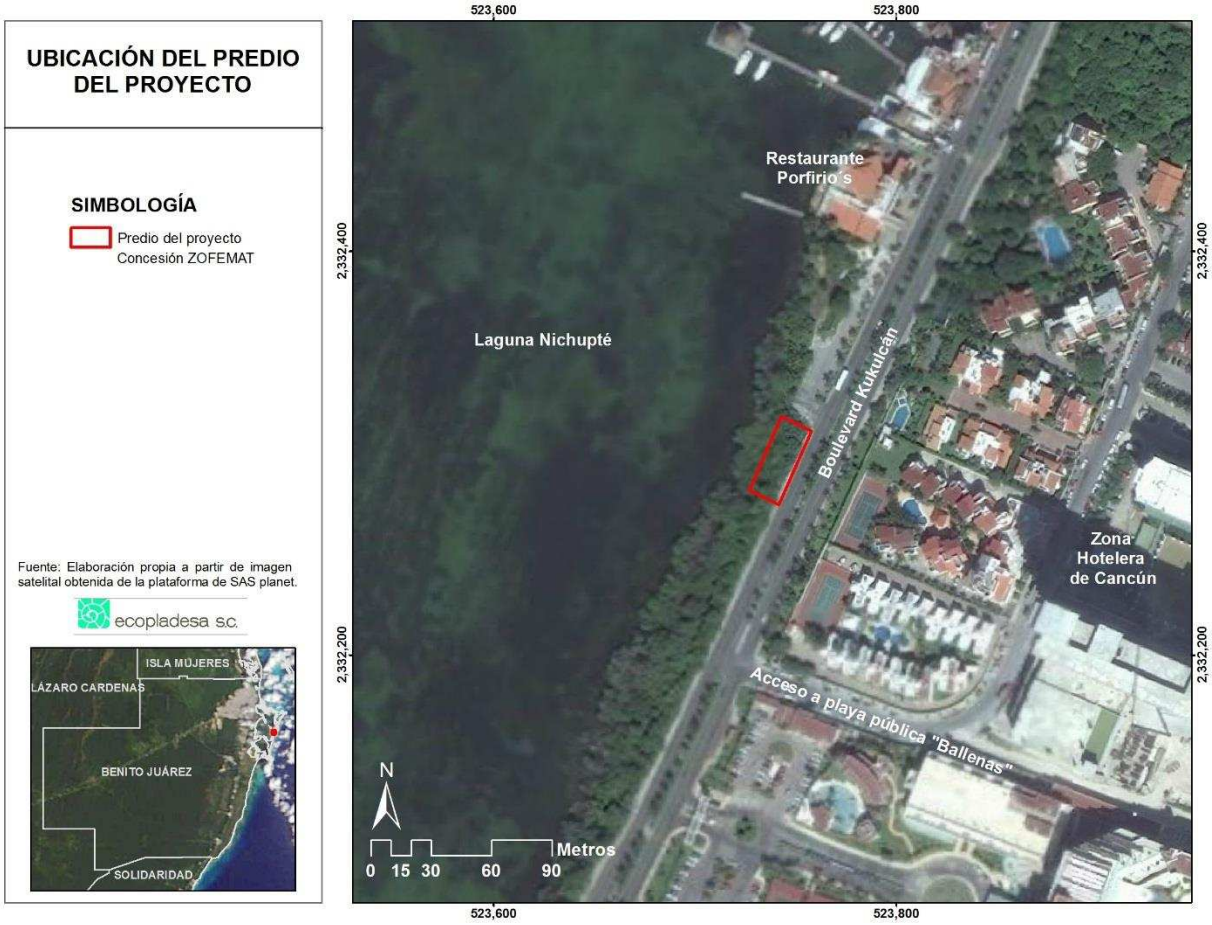


Figura 1. Localización regional y local del proyecto. El área concesionada se ubica en el Km en el Km 14+264.50 y 14+304.50 del Boulevard Kukulkán en la Zona Hotelera, Ciudad de Cancún.

2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

El proyecto "Barrio del Mar" se establecerá en la zona federal marítimo terrestre de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, por lo que se ubica en un ambiente costero y le son aplicables diversos preceptos legales contenidos en la LGEEPA, en su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en la Ley General de Vida Silvestre, así como en los instrumentos de ordenamiento y desarrollo urbano entre los cuales se encuentra la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de vinculación del proyecto Barrio del Mar con los instrumentos normativos que le corresponden.

2.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

Las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto se pretenden realizar en la zona federal marítimo terrestre que fue concesionada y en el área marina, por lo que se podría causar impactos sobre los recursos naturales.

Tomando en cuenta lo anterior, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto "**Barrio del Mar"** 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 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

De acuerdo con lo establecido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28, fracciones I,IX y X; y en el Artículo 5° incisos, A), Q) y R del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental; los muelles, los desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros y las obras y actividades en lagunas, deberán ser sometidos al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental ante la autoridad ambiental competente.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación se transcriben literalmente las disposiciones legales aplicables al mismo.

2.1.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

*"**Artículo 5**.- Son Facultades de la Federación:*

…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…"

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

I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos
IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales,

*"**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 contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

*"**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.***

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.

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

*"**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..."

*"**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:*

A) Hidráulicas III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de

represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;

Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.

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

*"**Artículo 49**.- Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas*.

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto y su operación, es importante manifestar que éste cumplirá con los preceptos legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La Manifestación del proyecto Barrio del Mar, de acuerdo con el ***Artículo 11*** del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, es de modalidad Particular, ya que:

- No se trata de obras de parques industriales, acuícolas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas.

- No se afectará ningún tipo de región ecológica y,

- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional a desarrollar, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En relación con la fracción VII del artículo 28 de la LGEEPA, y el inciso O del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, que están relacionadas con el cambio de uso de suelo de áreas forestales, el proyecto no requiere autorización en materia de cambio de uso de suelo de áreas forestales, en virtud de que cumple con el supuesto de excepción de la fracción I del inciso O del artículo 5 del Reglamento, que establece lo siguiente:

*"**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:*

O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de

comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

De acuerdo con lo anterior, y considerando que el proyecto es de tipo turístico comercial, se ubica en un predio de 650.69 m^2 (menor a 1,000.00 m^2) y que se pretende remover una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, lo cual es menor a 500.00 m^2, queda exceptuado de autorización en materia de cambio de uso de suelo de áreas forestales.

2.2. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE CANCÚN.

El día 16 de octubre de 2014 fue publicado el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, en el Tomo III, No. 91 Bis, Octava Época, de acuerdo con el cual el predio corresponde a concesión de zona federal marítimo terrestre (Figura 2).

La empresa Jar Estate Corp, S.A. de C.V. cuenta con concesión de zona federal marítimo terrestre, para usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre, y para la construcción de un restaurante y áreas de servicios en una superficie de 332.90 m^2 conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003.

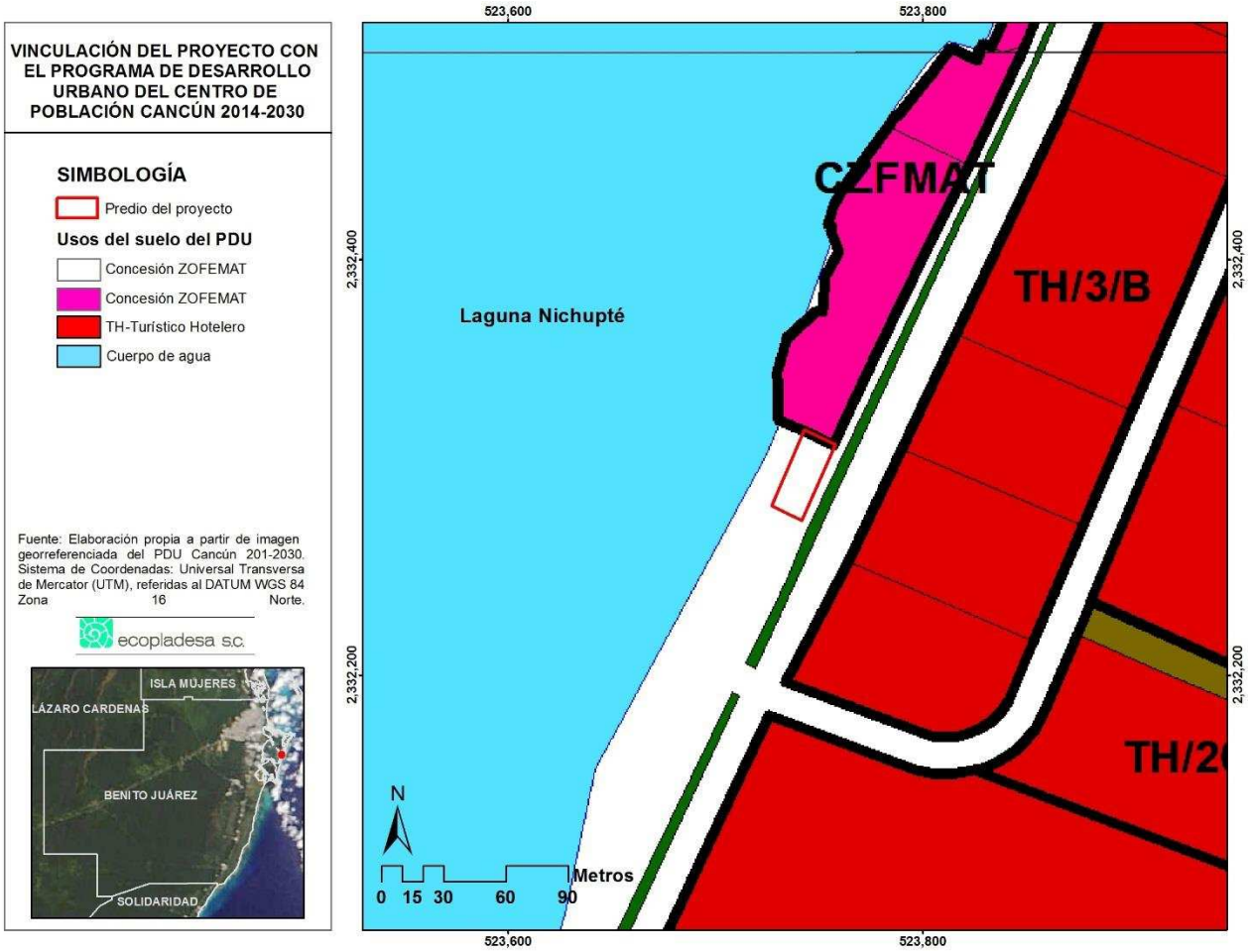


Figura 2. Se muestra la ubicación del predio en el PDU de la Ciudad de Cancún.

2.3. MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

De acuerdo con la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 27 de febrero de 2014, el predio de interés se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 21, Zona Urbana de Cancún y tiene asignada una Política de Aprovechamiento Sustentable, estando sujeto el aprovechamiento del predio a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, que en este caso es el Programa del Centro de Población de Cancún del 2014. Las obras que quedan en el área lagunar se ubican en la UGA 25, Sistema Lagunar Nichupté, que tiene asignada una política de Conservación (Figura 3).

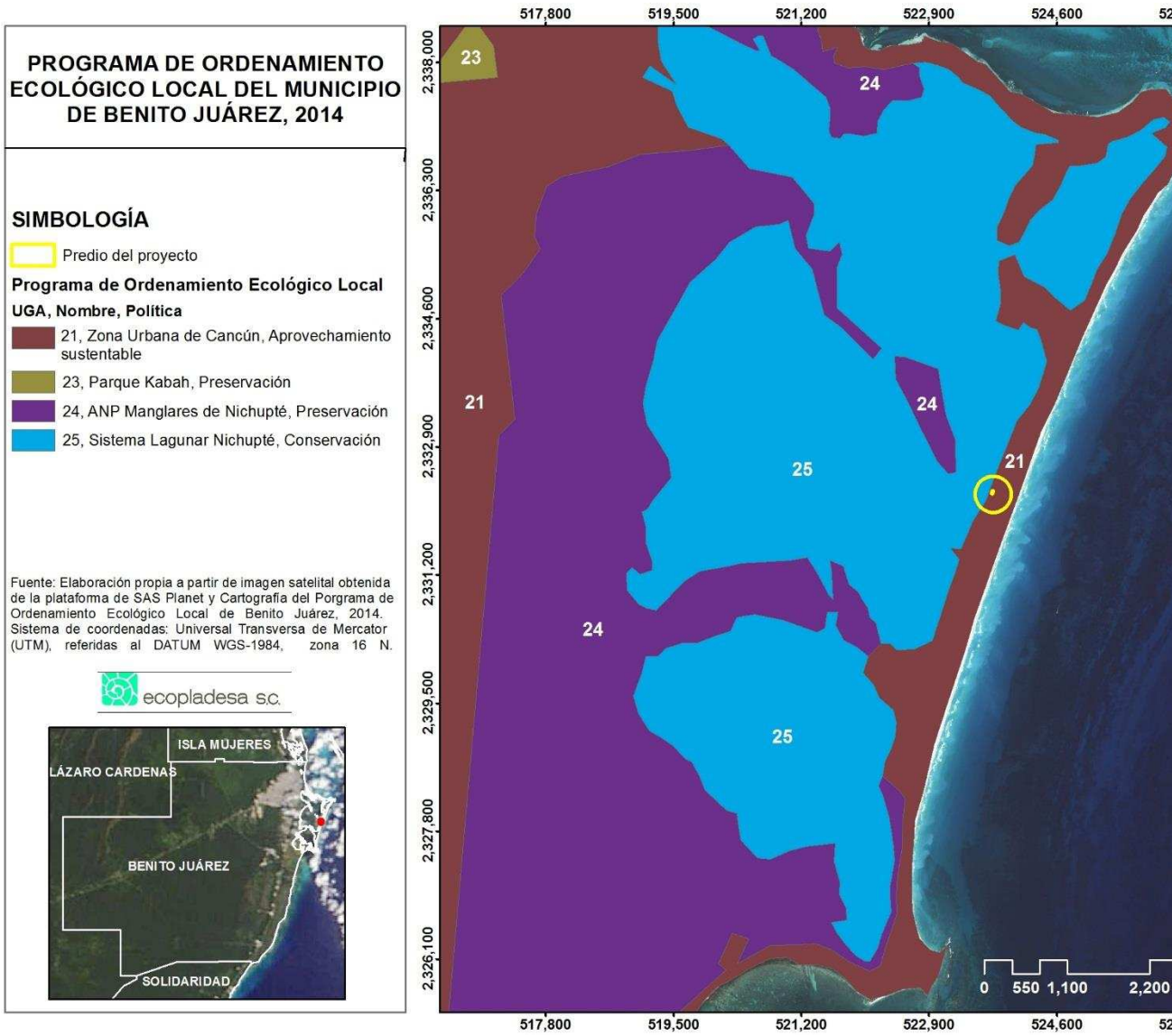


Figura 3. Ubicación del predio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio d

Cuadro 1. Unidad de gestión ambiental 21 dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental	**21**
Superficie: **34,937.17 m²**	**Política ambiental** Aprovechamiento Sustentable
% UGA que posee vegetación en buen estado de conservación 10.92 %	% UGA con importancia para la recarga del acuífero 56.54 %
Objetivo de la UGA: Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de sus límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.	
Problemática general: Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares, expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población , presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos, incremento en la incidencia y de incendios forestales; carencia de servicios de recolección y disposición final de los residuos sólidos urbanos, incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental, necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún, cambios de uso de suelo no autorizados.	
Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes): Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 Km, en su mayoría caminos pavimentados.	
Lineamientos ecológicos: • Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70 % de acuerdo con los plazos establecidos del programa de desarrollo urbano de la Ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales. • Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos urbanos de la localidad.	
Recursos y Procesos prioritarios. Suelo, Cobertura vegetal	
Parámetros aprovechamiento: • Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.	
Usos compatibles: Los que establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	
Usos incompatibles:	

Unidad de gestión ambiental	21
Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	

Cuadro 2. Criterios Ecológicos aplicables a la UGA 21.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Agua	URB	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17
Suelo y subsuelo		19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29
Flora y Fauna		30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41
Paisaje		43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Cuadro 3. Unidad de gestión ambiental 25 dentro de la cual quedan obras en el sistema lagunar.

Unidad de gestión ambiental	25
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 del 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 graminoides	0.03	0.01
	TOTAL	4,042.58	100.00

% 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 importantes en esta UGA (habitantes):

Aunque por ser cuerpo lagunar no presenta población no 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

Unidad de gestión ambiental	25
Superficie: **4,042.58 Ha**	**Política ambiental** Conservación
paisaje hasta los recorridos lagunares y hasta la construcción sobre el cuerpo de agua utilizando pilote.	
Recursos y Procesos prioritarios. Cuerpo de Agua, Biodiversidad y Paisaje	
Regulaciones: Se remite a la competencia federal por mandato constitucional (artículo 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 del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, de conformidad con la Constitución Local (Art. 128).	

Para la UGA 25 no se establecen criterios y se indica que su regulación es de competencia federal, por lo que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Los criterios ecológicos de aplicación general, son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

A continuación se enlistan los criterios de regulación ecológica de carácter general y describe la forma en el desarrollo del proyecto dará cumplimiento a cada uno de estos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cumplimiento del proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación general establecidos.

Clave	Criterio	Cumplimiento
CG-01	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 preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En caso de detección de plagas en las jardineras que se proponen solo se utilizarán fertilizantes y productos que estén publicados en el catálogo de la CICOPLAFEST, con el fin de dar cumplimiento a este criterio.
CG-02	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,	En el proyecto no se prevé utilizar agroquímicos.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	
CG-03	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.	El proyecto se desplantará en el área concesionada sobre 365.73 m^2 de vegetación secundaria de matorral costero, cuyo desarrollo se dio como resultado de un efecto de borde que provocó la construcción del Blvd. Kukulkán, favoreciendo la propagación de ejemplares de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*). Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un un claro sin vegetación y 7.32 m^2 de un área sin vegetación aparente en el área concesionada. Se dejará como conservación una superficie de 256.57 m^2 de la zona federal marítimo terrestre concesionada. La superficie que se dejará como conservación posee vegetación de manglar de borde con ejemplares de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), así como áreas con vegetación secundaria de matorral costero, y solo posee un área de 10.13 m^2 de áreas sin vegetación. Sin embargo, se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en el borde que colinda con la laguna, empleando especies resistentes a la inundación. De esta manera el área sin vegetación será cubierta. En la laguna se ocupará una superficie de 18.72 m^2, que corresponde al área ocupada por los pilotes que sostendrán la plataforma, el muelle de lanchas y el muelle de entrada. Se desplantarán los pilotes sobre arenales con pastos y algas y en arenales.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del	En el proyecto no contempla drenaje pluvial ya que no es posible realizar la construcción de pozos.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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 estacionamiento contará con pendientes para que el agua pluvial se conduzca hacia el Boulevard. La línea de conducción del drenaje sanitario del proyecto estará separado y se conectará a la red de drenaje municipal.
CG-05	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.	El artículo 132 de la LEEPAQROO establece que las personas quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. En predios cuya superficie de 501 a 3,000 metros cuadrados, proporcionarán como área verde el 30% como mínimo. En relación con lo anterior, y dado que el área concesionada posee una superficie de 650.69 m^2 le corresponde mantener 195.21 m^2 como área permeable. En el proyecto se considera un área permeable de 256.57 m^2 (39.43 %), que corresponde al área de conservación que se mantendrá en el área concesionada. Conforme a lo señalado se cumple con este criterio.
CG-06	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	En el área concesionada que se ocupará solo se desarrolla vegetación secundaria derivada de matorral costero, la cual se dio como resultado del efecto de borde de la vialidad, que favoreció la propagación de especies exóticas como el almendro (*Terminalia cattapa*) y ha sido utilizada como sitio para la disposición de residuos y material de construcción. Asimismo, se

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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.	ocupará un claro sin vegetación y otra área sin vegetación aparente. También se consideran algunas obras dentro la laguna, las cuales se desplantarán sobre arenales con pastos y algas y en arenales, en una superficie total de 18.72 m^2, que se considera mínimo (0.00006 %) con respecto al sistema ambiental (2,909.03 ha) y se sumará a la infraestructura existente. De acuerdo con lo anterior, en la porción terrestre se utilizará un área previamente impactada donde solo se desarrolla vegetación secundaria y se dejará como conservación el manglar adyacente y una parte de la vegetación secundaria. Cabe señalar que el predio se encuentra en una zona ya fragmentada por la construcción del boulevard y los desarrollos existentes. En el sistema lagunar solo se contempla ocupar una superficie de 18.72 m^2 de arenales con pastos y algas y en arenales para el hincado de los pilotes que sostendrán las obras. Estos pilotes son circulares y no fragmentarán el sistema acuático.
CG-07	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.	El proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado en la zona hotelera de la ciudad de Cancún, que colinda con terrenos con infraestructura y con vegetación, que están delimitados por la vialidad existente y el Sistema Lagunar Nichupté, por lo que la zona se encuentra fragmentada y urbanizada. El acceso al proyecto será por la vialidad existente, es decir el Blvd. Kukulkán, que conecta toda la zona hotelera de la Ciudad de Cancún. Las obras que se proponen se desplantarán sobre una superficie de 365.73 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, la cual se dio como resultado del efecto de borde

Clave	Criterio	Cumplimiento
		de la construcción de la vialidad, por lo que se trata de un área previamente impactada que no presta servicios ecosistémicos importantes. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un claro sin vegetación y 7.32 m^2 de un área sin vegetación aparente en el área concesionada. El resto del área concesionada se destinará para conservación, por lo que se conservará con la vegetación secundaria derivada de matorral costero y la vegetación de manglar de borde. Además se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en el área destinada para conservación, con el fin de promover la creación de hábitats para la fauna. El muelle de entrada que conecta el área de servicios con la plataforma de obras, se desplantará en la zona concesionada en un área sin vegetación y en la laguna sobre pilotes en un claro que hay entre la vegetación de manglar, por lo que no se afectará este tipo de vegetación. Estas obras se desplantarán sobre pilotes, que ocuparán una superficie de 18.72 m^2 de arenales con pastos, arenales con algas y arenales, lo cual representa el 0.00006 % del sistema ambiental del proyecto, que se considera mínimo. Por otra parte el proyecto no considera la construcción de bardas en su perímetro general. De acuerdo con lo anterior, no se interrumpirá la conectividad ecosistémica, dadas las condiciones de fragmentación que ya existen en el sitio.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser	El predio del proyecto posee humedales con vegetación de manglar de borde en una superficie de 206.36 m^2, los cuales serán destinados como áreas de

Clave	Criterio	Cumplimiento
	incorporados a las áreas de conservación.	conservación, por lo que se cumplirá con este criterio.
CG-09	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.	El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PDU del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, de acuerdo con el cual el área está sujeta a lo establecido en la concesión de zona federal marítimo terrestre. La empresa Jar Estate Corp, S.A. de C.V. cuenta con título de concesión para usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre y para construir un restaurante y áreas de servicios en una superficie de 332.90 m^2 conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003. Con base en lo anterior, en el proyecto se considera ocupar una superficie de 394.12 m^2 para las obras en la zona concesionada, por lo que es mayor a lo permitido y se consideran obras distintas a las establecidas en dicha concesión por lo que se solicitarán las modificaciones respectivas a la misma. Por otra parte, las obras que quedan en el sistema lagunar se encuentran dentro del área de aplicación de la UGA 25, que corresponde al Sistema Lagunar Nichupté, con política de conservación, en la que no se establecen criterios de regulación, solo se señala que es de competencia federal. En la laguna fuera del área concesionada, se ocupará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes que sostendrán la plataforma, el muelle de lanchas de entrada. Los pilotes se desplantarán en 1.07 m^2 de arenales, 8.52 m^2 de arenales con algas marinas y 9.13 m^2 en arenales con pasto marino, por lo que se solicita autorización para ocupar

Clave	Criterio	Cumplimiento
		dicha superficie y para construir las obras que se proponen. Las obras planteadas se ajustan a lo establecido en los instrumentos de regulación aplicables.
CG-10	Solo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	El proyecto no considera la apertura de nuevos caminos de acceso, ya que se podrá acceder al mismo por el Blvd. Kukulkán. En el desarrollo del proyecto se contemplan actividades de instalación de redes de servicios para proveer a las obras de agua potable, energía eléctrica y manejo de aguas residuales. Todas las instalaciones tendrán su acometida o conexión inicial en el nivel de calle (Boulevard Kukulcán), y se conectarán a la plataforma principal por medio del muelle de entrada (en su parte inferior), permitiendo que todas las instalaciones tengan un fácil mantenimiento en este punto. El proyecto se conectará a la red de drenaje municipal y a la red de agua potable municipal. El suministro de energía eléctrica será a través de la red provisional de distribución instalada por parte del propietario y suministrada por la Comisión Federal de Electricidad.
CG-11	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.	De acuerdo con el PDU del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, 2014, el área de interés está sujeta a lo establecido en la concesión de zona federal marítimo terrestre y no establece porcentajes de desmonte. Conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003, la promovente tiene permitido usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre y para construir un restaurante y áreas de servicio en una superficie de 332.90 m^2.
CG-12	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.	

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Con base en lo anterior, el proyecto se considera ocupar una superficie de 394.12 m^2 (373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en 13.15 m^2 de un claro sin vegetación y 7.32 m^2 de áreas sin vegetación aparente) para las obras en la zona concesionada, por lo que es mayor a lo indicado y se consideran obras distintas a las establecidas en dicha concesión por lo que se solicitarán las modificaciones respectivas a la misma. En la laguna, fuera del área concesionada, se ocupará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes que sostendrán la plataforma, el muelle de lanchas y el muelle de entrada. Para ello se ocuparán 1.07 m^2 de arenales, 8.52 m^2 de arenales con algas marinas y 9.13 m^2 de arenales con pasto marino. Para llevar a cabo estas obras en la laguna, de manera previa se obtendrán los permisos correspondientes ante la Dirección de Zona Federal Marítimo Terrestre de la SEMARNAT, la Secretaría de Marina y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. De acuerdo con lo anterior, se considera una superficie de aprovechamiento total de 412.84 m^2, por lo que se solicita autorización para ocupar dicha superficie.
CG-13	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.	Las obras que se proponen en el área concesionada se desplantarán sobre 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en 13.15 m^2 de un claro sin vegetación y 7.32 m^2 sin vegetación aparente. De manera previa a las actividades de desmonte, se llevará a cabo el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, los cuales se mantendrán en un vivero que se instale para tal fin y se utilizarán posteriormente para las jardineras del proyecto.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		En cuanto a la fauna terrestre, en el predio se registraron aves y algunos reptiles como la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) y la lagartija (*Anolis sangrei*), las cuales se ahuyentan fácilmente ante la presencia de personas. Sin embargo, se considera que de manera previa a las actividades del proyecto, se llevará a cabo un recorrido en busca de individuos de fauna, los cuales serán ahuyentados y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación. En el caso de los ejemplares de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), seguirán utilizando el predio como hábitat ya que sus madrigueras se encuentran en el manglar de borde que se mantendrá como conservación. Por otra parte, durante la temporada de reproducción de esta especie, se espera que estos organismos salgan en las colindancias por los predios aledaños para llegar al Blvd. Kukulkán. Cabe señalar que la construcción de la vialidad existente y los desarrollos frente a esta, generaron un impacto de barrera para los cangrejos, ya que tienen que cruzarla para poder llegar al mar, sin embargo, estos pueden ser aplastados por los vehículos que cruzan por el Blvd. Kukulkán. De acuerdo con lo anterior, se propone como medida de mitigación participar con el Municipio Benito Juárez en las acciones de protección del cangrejo azul, que llevan de manera anual en la zona hotelera de la ciudad de Cancún. En la laguna, de manera previa a las actividades a realizar en el sitio, se efectuará el rescate de la fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos

Clave	Criterio	Cumplimiento
		que se encuentren dentro del área de desplante de los pilotes. Las actividades de rescate se llevarán a cabo conforme a los Programas de Rescate de Flora y el Programa de Rescate de Fauna, que se anexan a esta MIA-P (Anexos Técnicos 1 y 2).
CG-14	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 solo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El predio donde se propone el proyecto posee vegetación secundaria derivada de matorral costero y vegetación de manglar de borde y solo posee un área pequeña sin vegetación aparente. De acuerdo con el PDU del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, 2014, el área de interés está sujeta a lo establecido en la concesión de zona federal marítimo terrestre. Conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003, la promovente tiene permitido usar, ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre y la construcción de un restaurante y áreas de servicio en una superficie de 332.90 m^2. Con base en lo anterior, el proyecto se considera ocupar una superficie de 394.12 m^2 (373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en 13.15 m^2 de un claro sin vegetación y 7.32 m^2 de áreas sin vegetación aparente) para las obras en la zona concesionada, por lo que es mayor a lo permitido y se consideran obras distintas a las establecidas en dicha concesión, por lo que se solicitarán las modificaciones respectivas a la misma. Por otro lado, se destinará para conservación una superficie de 256.57 m^2. En dicha superficie se desarrolla vegetación secundaria derivada de matorral costero, vegetación de

Clave	Criterio	Cumplimiento
		manglar de borde y un área pequeña sin vegetación, y con el fin de mejorar sus condiciones, se propone realizar su reforestación con especies nativas resistentes a la inundación, con lo que promoverá la creación de hábitats para la fauna. En la laguna, fuera del área concesionada, se aprovechará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes que sostendrán la plataforma, el muelle de entrada y el muelle de lanchas. Para ello se ocuparán 1.07 m^2 de arenales, 8.52 m^2 de arenales con algas y 9.13 m^2 de arenales con pasto marino. De acuerdo con lo anterior, se aprovechará una superficie total de 412.84 m^2, que representa el 0.0014% del sistema ambiental para el proyecto, lo cual es mínimo.
CG-15	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.	De acuerdo a la caracterización del sitio, la vegetación presente no corresponde a un ecosistema forestal, ya que corresponde a vegetación secundaria derivada de matorral costero, la cual se dio como resultado del efecto de borde de la construcción de la vialidad existente, que permitió el establecimiento de manera dominante de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*). Esta especie no está considerada como invasora por la CONABIO, sin embargo, se contempla eliminar los ejemplares que se registren dentro del área de aprovechamiento del proyecto.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocos nucifera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.	En caso que se utilicen palmas de coco en el proyecto, se emplearán las que sean resistentes a la enfermedad indicada, por lo que se acatará este criterio.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando:	En las áreas ajardinadas propuestas se emplearán especies nativas y ornamentales no invasoras, las cuales

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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. 2. La actividad no se proyecta en cuerpos naturales de agua. 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. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	provendrán de viveros autorizados y del rescate que se realice en el predio. En las actividades de reforestación se emplearán únicamente especies nativas resistentes a la inundación, las cuales provendrán de viveros y UMA's autorizadas.
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	En el proyecto no se contempla llevar a cabo actividades de acuicultura.
CG-19	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.	Durante las actividades de construcción del proyecto, se controlará el acceso del personal y de los vehículos que ingresen al predio, con el fin de evitar afectaciones a otros sitios.
CG-20	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.	El proyecto se pretende establecer en la zona federal concesionada y en el sistema lagunar adyacente a la misma. Las obras que quedan en el sistema lagunar se desplantarán sobre pilotes de 12.0 cm ocupando una superficie total de 18.72 m^2. Estos pilotes modificarán la topografía del área donde sean hincados, la cual es mínima. Durante el hincado se prevé la dispersión de sedimentos, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta

Clave	Criterio	Cumplimiento
		que los sedimentos se asienten en el fondo. Con respecto a la vegetación, se mantendrá el manglar de borde que queda al interior y en el borde del área concesionada, ya que se destinarán para conservación. Las obras del muelle de entrada pasarán por un claro que existe entre la vegetación de manglar, por lo que no se prevén afectaciones a esta vegetación. Por otra parte, se realizará un mantenimiento preventivo de las máquinas (motobombas y motosierras) que se utilicen para evitar derrames de aceite y combustible durante su funcionamiento. De la misma forma, se contará con la infraestructura necesaria para garantizar un manejo adecuado de los residuos que se generen, evitando su dispersión hacia la laguna. Se instalarán las redes de servicios en la plataforma de desplante de las obras, las cuales se conectarán al muelle de entrada y a su vez al área de servicios. Las redes contarán con registros y se conectarán a las existentes. De acuerdo con lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan las condiciones ecológicas existentes del sistema lagunar Nichupté.
CG-21	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.	En el predio no existen vestigios arqueológicos.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión solo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a	El predio no posee derecho de vía con tendidos de energía eléctrica de alta tensión, por lo que no le es aplicable este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	
CG-23	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.	En el proyecto se considera realizar la instalación de la infraestructura de energía eléctrica de manera subterránea dentro del edificio, dando cumplimiento a este criterio. En el sistema lagunar, las tuberías y registros de energía eléctrica se instalarán al interior de las obras y no serán visibles.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto no contempla caminos ni carreteras, por lo que no le es aplicable este criterio.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	En el proyecto solo el edificio de servicios requiere cimentación, por lo que se realizará utilizando pilotes, quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación se realizará la excavación del terreno sin llegar al nivel de la laguna y se colocarán los pilotes de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos que se realice, garantizando con ello la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo de agua natural de la laguna. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. El flujo superficial se verá modificado en el área que sea ocupada por el área de servicios, sin embargo, se contempla que el estacionamiento tenga pendientes que permitan que el agua se conduzca hacia la vialidad existente. En el sistema lagunar solo se ocupará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes, lo cual no interrumpirá el sistema de transporte de sedimentos ni el flujo de corrientes, ya que el agua rodeará los mismos por ser circulares, continuando su curso (Apartado de Hidrodinámica del Capítulo IV).

Clave	Criterio	Cumplimiento
CG-26	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: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. 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). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción, dado que solo se contratará personal de la Ciudad de Cancún, mismos que pueden trasladarse fácilmente de su lugar de residencia al predio del proyecto. Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados, almacenados temporalmente y serán trasladados al relleno sanitario (construcción) y/o entregados al servicio de limpia (operación) para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores durante la construcción del proyecto, se utilizarán los sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Estos sanitarios se colocarán en el área donde se desplantará el área de servicios, aledaña al Blvd. Kukulkán. En la etapa operativa el proyecto se conectará a la red de drenaje municipal. Los residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo durante todas las etapas del proyecto. En el Programa de manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, se especifican las medidas necesarias para realizar una correcta disposición de los mismos (Anexo Técnico 3).
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las caídas para	El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos, por lo que no le es aplicable este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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.	
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados solo 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.	La disposición de materiales derivados de las obras se realizará en el sitio que la autoridad municipal indique.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos que se generen durante la etapa de preparación y construcción de las obras serán trasladados al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez, que es utilizado para tal fin. En la etapa operativa, los residuos sólidos que no sean susceptibles de reciclaje serán entregados al servicio de limpia municipal, que los traslada al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez.
CG-30	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	No se espera generar desechos biológico infecciosos, durante la construcción y operación de las obras que se proponen.
CG-31	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 pretende establecer un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, por lo que no le aplica este criterio.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	El manejo de los residuos que se generen en el proyecto se realizará conforme a lo establecido en el

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P. En ningún momento se pretende la quema, entierro o disposición a cielo abierto de los residuos, por el contrario, durante las etapas de preparación y construcción de las obras serán colectados en botes debidamente identificados, separando los residuos valorizables de los de origen orgánico, siendo todos almacenados temporalmente para posteriormente ser trasladados al relleno sanitario del Municipio Benito Juárez, o bien entregados a centros de acopio o en el Programa Reciclatón que organiza el municipio. Durante la etapa operativa, serán separados los residuos sólidos de acuerdo con su tipo en el cuarto de basura del proyecto, y los que no sean susceptibles de reciclaje se entregarán al servicio de limpia del municipio. Mientras los que sean valorizables serán entregados a centros de acopio o en el Programa Reciclatón que organiza el municipio.
CG-33	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.	Durante la construcción de las obras que se proponen se contará con un sitio específico para el acopio temporal para los residuos sólidos, los cuales serán trasladados al relleno sanitario del Municipio Benito Juárez. Los residuos susceptibles de reciclaje serán separados de acuerdo con su tipo en papel y cartón, vidrio, PET y otros plásticos y aluminio para finalmente ser llevados a un centro de acopio para su venta o bien entregados en el Programa Reciclatón que organiza el municipio. Durante la etapa operativa, serán separados los residuos sólidos de acuerdo con su tipo en el cuarto de basura del proyecto, y los que no sean susceptibles de reciclaje se entregarán

Clave	Criterio	Cumplimiento
		al servicio de limpia del municipio. Mientras los que sean valorizables serán entregados a centros de acopio o en el Programa Reciclatón que organiza el municipio.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de 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.	Los materiales pétreos, tierra, madera y materiales vegetales que se utilicen durante la construcción del proyecto serán adquiridos en comercios autorizados.
CG-35	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 proyecto solo el edificio de servicios requiere cimentación, por lo que se realizará utilizando pilotes, quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación se realizará la excavación del terreno sin llegar al nivel de la laguna y se colocarán los pilotes de acuerdo con el estudio de mecánica de suelo que se realice, garantizando con ello la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo de agua natural de la laguna. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. En el sistema lagunar solo se ocupará una superficie de 18.72 m^2 para el desplante de los pilotes, lo cual no interrumpirá el sistema de transporte de sedimentos ni el flujo de corrientes, ya que el agua rodeará los mismos, continuando su curso.
CG-36	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.	En el proyecto no se realizarán actividades agrícolas, pecuarias o forestales, por lo que no le aplica este criterio.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la	En el predio se removerá una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, la cual se desarrolló debido al efecto de borde de

Clave	Criterio	Cumplimiento
	tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	la vialidad existente, por lo que se prevé que el suelo sea escaso, ya que la vegetación original fue removida. En las áreas que así lo permitan, ya que mucho del sustrato es rocoso y hay poco tierra fértil, se realizará la recuperación de la tierra vegetal. También se realizará la separación de los restos vegetales para su triturado. La tierra vegetal que se recupere se empleará en las jardineras.
CG-38	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 predio del proyecto se ubica en dos UGA´s, y ninguna de ellas tiene densidad asignada, por lo que este criterio no le aplica.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que implique 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.	La vegetación presente en el predio del proyecto no se considera forestal, ya que corresponde a vegetación secundaria derivada de matorral costero, que se regeneró después de haber sido removida durante la construcción de la vialidad existente, por lo que no requiere autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Por otra parte, la superficie que se removerá, que corresponde a 373.65 m^2, queda exceptuada de autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo de áreas forestales ya que cumple con el supuesto de excepción de la fracción I inciso O del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.

En el siguiente cuadro se enlistan los criterios urbanos enmarcados por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro 5. Criterios urbanos aplicables a la UGA 21 del POEL del Municipio Benito Juárez.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
Recurso agua		
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de	El proyecto Barrio del Mar se ubica en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún y se conectará a la red de

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y normas oficiales mexicanas en la materia.	drenaje municipal, por lo que se dará cumplimiento a estos criterios. Las obras que estarán en la plataforma en la zona marina tendrán las instalaciones necesarias para la conducción de las aguas residuales negras y grises y para el tratamiento del agua de las albercas, con lo que se garantiza que no haya derrames al sistema Lagunar.
URB-02	Al fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y solo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio que lo ameriten o justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de las aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	
URB-03	En zonas que ya cuentan con servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y autorizar la conexión de descargas por la CONAGUA.	El proyecto “Barrio del Mar” en su etapa operativa se conectará a la red de drenaje municipal, por medio de la cual se conducirán las aguas residuales a la planta de tratamiento pública, donde se realizará su tratamiento adecuado.
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida de agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El proyecto es de tipo turístico comercial y contará con muelle de entrada, restaurantes, bar, áreas de servicios, comedor compartido y muelle de lanchas, por lo que no se trata de un sistema de producción agrícola, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-05	En el caso de campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para la optimización y reciclaje del agua. Evitando	Las obras que se proponen no contemplan campos de golf o similares, de ahí que este criterio no le aplica.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.	
URB-06	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas ajardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.	En el proyecto solo se utilizarán plaguicidas en caso de que se detecte alguna plaga, por lo que el uso será mínimo.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Las obras se conectarán con la red de drenaje municipal, por lo que no se descargarán las aguas residuales hacia el sistema lagunar. Las obras que estarán en la plataforma en la zona marina tendrán las instalaciones necesarias para la conducción de las aguas residuales negras y grises al drenaje municipal, con lo que se garantiza que no haya derrames a la laguna.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El proyecto se contemplan jardineras en las que se emplearán especies nativas y ornamentales de la región. Adicionalmente, se contempla reforestar las áreas destinadas para conservación, empleando especies resistentes a la inundación, promoviendo la creación de hábitats para la fauna. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Reforestación y Ajardinado que se anexa a esta MIA-P (Anexo Técnico 4).
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	Es responsabilidad de la autoridad municipal vigilar la dotación de parques y espacios recreativos para los ciudadanos. En el proyecto solo se contemplan acciones de reforestación para mejorar las condiciones del ecosistema.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo	El proyecto se pretende establecer en la zona federal concesionada y en el sistema lagunar adyacente a la misma.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	Las obras que quedan en el fondo lagunar se desplantarán sobre pilotes de 12.0 cm ocupando una superficie total de 18.72 m^2. Estos pilotes modificarán la topografía del área donde sean hincados, la cual es mínima. Durante el hincado se prevé la dispersión de sedimentos, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta que los sedimentos se asienten en el fondo. Con respecto a la vegetación, se mantendrá la vegetación de manglar de borde que queda al interior y aledaño al área concesionada, ya que se destinarán para conservación. El muelle de entrada se desplantará en el área concesionada en un área sin vegetación y pasará por un claro que existe entre la vegetación de manglar, por lo que no se prevén afectaciones a esta vegetación. Por otra parte, se realizará un mantenimiento preventivo de las máquinas (motobombas y motosierras) que se utilicen para evitar derrames de aceite y combustible durante su funcionamiento. De la misma forma, se contará con la infraestructura necesaria para garantizar un manejo adecuado de los residuos que se generen, evitando su dispersión hacia la laguna. Se instalarán las redes de servicios sanitarias y de agua potable en la plataforma de desplante de las obras, las cuales se conectarán al muelle de entrada y a su vez al área de servicios. Las redes contarán con registros y se conectarán a las existentes.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		De acuerdo con lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan las condiciones ecológicas del sistema lagunar Nichupté.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	El proyecto implementará las tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren en dichas instalaciones.	A través de la red interna de drenaje ubicada en la plataforma de obras y que se conecta con el edificio de servicios, se canalizarán las aguas residuales que se generen a la red de drenaje municipal que las conduce a una planta de tratamiento.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, deben realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	No se contemplan obras de drenaje pluvial, dadas las características y dimensiones del proyecto. Solo se contempla que el estacionamiento cuente con pendientes que permitan conducir el agua pluvial hacia la vialidad existente.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto es de tipo turístico comercial de ahí que este criterio no le aplica.
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGAs urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El área concesionada colinda con el Sistema Lagunar Nichupté, y no se encuentra en una boca de tormenta, de ahí que no le aplica el presente criterio.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
URB-17	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	No se pretende realizar el aprovechamiento de recursos biológicos forestales, en caso de requerirlo proyecto se apegará a lo que marca el presente criterio.
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aún en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto contempla la construcción y operación de muelle de entrada, restaurantes, un bar, área de servicios, comedor compartido y muelle de lanchas, por lo que no se considera la explotación de bancos de materiales pétreos, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	En el predio del proyecto no se cuenta con ninguna de estas formaciones naturales, de ahí que este criterio no le aplica.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respectar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	En el proyecto se contempla la construcción y operación de un muelle de entrada, restaurantes, un bar, área de servicios, comedor compartido y muelle de lanchas, por lo que no se llevarán a cabo actividades relacionadas con un banco de materiales pétreos, de ahí que estos criterios no le aplican
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las	

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto que se propone contará con un Plan de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P, el cual se implementará durante la construcción y operación de las obras.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia, tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	En el proyecto se contempla la construcción y operación de un muelle de entrada, restaurantes, un bar, área de servicios, comedor compartido y muelle de lanchas, por lo que estos criterios no le aplican. Sin embargo, se considera la conformación de jardineras, así como acciones de reforestación, lo que contribuirá a disminuir la sensación térmica y proteger el manglar adyacente, así como a mejorar el paisaje.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar de espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	
URB- 27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	En las obras que se plantean no se considera equipamiento en áreas verdes ajardinadas.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
URB- 28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El proyecto es de tipo turístico comercial, y no se ubica dentro del espacio excavado de una sascabera ni con riesgo de inundación. El Estado de Quintana Roo y el Municipio Benito Juárez no cuentan con algún Atlas de Riesgo publicado.
URB- 29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la material.	En el proyecto solo se pretende realizar excavaciones en el área que será ocupada por el edificio de servicios, y en caso que se obtenga material pétreo adecuado podrá ser utilizado para su construcción o disponerse en donde la autoridad municipal indique.
Recurso Flora y Fauna		
URB- 30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El predio del proyecto se ubica en una zona federal marítimo terrestre colindante al Sistema Lagunar Nichupté, y se plantea desplantar sobre una parte del área concesionada donde se desarrolla vegetación secundaria derivada de matorral costero, y en el sistema lagunar donde se registró la presencia de arenales con pastos marinos, arenales con algas y arenales. Cabe señalar que las obras que quedan sobre el fondo lagunar se desplantarán sobre pilotes, y ocuparán una superficie de 18.72 m^2, lo cual se considera mínimo con respecto al sistema ambiental.
URB- 31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	El área concesionada colinda al sur con un área con vegetación, que podrá ser utilizado para la reubicación de la fauna. De la misma forma, los organismos bentónicos que se rescaten en el sistema lagunar, de manera previa al inicio de obras, podrán ser reubicados en los sitios aledaños dentro del mismo sistema de acuerdo

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		con el Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-P.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	En el área concesionada solo se plantea ocupar una superficie de 394.12 m^2 para las obras, destinando como conservación 256.57m^2, donde se conservará la vegetación secundaria derivada de matorral costero y la vegetación de manglar de borde. Dentro de las obras del proyecto solo se consideran jardineras, sin embargo, se contemplan acciones de reforestación en las áreas destinadas para conservación.
URB- 33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El proyecto se encuentra en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún y es de tipo turístico comercial, por lo que este criterio no le aplica.
URB- 34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	De manera previa a llevar a cabo actividades de desmonte en el área concesionada, se contemplan acciones de ahuyentamiento de fauna y de rescate en caso de que sea necesario. Los ejemplares que sean rescatados se reubicarán en el predio colindante que aún posee vegetación. En el sistema lagunar, también se prevé llevar acciones de rescate en caso de registrar organismos bentónicos en las áreas de desplante de los pilotes para el muelle de entrada, la plataforma y el muelle de lanchas. Los organismos que se rescaten serán reubicados dentro del mismo sistema lagunar. Las actividades de rescate y reubicación se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-P.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		Durante las actividades que se proponen se fomentará el cuidado y respeto de la fauna que se observe.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	El proyecto se apegará a lo que marca este criterio.
URB- 36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El predio del proyecto posee 413.73 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, 206.36 m^2 de vegetación de manglar de borde, queda una superficie de 23.28 m^2 de un claro sin vegetación y un área de 7.32 m^2 sin vegetación aparente. El proyecto solo considera el aprovechamiento de una superficie de 394.12 m^2 en el área concesionada, por lo que se destinará la superficie restante como conservación (256.57 m^2), que comprende un área de 40.08 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, la totalidad de la superficie de vegetación de manglar de borde (206.36 m^2), y de 10.13 m^2 de un claro sin vegetación dentro del área concesionada. Cabe señalar que el muelle de entrada pasará a través de un canal que hay entre la vegetación de manglar, por lo que no se verá afectado por el desplante de estas obras. De acuerdo con lo anterior, se dará cumplimiento a este criterio.
URB- 37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, solo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	El proyecto se ubica dentro de la mancha urbana del municipio Benito Juárez y no en una reserva territorial, de ahí que este criterio no le aplica.
URB- 38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones	El proyecto contempla la construcción de un estacionamiento con 12 cajones, el cual será hecho con

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	concreto y se colocará una jardinera por cada 2 cajones.
URB- 39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	En el predio del proyecto se pretende ocupar una superficie de 394.12 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, de un claro sin vegetación y de un área sin vegetación aparente, destinando como conservación una superficie de 256.57 m^2 donde quedará 40.08 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, la totalidad de la superficie de vegetación de manglar de borde (206.36 m^2) y 10.13 m^2 del claro sin vegetación dentro del área concesionada, por lo que se mantendrán áreas con vegetación donde se permita el tránsito de la fauna y los procesos ecosistémicos que ahí se desarrollan. Adicionalmente, se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en las áreas que se destinarán como conservación con la finalidad de mejorar sus condiciones y que se promuevan nuevos hábitats para la fauna.
URB- 40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre ecosistemas existentes.	El predio del proyecto no se encuentra en un área de previsión de crecimiento urbano sino que forma parte de la zona urbana de la Ciudad de Cancún, por lo que este criterio no le aplica.
URB- 41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeformis*), capulín (*Muntingia calabura*), *Ficus spp*., entre otros.	En el proyecto se contemplan acciones de reforestación en las áreas destinadas para conservación con el fin de mejorar sus condiciones, en las que se emplearán especies nativas resistentes a la inundación como mangle botoncillo (C*onocarpus erectus*), que serán adquiridos en UMA'S autorizadas, conforme al Programa de Reforestación y Ajardinado que se anexa a esta MIA-P.
Recurso Paisaje		

Criterio		Cumplimiento del proyecto
URB- 43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	El proyecto implementará durante su construcción y operación, las medidas para un manejo adecuado de residuos sólidos y peligrosos, de las emisiones de ruido y contaminantes, y canalizará las aguas residuales al drenaje municipal, para evitar problemas de contaminación.
URB- 44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PDU del Centro de Población de la Ciudad de Cancún, de acuerdo con el cual el área está sujeta a lo establecido en la concesión de zona federal marítimo terrestre. La promovente cuenta con título de concesión para ocupar y aprovechar una superficie de 650.69 m^2 de zona federal marítimo terrestre y para construir un restaurante y áreas de servicios en una superficie de 332.90 m^2 conforme a la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003. De acuerdo con lo anterior, son congruentes los usos de suelo establecidos por el PDU y la concesión de zona federal. Con base en lo anterior, en el proyecto se considera ocupar una superficie de 394.12 m^2 para las obras en la zona concesionada, por lo que es mayor a lo permitido y se consideran obras distintas a las establecidas en dicha concesión por lo que se solicitarán las modificaciones respectivas a la misma.
URB- 45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera	El proyecto se contemplan acciones de reforestación en las áreas de conservación con el fin de mejorar sus condiciones, en las que se emplearán especies nativas resistentes a la inundación como

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
	prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), que serán adquiridos en UMA'S autorizadas.
URB- 46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similar debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto contempla la construcción de obras turísticas, que no tiene relación con la industria concretera, por lo que este criterio no le aplica.
URB- 47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vidas Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El área que se pretende ocupar colinda con el Sistema Lagunar Nichupté y fue concesionada por la SEMARNAT para su uso y aprovechamiento para obra como consta en la Resolución Administrativa No. MR 022/03 de fecha 8 de diciembre de 2003.
URB- 48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	En el predio solo se consideran áreas ajardinadas pequeñas en el área de plataforma de la zona marina y en el estacionamiento. En el área concesionada, la zona que no interfiere con el diseño del proyecto se dejará como conservación en una superficie de 256.57 m^2, donde permanecerá la vegetación original con ejemplares arbóreos de vegetación secundaria derivada de matorral costero y con vegetación de manglar de borde.
URB- 49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con las playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	El predio de interés no colinda con la playa, por lo que no le aplica este criterio.
URB- 50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae*, *Sesuvium portulacastrum*, herbáceas: *Ageratum littorale*, *Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana marítima*, *Coccoloba uvifera* y Palmas *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*.	En el predio del proyecto no hay dunas, dado que colinda con el Sistema Lagunar Nichupté, por lo que no es aplicable este criterio.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
URB- 51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: • Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. • Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. • Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. • Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2m y con un 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa. • Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	No se consideran actividades de rehabilitación de dunas.
URB- 52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o quipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de	El predio de interés no colinda con la playa, por lo que no le aplica este criterio.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Solo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	
URB- 53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El predio de interés no colinda con la playa, por lo que no le aplica este criterio.
URB- 54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	

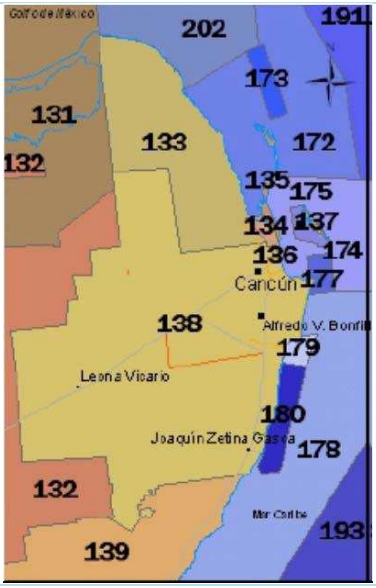
Criterio		Cumplimiento del proyecto
URB- 55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias)	El predio del proyecto no posee dunas, y colinda con el Sistema Lagunar Nichupté en el que se desarrolla vegetación de manglar de borde, por lo que no le aplican estos criterios.
URB- 56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de las cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en esas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleara en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje	Las actividades que se proponen no implican restauración de playas.
URB- 58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	Solo se llevarán a cabo actividades relacionadas con la construcción y operación de un muelle de entrada, restaurantes con áreas de servicios, comedor compartido y muelle de lanchas, por lo que no se extraerá arena.
URB- 59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y da la vegetación.	Los restos vegetales derivados de las actividades de desmonte serán triturados para después incorporarse al suelo.

2.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 138, Benito Juárez.

Cuadro 6. Características UGA 138.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Benito Juárez
Municipio:	Benito Juárez
Estado:	Quintana Roo
Población:	573,325 Habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios zona Costera inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	



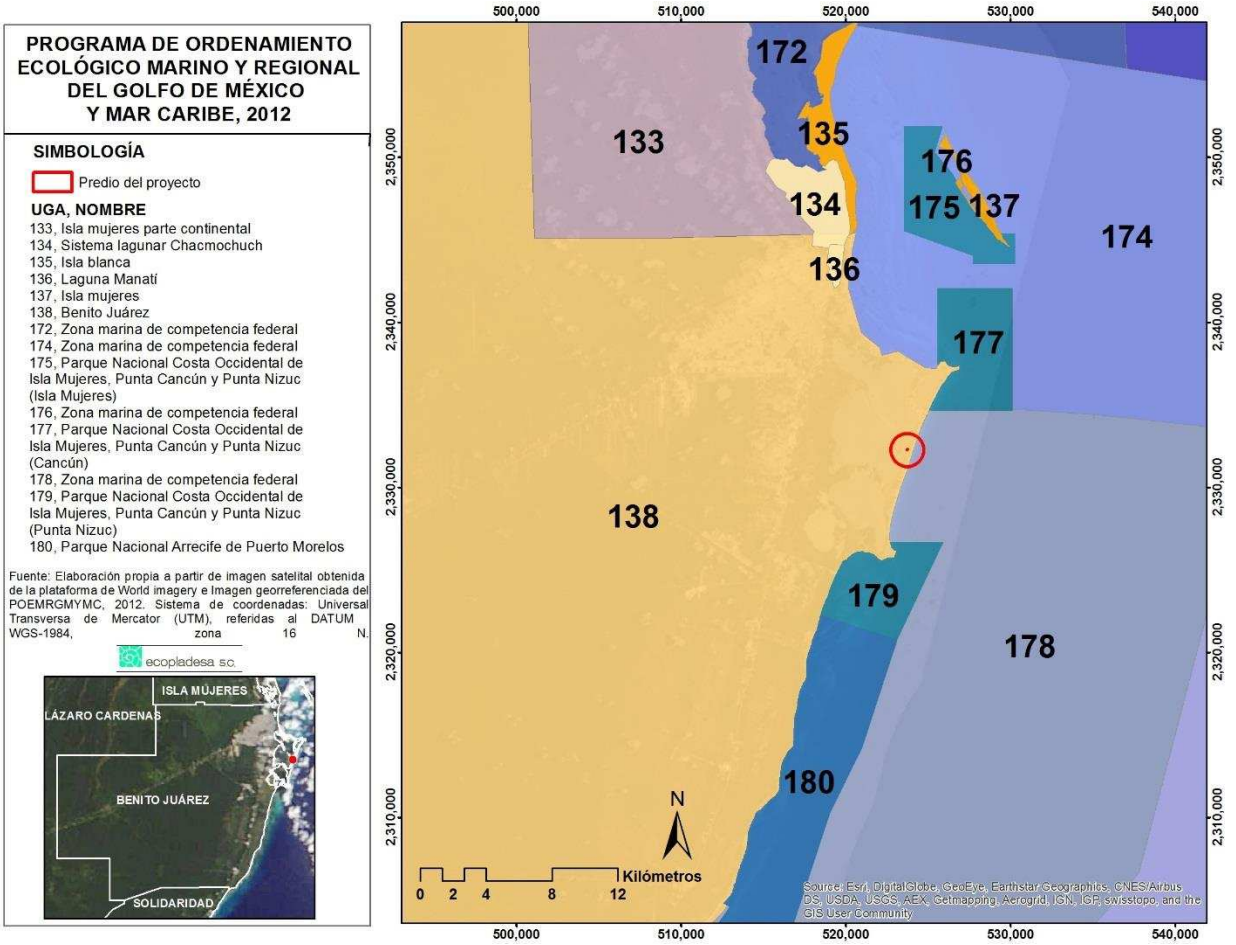


Figura 4. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

Artículo Tercero.- *Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.*

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA regional que no está vigente, no se vincula el proyecto con los criterios establecidos para esta UGA.

2.5. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto Barrio del Mar se han evaluado todos los procesos involucrados durante la operación del proyecto, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades (Cuadro 7).

Cuadro 7. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
Flora y Fauna		
NOM-059-SEMARNAT-2010	Listado de especies que se encuentran en algún estatus de protección.	Se utiliza como referencia dado que se encuentran especies en alguna de las categorías de riesgo establecidas en esta norma.
NOM-022-SEMARNAT-2003	Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	Esta norma es vinculable al proyecto, ya que el predio posee vegetación de manglar de borde que se mantendrá como conservación.
Manejo de Residuos		
NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establecen las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Es de observancia durante la separación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen.

2.5.1. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta norma tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas

correspondientes, asimismo, establece los criterios para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión, o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional.

En el predio se registraron algunas especies que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo establecidas en esta norma. A continuación se definen las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Ley General de Vida Silvestre (Cuadro 8).

Cuadro 8. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2010 (Puntos 2.2.2., 2.2.3., y 2.6.)
Especie amenazada:	Aquellas (especies y poblaciones) que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Especie en peligro de extinción	Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Especie Sujeta a Protección especial		Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2010 (Puntos 2.2.2., 2.2.3., y 2.6.)
		conservación de poblaciones de especies asociadas.
Endémica		Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y a las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

De las especies de flora y fauna registradas en el predio del proyecto 4 están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** (DOF 30 de diciembre de 2010), tres corresponden a especies de flora y una a fauna.

- ESPECIES DE FLORA

En el predio se registraron tres especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que se presenta a continuación.

1. ***Conocarpus erectus*** (Amenazada, no endémica): El área forestal natural de esta especie se localiza en ambos litorales del país, teniendo una mayor presencia en la costa del Golfo de México. Se le encuentra en la costa pacífica de manera discontinua, desde la porción media de la península de Baja California, Mar de Cortés, hasta Chiapas, pasando por Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. En la región del Golfo de México y el Caribe se presenta de forma continua y se le encuentra en Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. De las cuatro especies de mangle que hay en México, *C. erectus* es la que se establece en las zonas con menor inundación y salinidad, por lo que puede crecer bajo condiciones de inundación permanente o estacional en sitios con salinidad fuerte y moderada (Figura 5). Es moderadamente resistente a las heladas (CONAFOR, 2007).



Figura 5. Se muestra un ejemplar de *Conocarpus erectus*.

2. ***Laguncularia racemosa*** (Amenazada, no endémica): Se distribuye en ambos litorales del país, desde Tamaulipas hasta la ornia y Sonora hasta Chiapas, formando parte de manglares junto con *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*. El mangle blanco crece en una variedad de condiciones en altitudes de 0 a 15 metros sobre el nivel del mar, prospera en las orillas de las lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos donde hay zonas de influencia de agua de mar (Figura 6). Tiene menor tolerancia a la salinidad que el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), (CONABIO-CONANP. 2009). Normalmente se desarrolla en zonas donde ha habido mayor sedimentación y es menor la influencia de las mareas (Pennington y Sarukhán 2005).



Figura 6. Se muestra floración de *Laguncularia racemosa*.

3. ***Rhizophora mangle*** (Amenazada, endémica): Especie con un amplio patrón de distribución. Se le encuentra a lo largo de las costas del Golfo de México, el Pacífico y el Caribe, en latitudes tan extremas como Isla San Esteban en Baja California o Huixtla, en el sur de Chiapas. En la vertiente del Golfo se presenta desde Tamaulipas hasta Yucatán y Quintana Roo y en la vertiente del Pacífico desde Baja California Sur, Sonora hasta Chiapas. Altitud: nivel del mar Se trata de una especie halófita facultativa. Aún cuando presenta una amplia distribución y abundancia en el país, puede considerarse una especie rara debido a la distribución restringida de su hábitat (especie estenoica). Típicamente es la especie de mangle ubicada en la parte de mayor influencia salina (frente del manglar) y en la que el nivel de inundación es mayor, aunque se trata de una especie con buenas capacidades para explotar hábitats con condiciones particulares diversas, pudiendo habitar en sitios con baja disponibilidad de nutrientes y baja salinidad (CONABIO 2007) (Figura 7).



Figura 7. Se muestran ejemplares de *Rhizophora mangle*

- ESPECIES DE FAUNA

En el predio se registró una especie de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponde a la iguana gris (*Ctenosaura similis*). A continuación se describen las características de esta especie.

Cuadro 9. Especie de fauna presente en el predio enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A=Amenazada, NE= No Endémica.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	NE

Ctenosaura similis (Amenazada, no endémica).Es uno de los lagartos más grandes de la Península de Yucatán. El macho alcanza los 35 cm de longitud y la hembra hasta 27.5cm. La cola es larga y puede llegar a medir el doble del cuerpo del adulto. Es una especie de hábitos diurnos y terrestres, aunque con frecuencia trepa a los árboles, cercos y pedregales

en busca de refugio. Prefiere lugares abiertos. Su alimentación varía de acuerdo a la edad, los juveniles se alimentan de proteína animal, mientras que los adultos prefieren materia vegetal. Esta especie se distribuye en bajas y moderadas elevaciones desde Tabasco y Oaxaca hasta Panamá (Calderón-Mandujano *et al*., 2005).

Es importante señalar que esta especie está adaptada a sitios perturbados, por lo que se adaptan fácilmente a los cambios y se les puede encontrar en diferentes áreas ya urbanizadas. Durante las actividades de desmonte, se prevé se trasladen hacia las áreas con vegetación aledañas al lote, y que posteriormente regresen al sitio una vez que se concluyan con las actividades de construcción (Figura 8).



Figura 8. Se muestra un ejemplar de Iguana gris (*Ctenosaura similis*).

Para la protección y conservación de esta especie de fauna enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aun las que no lo están, se pondrá en marcha el Programa de Rescate de Fauna incluido en la presente MIA-P, en el cual se presentan una serie de estrategias y medidas tendientes a salvaguardar a dichos individuos, toda vez que la promovente está consciente de la importancia biológica, ecológica e histórica que estos representan.

2.5.2. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

3. ARTÍCULO 60 TER DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (ADICIONADO MEDIANTE ACUERDO PUBLICADO EL 1 DE FEBRERO DE 2007 EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN), Y LA NOM-022-SEMARNAT-2003 (PUBLICADA EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 10 DE ABRIL DE 2003, Y SU ACUERDO ADICIONADO EN EL D.O.F. EL 7 DE MAYO DE 2004).

En relación con el Artículo 60 TER y la NOM-022-SEMARNAT-2003 en sus numerales 4.0 al 4.43, cabe señalar que las obras que se propone realizar no afectan ningún área de manglar, ya que todas se desplantan sobre áreas de vegetación secundaria, o bien, sobre la parte acuática de la cuenca centro del Sistema Laguna Nichupté (SLN).

Realizamos el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando que el manglar se encuentra en el sistema ambiental definido para el proyecto, y que la distancia de las obras al manglar no cumple con los 100m que solicitan los numerales 4.14 y 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

En la imagen siguiente se puede observar que la totalidad de las obras no cumplen con la distancia de 100 m que marcan los numerales de la NOM-022, siendo la distancia máxima de 81.00 m del manglar de borde hasta el muelle de lanchas en su porción más distante. Las distancias menores son de 0.15 cm y 2.0 m entre el muelle entrada, y la vegetación de manglar de borde aledaña.

En el borde lagunar hay ejemplares de mangle inclinados sobre el sustrato que no está permanentemente inundado, de ahí que la distancia entre ellos y las obras se midió a partir de donde están enraizados. Esta superficie entre las obras en la parte terrestre y el borde lagunar tiene un margen de superficie de sustrato que no está permanentemente inundado, donde solo hay tallos dispersos, de mangle inclinados hacia el borde lagunar, sin estratos arbustivo ni herbáceo, por lo que es una superficie libre que se propone reforestar.

El manglar que se desarrolla en el área del proyecto corresponde al tipo de borde con dominancia de mangle rojo *Rizhophora mangle*, y solamente presenta individuos aislados de mangle *blanco Laguncularia racemosa* y sólo se observó un individuo arbóreo de *Conocarpus erectus*.

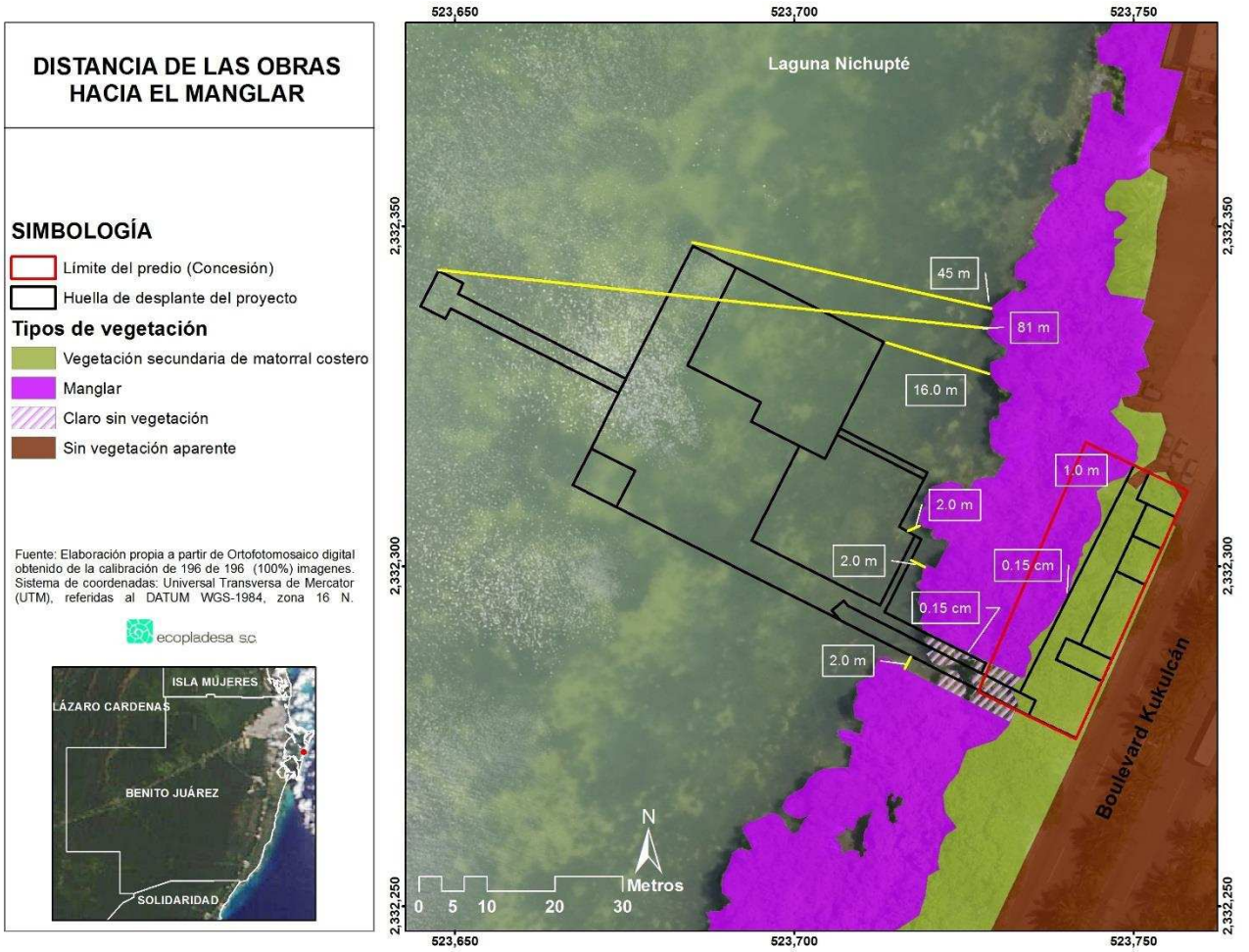


Figura 9. Distancia de las obras al manglar.

La construcción de las obras que se proponen no implicarán la remoción, relleno, trasplante, poda ni cualquier otra actividad en el área de manglar, que afecte la integralidad del flujo hidrológico, del ecosistema o de su área de influencia, así como en los procesos naturales de productividad, hábitat para la fauna e interacciones con los ecosistemas adyacentes como es el caso de la duna costera, fragmentos de selva, y el arrecife. Esto justificado en su proceso constructivo y desplante puntual en pilotes sobre el medio acuático.

3.1. DESCRIPCIÓN DEL MANGLAR DE BORDE UBICADO EN EL BORDE LAGUNAR Y SUS CONDICIONES AMBIENTALES.

A. Manglar de borde.

La sección de manglar de borde más próxima a las obras del proyecto es una manglar de borde dominado por *Rizhophora mangle* que se encuentra en la zona permanentemente inundada del borde lagunar. Las especies de mangle blanco y el ejemplar de mangle botoncillo están enraizados en la zona que no está permanentemente inundada, con tallos inclinados hacia la zona lagunar.

El manglar de borde tiene una altura promedio de 5 m, con individuos aislados de mayor altura como los de mangle blanco que alcanzan 6 a 7 m, uno de estos individuos se observó con propágulos al momento del registro de campo. El mangle botoncillo presenta su tallo inclinado sobre el borde lagunar.

El manglar se observa en buen estado de conservación, con follaje verde, y eventos reproductivos. No se observaron plántulas pero sí individuos floreando.

Este manglar de borde tiene un ancho de 24.22 m a la altura donde se ubica el proyecto, disminuyendo considerablemente hacia el norte a 13.5 m en la colindancia con el restaurante Porfirio's, y al sur presenta un ancho de 25 m.

A la altura del límite sur de la zona federal marítimo terrestre concesionada al proyecto, existe un claro entre la vegetación de manglar, el cual carece de vegetación de este tipo.



Figura 10. Vista del manglar de borde con el que colinda el proyecto. A) Manglar rojo dominante en la estructura. B) Claro sin vegetación de manglar. C) Individuo de mangle botoncillo inclinado. D) Mangle blanco inclinado.

B. Hidrodinámica

El complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez es bastante somero con profundidades variando entre 0.3 m y 5.0 m de profundidad proveniente de los surgimientos localizados en la parte occidental es elevada. Entre la parte norte de Nichupté y el cuerpo de agua central existe una zona de bajos con profundidades que no pasan de 0.5 m. Estos bajos dificultan el intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos de agua que conforman el

sistema lagunar. Se han identificado alrededor de 20 manantiales en el SLN todos ubicados en el borde oeste del sistema.

De la Hidrodinámica inducida por mareas se ha diagnosticado que la laguna de Bojórquez tiene poca capacidad de intercambio de aguas por la acción de mareas. La laguna del Inglés no se ve prácticamente afectada por las mareas. La influencia de las mareas se reduce a la parte norte y central de la laguna de Nichupté, sobre todo en las zonas de los abanicos. La acción de la marea por el canal de Punta Nizuc no afecta la parte sur de la laguna de Nichupté. La zona somera en la parte central de Nichupté amortigua sobre manera la capacidad de propagación de la marea en el complejo lagunar.

La circulación inducida por las mareas se restringe a zonas aledañas a las bocas Cancún en el norte y en mucha menor importancia en la región de la boca Punta Nizuc. Las velocidades alcanzan valores del orden de 0.20 m/s en los canales vecinos a la entrada por la boca Cancún. Es interesante observar los abanicos de influencia en los canales que desembocan a la laguna de Nichupté, uno en el canal que desemboca hacia la parte norte y otro hacia la parte central de Nichupté. Se distinguen dos abanicos asociados al flujo de marea, uno más significante en la parte noroeste y el otro proveniente de Punta Nizuc en el sur de menor importancia. En la parte central de Nichupté que es donde se ubica el predio del proyecto en la parte Este de esta sección, estos abanicos no parecen tener mucha influencia. El intercambio de aguas entre la laguna Bojórquez y Nichupté ocurre principalmente a través de la boca sur que comunica los dos cuerpos de agua y alcanza en esta etapa del periodo velocidades máximas de unos 0.03-0.04 m/s. En general, las mareas tienen una mayor influencia dinámica en la parte centro-norte de Nichupté. Por otro lado, los cuerpos de agua ubicados en la parte noroeste, en el sur y suroeste, no son influenciados por la propagación de la onda de marea M_2 en el sistema lagunar a este instante del periodo. Es interesante mencionar que las velocidades asociadas a las mareas se incrementan en las zonas donde dos cuerpos de agua se comunican.

Así por ejemplo, entre el cuerpo de agua de la laguna Inglés y Nichupté, las velocidades alcanzan valores del orden de 0.10 m/s. El flujo también se incrementa en las zonas muy someras del sistema. Se puede observar, por ejemplo, una franja de velocidades mayores que cruza de Oeste a Este en la parte central de Nichupté.

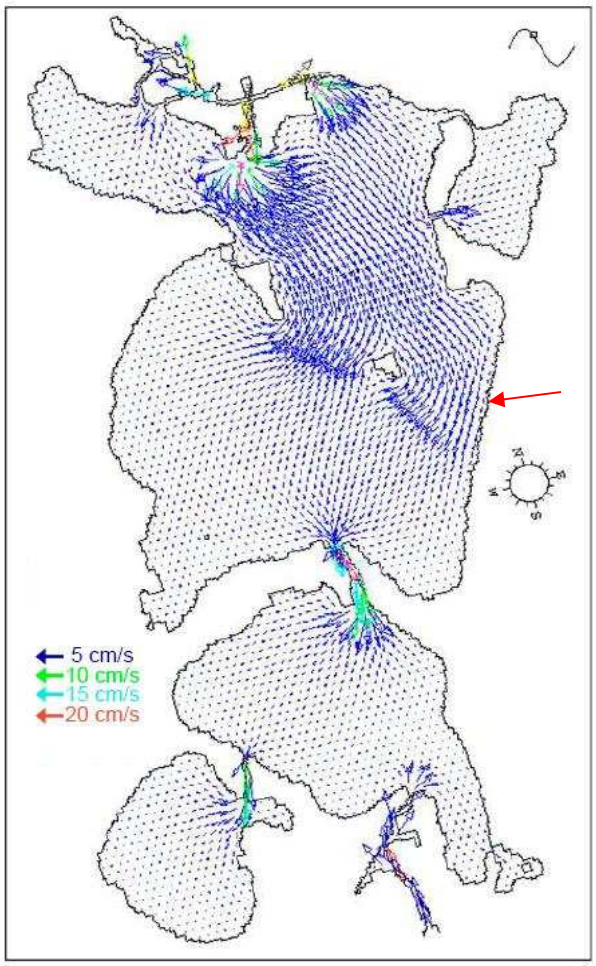


Figura 11. Flujo de la marea M_2 a tres octavos de periodo. La flecha color rojo indica la ubicación aproximada del predio del proyecto en la porción Este de la cuenca central.

De la Hidrodinámica inducida por los vientos el SLN sufre la acción del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas (Canal Cancún al Norte y Canal Nizuc al Sur). El sistema es bastante somero, los vientos del noreste y este son los más efectivos en dispersar las sustancias pasivas. Únicamente el viento del noreste fue capaz de exportar partículas hacia el mar abierto por la parte sur del sistema. Pero se demostró que bajo la acción de estos vientos los contaminantes se distribuyen por todo el sistema lagunar. Esto explica las concentraciones de nutrientes y metales pesados encontrados en las mediciones.

La circulación resultante por viento proveniente del norte, noreste y noroeste genera en cada cuerpo de agua del sistema lagunar dos giros o remolinos. La posición del centro de los giros varía ligeramente con la dirección del viento. Este fenómeno es bien conocido en cuencas cerradas y semi-cerradas. Es bien sabido que los remolinos tienen una gran capacidad de intercambio de aguas, pues pueden transportar de una lado a otro de una laguna sustancias disueltas en el agua. Por tanto el viento puede redistribuir eficientemente el agua dulce proveniente de los manantiales y de los escurrimientos en la parte oeste y suroeste del sistema lagunar. Puede también redistribuir los contaminantes contenidos en las márgenes y provenientes de los asentamientos humanos y de los hoteles ubicados alrededor del sistema lagunar. La circulación por el viento transporta las aguas residuales de un lugar a otro del sistema lagunar y transportar

sedimento fino de una región a otra. Es por ello que la laguna Bojórquez exporta sustancias hacia Nichupté. Se puede observar en la circulación mostrada en la figura siguiente que las sustancias que eventualmente salieran de la laguna Bojórquez por la boca sur, podrían ser transportadas hacia el norte y luego con probabilidades de abandonar el sistema lagunar en combinación con las corrientes de marea.

En general, un criterio para entender la circulación resultante por un viento de una determinada dirección, es considerar que el flujo de agua será dominantemente en la dirección del viento en las zonas más someras de los cuerpos de agua, y un reflujo, contrario a la dirección del viento, en las partes más profundas. En las zonas más someras, la intensidad de las corrientes aumenta debido al efecto de continuidad, es decir, por conservación el flujo aumenta en las zonas donde disminuye la profundidad. Estas áreas están mostradas en verde en la figura siguiente, en donde el flujo alcanza velocidades del orden de 0.08 a 0.10 m/s.

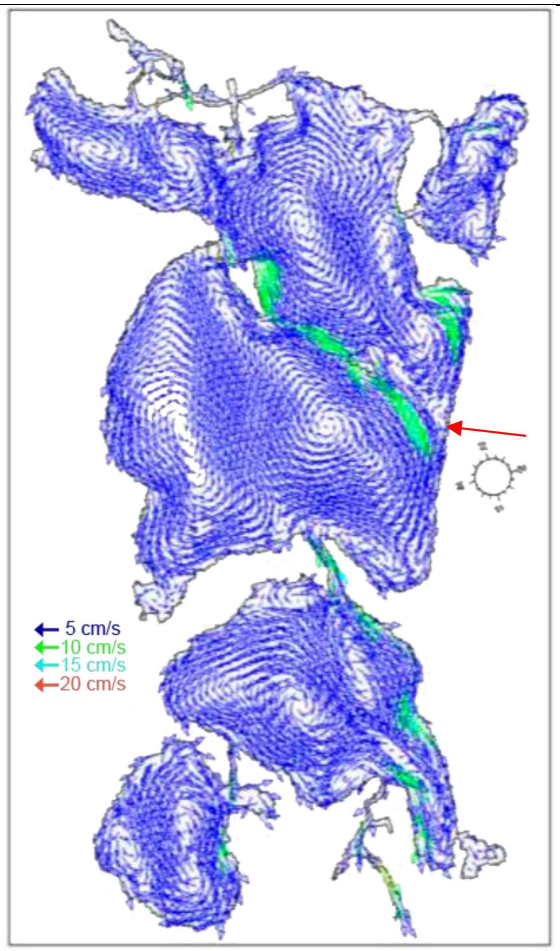


Figura 12. Circulación inducida por un viento soplando de norte a sur con una velocidad de 5 m/s. La flecha color rojo indica la ubicación aproximada del predio del proyecto en la porción Este de la cuenca central.

Del transporte de sedimentos que fue modelado numéricamente demostró que muy probablemente las zonas de bajos encontrados en el sistema lagunar se deben a sedimento que entra por la boca Cancún y es transportado hacia la zona media de Nichupté. El transporte de sedimentos como carga de fondo es un proceso muy lento y ocurre en escalas de años (Carbajal *et al*., 2005). La distribución mostrada en la Figura 13, es después de un año de simulación.

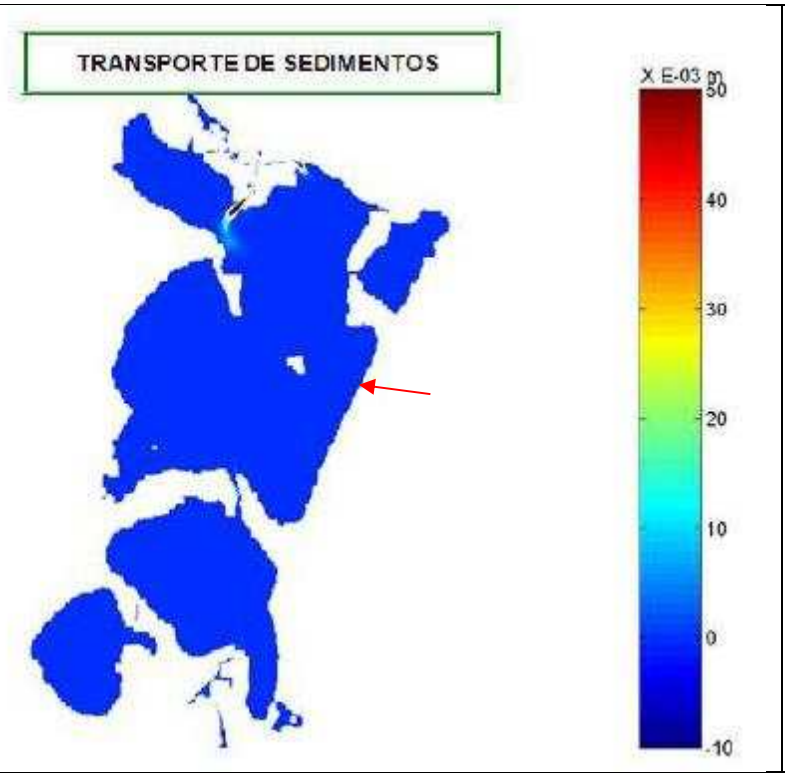


Figura 13 Transporte de sedimentos después de un año de simulación. La flecha color rojo indica la ubicación aproximada del predio del proyecto en la porción Este de la cuenca central.

Del transporte de contaminantes se encontró que los vientos provenientes del noreste y este son bastante efectivos en dispersar los contaminantes cuyas fuentes estuvieron ubicadas en la laguna Bojórquez y en la parte noroeste del Nichupté. Es importante mencionar que no se presentaron modelaciones numéricas sobre la dispersión de contaminantes causadas por la circulación inducida por las mareas. Las mareas son un proceso fundamentalmente oscilatorio, es decir, los contaminantes son desplazados con el flujo en una dirección y traídos de regreso con el reflujo a casi la misma posición que tenían originalmente. En el caso del complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez, el viento es definitivamente el responsable de la dispersión de contaminantes.

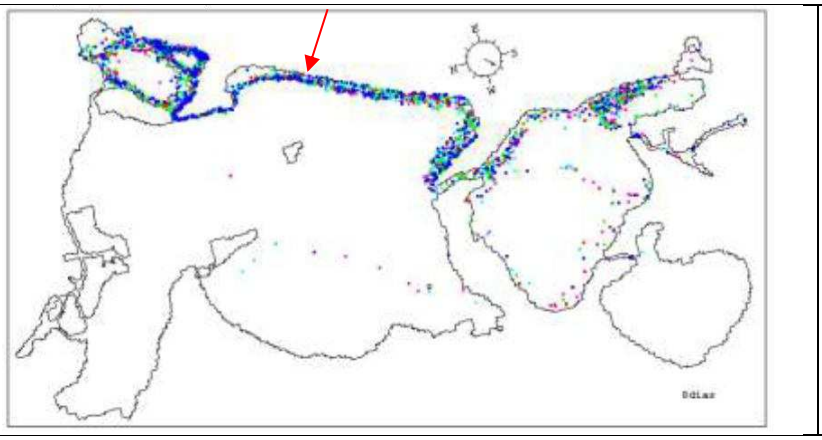


Figura 14 Dispersión de sustancias después de 8 días. La flecha color rojo indica la ubicación aproximada del predio del proyecto en la porción Este de la cuenca central.

C. Calidad del agua

El SLM y en especial la Laguna Bojórquez presentan un notable deterioro de su calidad de agua en los últimos años, evidenciados por estudios en los cuales se han detectado procesos de contaminación, eutrofización, acumulación de sedimentos, así como afectaciones a los humedales. Entre las causas de impacto se encuentran el efecto de los huracanes, el desarrollo turístico, y el crecimiento de la ciudad, que colateralmente han originado el relleno de manglar, tratamiento inadecuado de las aguas residuales, descargas directas del sistema de canalización pluvial, instalación inadecuada de rellenos sanitarios, y falta de regulación naútica. Estas acciones se ven reflejadas en el deterioro de la calidad del agua, la disminución del a transparencia, la acumulación de algas en la superficie, la emisión de malos olores, y la reducida circulación del agua en el sistema lagunar, que conllevan a la degradación del ecosistema (Caracterización del POEL BJ, 2011).

En el caso del Sistema Lagunar Nichupté, las concentraciones para algunos parámetros como los nutrientes han disminuido en siete años (de las mediciones de Carbajal en 2006 y 2007 a las hechas por Hernández-Terrones en 2014), sin embargo aún se está lejos del criterio de calidad del agua, si bien de manera general se cumple con la normatividad, hay sitios en el sistema que presentan problemas por altas concentraciones de nutrientes por ejemplo.

A continuación se realiza el análisis de la forma en la cual la sustitución de infraestructura que realizará el proyecto da cabal cumplimiento a lo establecido en los instrumentos normativos que regulan la protección de los manglares:

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003 son instrumentos jurídicos aplicables al proyecto dado que en su sistema ambiental se ubican áreas de manglar. De ahí que se vinculan a la par dado que sus especificaciones de protección a este ecosistema son equivalentes:

- Artículo 60 Ter de la de la Ley General de Vida Silvestre

En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

"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.

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

- NOM-022-SEMARNAT-2003(publicada en el DOF el 10 de abril de 2003) *que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de* manglar, y Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF).

Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los **humedales en zonas de manglar**, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS.

De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar, y que las solicitudes de modificaciones en materia de impacto ambiental tendrían que justificar para su desarrollo (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparativo de las principales directrices del Art. 60 TER de la LGVS y el numeral 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT.

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
1	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	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:
2	la integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
3	del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
4	de su productividad natural;	Su productividad natural;
5	de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
6	de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
7	o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,	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;
8	o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
		Servicios ecológicos;

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003
		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).

Teniendo en consideración la equivalencia de criterios, se considera que al analizar técnicamente el numeral 4.0 NOM-022-SEMARNAT-2003, se cumple también con el análisis de los siete supuestos del Artículo 60 TER de la LGVS, vinculando de esta manera, al proyecto con dicho término.

De ahí que a continuación solamente se describe el cumplimiento del proyecto con los numerales 4.0 a 4.43 de dicha norma (Cuadro 11).

Cuadro 11. Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyect
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de 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).	El manglar de borde que queda comprendi ZOFEMAT concesionado a la promovente, cuerpo de agua de la Laguna Nichupté más a concesión, conformándose como una franja c diferentes tamaño intercalados en cobertu diferente ancho, composición y estructura segu forma que en la colindancia con el predio del n Restaurante Porfirio's, la franja de mangla presenta solamente mangle rojo con especi borde con el restaurante. Esta franja se amplí con el proyecto y en la parte sur, obse intercalados en su cobertura. Estos claro vegetación de manglar, algunos sin ramas de y otros con alguna rama superior del dosel del El manglar de borde con el que colinda el pro pasará el muelle de entrada, se preservará con ya que para las obras no se aprovechará nin conformación. La superficie de concesión de ZOFEMAT otor cuenta con una superficie total de 650.69 m^2, d de vegetación secundaria de matorral costero, de borde, 23.28 m^2 de un claro sin vegetación de manglar y 7.32 m^2 sin vegetación aparente El proyecto se desplantará en vegetación de m claro sin vegetación, en el área sin vegetación acuática del sistema lagunar Nichupté. Las ob en la zona acuática o inundada, será por medi representando una afectación puntual al fond arenal con algas y de arenal con pastos marin

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Las obras que se desplantan en el claro sin concesionada, en un área que carece de veg cuya altura de las ramas de dosel de esta co trazo del muelle de entrada, sin que represen desarrollo superior del follaje del mangle rojo, b pudiera desarrollarse en el borde colindante por la cual la conformación de las obras tan poda de ejemplares de mangle. Los 407 pilotes que soportarán las obras se diámetro de 12 cm (área de cada uno de 0.0 una afectación puntual de 18.72 m^2; estarán por una distancia de 2.40 m, y las obras estar 1 m sobre el nivel del agua de la laguna. Est que el flujo del agua siga su curso actual natur cual no interfiere en el movimiento del agua parte más somera que colinda con la parte terre más profunda donde se ubicará el muelle. Como ya se detalló en la hidrodinámica, el mov determinado por la acción de los vientos principalmente, siendo el efecto de la marea en el sistema, por lo que la distribución de lo con este movimiento tanto del agua como contaminantes que se da actualmente. Para ya hay pilotes intercalados en el cuerpo de ag flujo de agua y partículas (sedimentos y cor trayectoria natural, siempre que la distancia en como la propuesta por el proyecto. Este r observar en las figuras siguientes.

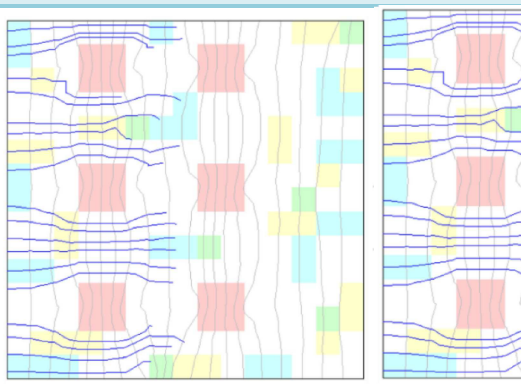
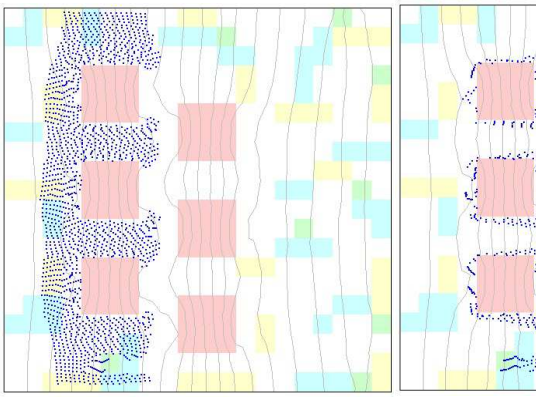
Especificaciones	Acciones del proyecto
	

Figura 15. Representación del movimiento d
estructurales.



Especificaciones	Acciones del proyecto

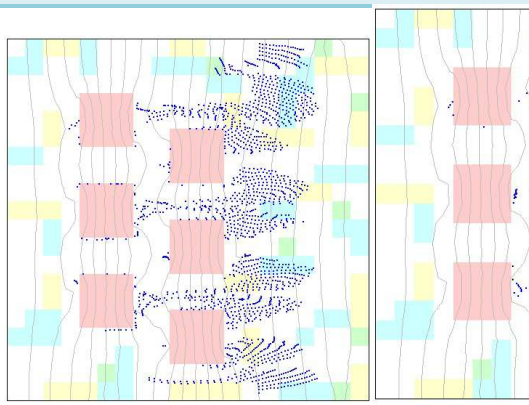


Figura 16. Movimiento de partículas

Las actividades y obras propuestas para el pro
conllevan alguna afectación del humedal, toda
continuidad, contigüidad y funcionalidad eco
mismo, ya que se conservarán los flujos natu
integridad y servicios ecológicos.

El actual aporte de agua superficial desde la
manglar de borde proviene de la lluvia que se
los escurrimientos que se canalizan directa
Kukulcán. Cabe señalar que el desplante de
terrestre tampoco interferirá con el flujo
subterráneo hacia el manglar de borde,
construcciones piloteadas, se mantendrá una
secundaria (40.08 m^2) y manglar (206.36 m^2) q
reforestará está área. El desplante del área
terrestre se ubicará a una distancia de 0.15 a 1
donde hay ejemplares aislados de mangle
ejemplares de mangle Botoncillo (*Conoc*
incrementar la cobertura y retención de sedim

Especificaciones	Acciones del proyecto
	La interacción del humedal con el manglar de medio de las bocas de comunicación del SLN otra al sur. De acuerdo a los estudios de hidro no interferir con el movimiento de agua, no te en este movimiento de agua, que además principalmente entre la zona norte y sur del sis Igualmente se mantendrá la integridad del hur la fauna que ahí alberga. El proyecto al considera las medidas de mit marca el POEL del Municipio Benito Juárez (20 construcción y manejo de residuos, estaría pr que se dan en el sitio y con ello la integral manglar.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo con manglar de borde. Las obras plante interrupción del flujo de agua que pudiera pon e integridad ecológica del humedal.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto no comprende la construcción d muelles que ganen terreno a la unidad hid desplanta en el cuerpo de agua de la laguna, s y en ninguna superficie sobre manglar. Las obras que se proponen no interferirán con registra en el borde lagunar más somero, ni profundidad, como se detalló en el numeral 4.
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.	
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.	

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El proyecto no incluye ningún bordo colinda desplante del área de servicios en la parte te distancia de 0.15 m a 1m del manglar de ejemplares aislados de mangle y se refores mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*), para y retención de sedimentos. Estas obras son p desplante del proyecto no interferirá con el fluj el manglar de borde. Las obras que se desplantan en la zona acua construidas sobre pilotes, circulares, con una d ellos para permitir continúe el flujo natural del a manglar de borde.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se impl suficientes para el manejo de residuos sólidos eventos de contaminación y que los residuo humedal. Durante el manejo de sustancias peligrosas s necesarias para evitar derrames de estas sus De la misma forma, la maquinaria que mantenimiento adecuada para evitar fugas de Cabe señalar que el humedal con manglar laguna que tiene reporte de niveles de contam por lo que sus funciones como filtro se llevan sistema con un grado considerable de degr proyecto haya considerado en su diseño, operación, elementos para evitar incrementar contaminantes que se viertan al sistema lagun <u>Entre los elementos de diseño están</u>: • Se instalará un borde de contención para c de las actividades de limpieza de las insta

Especificaciones	Acciones del proyecto
	con la red interna de drenaje interna, que s drenaje municipal, para evitar el escurrir hacia la laguna. • El diseño del muelle de entrada se limitó al para ajustarlo al claro sin vegetación que e de manglar. • La altura de las obras de igual forma s requerido para su nivel sobre el agua, sien • Se consideró la instalación de tuberías y re área de plataforma para canalizar de mar negras hacia el área de servicios donde municipal. • Instalación de trampas de grasas para la dichos residuos y retirarlos en el sitio de empresa autorizada. <u>Proceso constructivo</u>: • Las obras que se ubican en el cuerpo de sobre pilotes. • Los pilotes serán circulares, con un d separados entre ellos por una distancia de • Adecuación de la plataforma del área de perimetral para contener los residuos qu hacia el manglar de borde. • Usar esta área como área de maniobra par del muelle de entrada y primera parte de plataforma del área de servicios se u portátiles, el material que sea requer

Especificaciones	Acciones del proyecto
	principales de acopio de residuos. Se corta los insumos que sean requeridos. • Se instalará una malla geotextil para conte todo el proceso constructivo de las obras e mantendrá hasta concluir las obras y con u garantizar la precipitación de los sediment • Acondicionada la primera parte de la pla área de maniobra para su conformación. • La limpieza será diaria y en todo moment de residuos al agua o suelo.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	En las obras que se proponen no se contemp del o hacia el humedal. El agua necesaria para la construcción del pipas del servicio público. Para la operación, la conectarán a la red de agua potable del munic Para el manejo de las aguas residuales gen trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a trabajadores, los cuales recibirán limpieza cad la empresa arrendadora. De la misma forma, adecuado de los residuos que se generen almacenamiento temporal y traslado al relleno En la etapa operativa, las obras del proyecto s drenaje de drenaje que conducirá las aguas de servicios donde se conectarán al drenaje forma, se realizará un manejo adecuado de lo Con este manejo se garantiza que el agua afectado por eventos de contaminación adicio en la laguna, que están repercutiendo en las c y a las cuales presentan cierta adaptación.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos,	

Especificaciones	Acciones del proyecto
carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles 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.	Las aguas residuales que se generen serán c de tratamiento municipal por medio de la red c cual estará conectado el proyecto. Los productos químicos y sustancias peligrosa sitio se dispondrán en charolas de contenci posible derrame. Para la construcción de las obras en la zona a
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	malla geotextil para evitar la dispersión de áreas. La superficie donde se desplantará el área sardinel y malla electrosoldada con cubiert manera perimetral, para evitar la dispersión líquidos hacia el manglar y zona acuática. Es colocarán los sanitarios portátiles, contenedor de residuos, área de maniobra para el corte y y residuos. De tal forma que se evite la dispers área de conservación y manglar de borde coli
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.	Las obras y actividades que se proponen no agua en áreas colindantes al manglar. El agua requerida para su construcción proven público. Durante la operación las obras del pr la red de agua potable del municipio.
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.	Durante el proceso de construcción de las obr vigilará que no se introduzcan especies in perjudiciales. En el proyecto se contempla conformar jardine nativas propias de los ecosistemas presentes especies exóticas de la región, que no est invasoras por la CONABIO.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	En el área de concesión de ZOFEMAT se ubic la especie exótica *Terminalia catappa*, que si individuos arbóreos crean un microambiente permite el establecimiento de varias especies por la gran cantidad de materia orgánica que g hojas y frutos.
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.	Con las obras que se proponen no se prevén entre el aporte hídrico y el proveniente de las Las obras del proyecto no interrumpirán el inte humedal y el mar, dado que se da por med Cancún ubicado al norte del Sistema Lagunar
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 sea 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.	Las obras planteadas no implican la cor comunicación sobre el humedal.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo, la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	Las obras planteadas no implican la cor comunicación aledañas, colindantes o parale costero.
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	En el proyecto la infraestructura de energía e subterránea para el área de servicios e interna la plataforma donde se ubican las obras en la

Especificaciones	Acciones del proyect
lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	Las obras que contempla el proyecto no cum 100 m respecto del humedal con manglar. Por lo anterior, el proyecto se apega a lo que de la presente norma.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	El material de construcción que utilizará el bancos de material pétreo autorizados comercialización.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no considera la afectación de vege manglar en ninguna de sus obras o actividade
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	Las obras que se proponen no contemp actividades en el área de humedal con mangla
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos durante el proceso con serán dispuestos adecuadamente en cont retirados diariamente hacia el sitio de acop disposición final en el relleno sanitario del mur Asimismo, se retirarán del predio los re acumulados en su superficie por personas a debido a la carencia de vigilancia permanente

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.21 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 receptoras 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.	Las obras que se proponen corresponden a turístico comercial, y no comprenden gra infraestructura acuícola.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	Las obras que se proponen son de tipo tu contemplan realizar obras de canalización n ningún tipo dentro del manglar. Asimismo, no acuícolas ni de producción de sal.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	

Especificaciones	Acciones del proyect
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	Las obras que se proponen en el cuerpo de a lagunar más profunda) se propone que se pilotes para no alterar el flujo superficial del ag locales (madera de zapote), con una distancia el nivel del agua, por lo que se someten a aut impacto ambiental, proponiendo una serie monitoreo.
4.29 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.	Las obras que se propone no contemplan náutico en el humedal con manglar, ya que transiten de manera habitual por la Laguna, p en el proyecto para consumir alimentos instalaciones, siendo que los puntos de amarr están retirados de la zona de manglar de bord
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 tránsito náutico en el SLN está regula competentes, y el proyecto no representará cantidad, sino que solamente ofrecerá un serv provisión de alimentos y recreativo en sus inst
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.	Las obras que se proponen no contemplan humedal.
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	El manglar de borde que se ubica en la conce zona contigua, no será fragmentado por las ob El manglar de borde presenta un claro sin veg de la concesión, donde por sus dimensiones y de manglar, fue considerado para el desplant del proyecto, que permitirá el arribo de los us

Especificaciones	Acciones del proyecto
longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	Blvd. Kukulcán hacia los restaurantes y obras laguna Nichupté.
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.	Las obras que se proponen no conte canalización.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Las obras que se propone no prevén actividade de borde, por lo que no habrá compactación d El hincado de los pilotes se llevará a cabo e manglar donde solamente se registrará una a momento de su hincado. Este proceso constru afectación al flujo de agua y movimiento na partículas que actualmente existe en la lagu borde.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	El proyecto no considera la afectación ni aprov superficie de manglar de borde solamente a secundaria de matorral costero, área sin vege claro sin vegetación y fondo lagunar. Las especies que se perderán por el desmon *T. catappa*, catalogada como exótica.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo a como se determinen en el Informe Preventivo.	La totalidad del manglar de borde comprend mantendrá como área de conservación, y s aledaño al área de servicios y muelle de botoncillo, para que se incremente la cobertu zona. El establecimiento de esta especie se humedal con manglar dado que habrán más a los servicios ambientales que proporciona e
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de	

Especificaciones	Acciones del proyecto
vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	Las obras que nos ocupan no contemplan humedal costero. Solamente se propone la lagunar que quede en la colindancia con el á de entrada con ejemplares de mangle botoncill su cobertura y servicios ambientales.
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.	 Borde del manglar susceptible de reforestaci roja.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El diseño de las obras planteadas considerarc técnicas que se integraron en los estudios qu proyecto en el sitio y área de estudio in publicados al respecto. Es importante señalar que los estudios genera Lagunar Nichupté permitieron tener el pano transporte de sedimentos y contaminantes cuencas que lo conforman a nivel del Sis estudios fueron hechos con métodos de valide instituciones reconocidas en el País y cuyos re

Especificaciones	Acciones del proyecto
	perfectamente aplicables a sitios particulares Barrio del Mar. Su temporalidad a lo largo de v en uno o varios años, les añade mayor va medición y análisis que muchas veces esc hidrodinámica puntuales que se efectúan para Los resultados principales de estos estudios Ambiental definido para evaluar los impactos d particular, están contenidos en el Capítulo IV d
Artículo Único.- Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue: "4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."	El proyecto no contempla la realización de nin contempladas en los numerales 4.4, 4.14 y 4.2 Respecto a los numerales 4.14 y 4.16 , el pro distancia mínima de 100 m con respecto al lín humedal con manglar, por lo que se presentan de compensación en beneficio de los humeda ✓ El proyecto llevará a cabo la reforestaci en la sección de terreno que colindará de servicios. En esta actividad se p *Conocarpus erectus* para incrementar en las zonas que no están inunda incrementando con ello sus servicios a ✓ El promovente participará con los pro protección de los humedales con mang en el Municipio. ✓ El promovente se coordinará con Naturales Protegidas para contribuir 1,000 m^2 manglar en la zona que Protección de Flora y Fauna Manglare que la CONANP indique la ubicaci contribuirá con la reforestación, los mét de dicha actividad, se informará a la D

Especificaciones	Acciones del proyecto
	SEMARNAT, para dar seguimiento compensación.

3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El predio se ubica a una distancia de 1,235.64 m del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, la cual se estableció mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de febrero de 2008. De acuerdo con la zonificación del ANP, el predio se ubica frente a una zona de preservación a una distancia de 486.51 m, la cual no se verá afectada a causa del proyecto, ya que se tomarán las medidas necesarias para evitar impactos al sistema lagunar.

Por otra parte, el predio se ubica a una distancia de 2,680.57 m del polígono del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, que fue decretado como ANP mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de julio de 1996.

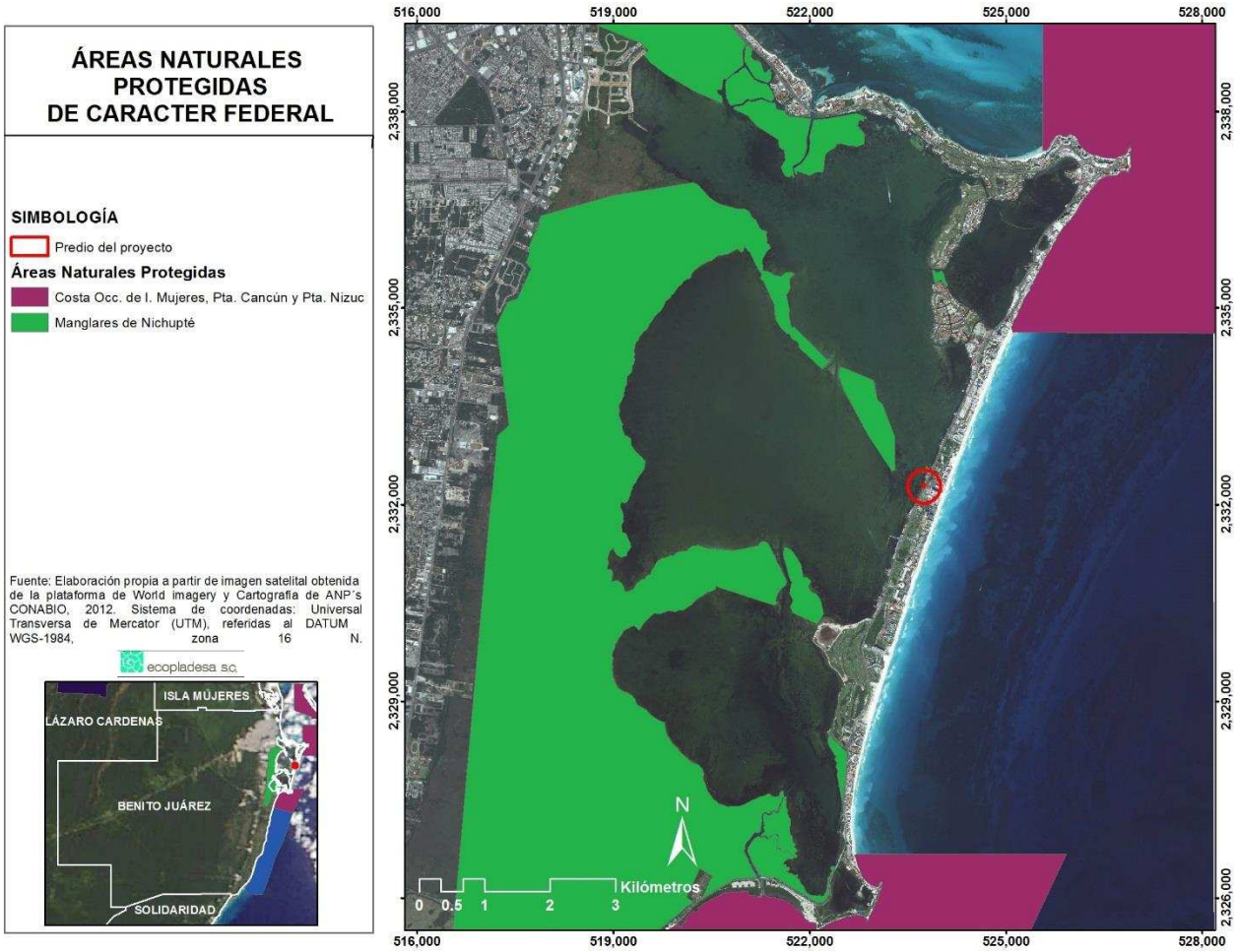


Figura 17. Ubicación del polígono del predio respecto de los polígonos del Programa de Manejo del Parque Marino y del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

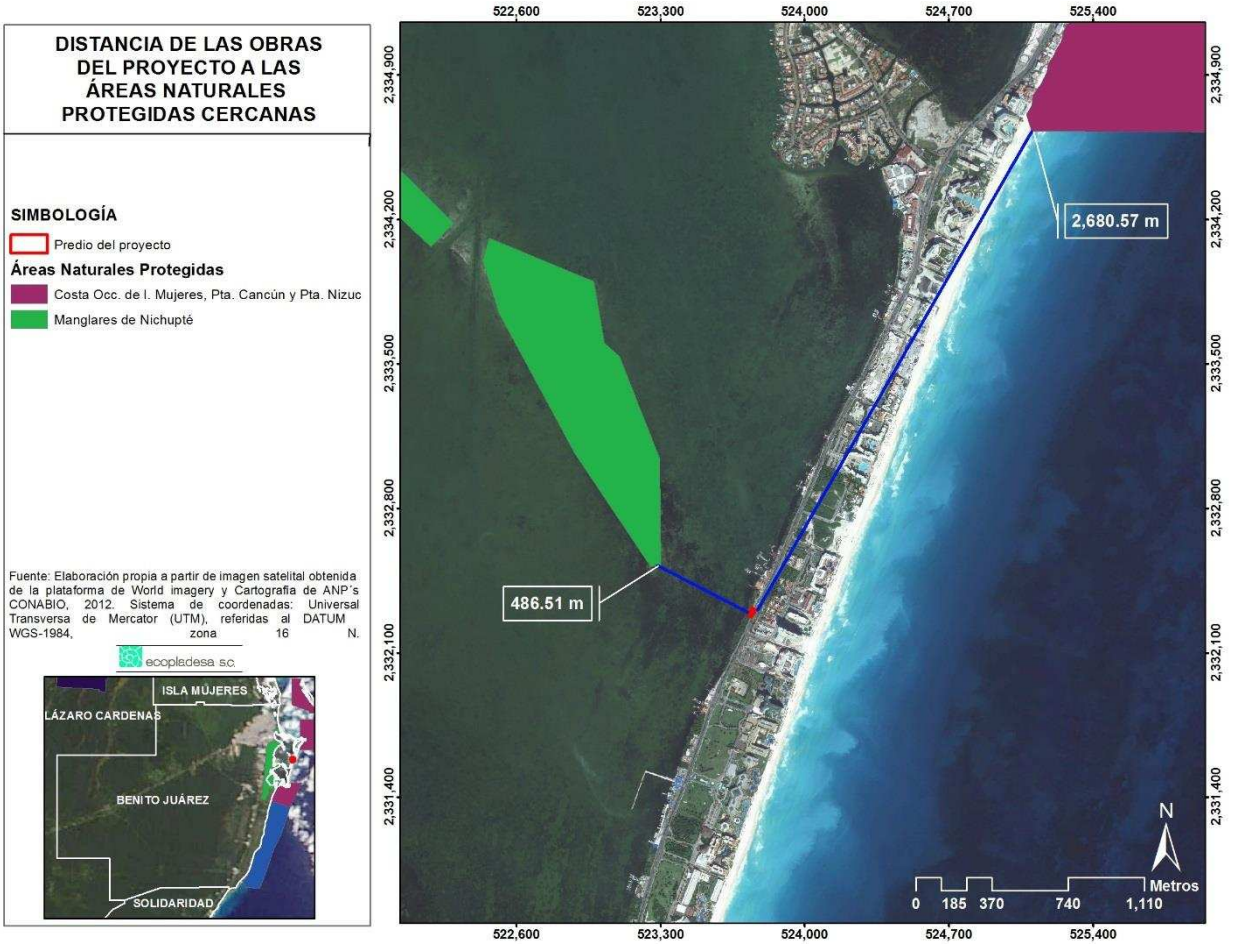


Figura 18. Distancia de las obras del proyecto a los polígonos del Programa de Manejo del Parque Marino y del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté

3.3. SITIOS RAMSAR.

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo" (Official site of the secretariat for the Convention on Wetlands).

El Convenio de Ramsar, o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fueron firmados en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas).

México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional. En

febrero de 2008, se establecieron 158 partes contratantes, dando un total de 1,720 sitios designados, cubriendo un área de 159 millones de hectáreas. México, por su parte, en 2007 contaba con 112 sitios Ramsar en una superficie de ocho millones de hectáreas (CONANP).

En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, 1777 y 1921). El predio del proyecto se ubica a una distancia de 486.51 m del Sitio Ramsar Manglares de Nichupté con No. 1777, que ha sido designado como humedal de importancia internacional. En la siguiente imagen se presenta la ubicación del proyecto con respecto al Sitio Ramsar 1777 y se presenta la ficha técnica del sitio.

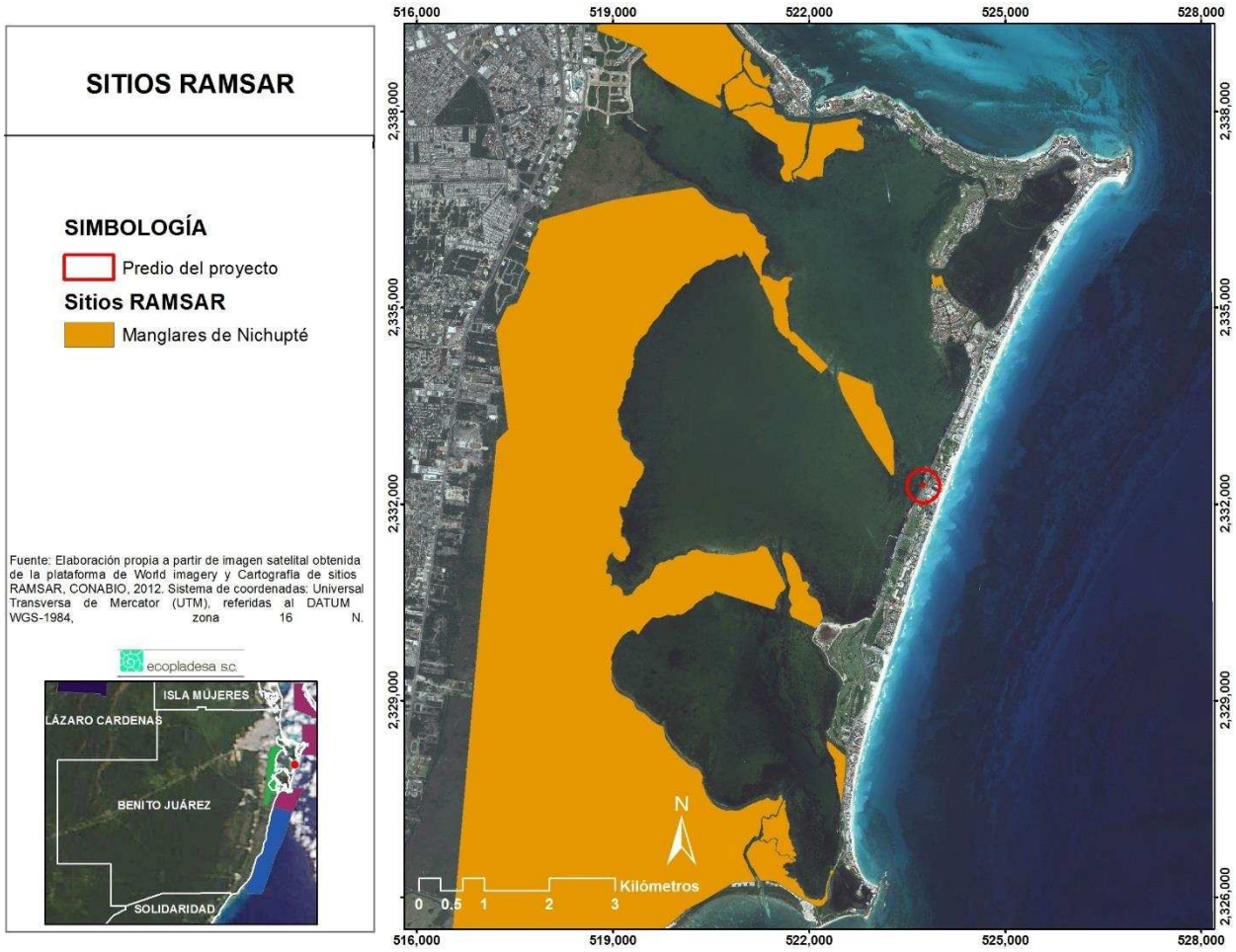


Figura 19. Ubicación del polígono del predio respecto al sitio Ramsar 1777.

Cuadro 12. Ficha Técnica Manglares de Nichupté

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
Estado	Quintana Roo
Extensión	4,257 ha
Coordenadas	Límites: 21° 0' 7" N - 86° 46' 3" W y 21° 9' 32" N - 86° 50' 46" W , Centro: 21° 4' 50" N - 86° 48' 25" W
Ubicación General	Manglares de Nichupté se localiza en el estado de Quintana Roo y exclusivamente dentro del ámbito territorial del Municipio de Benito Juárez, en las zonas inmediatas de Manglares de Nichupté (MDN) incluyendo la zona federal marítimo terrestre y posee una población de 572,973 habitantes según el II Conteo de Población y Vivienda 2005. Colinda al oeste con terrenos ejidales y particulares, al norte con el Boulevard Kukulcán, al este con MDN y al sur con terrenos particulares. Se encuentra dentro de la región denominada "Planicie Costera Suroriental", que se extiende desde la Sierra de Naolinco, en el centro de Veracruz, abarcando el Istmo de Tehuantepec, casi la totalidad del estado de Tabasco, porciones del estado de Chiapas y la Península de Yucatán.
Descripción:	El manglar opera como refugio de numerosas especies animales, terrestres y acuáticas, migratorias o locales, además de ser fuente de nutrientes - vía detritus - de una gran diversidad de organismos de diferente nivel trófico pues llegan a constituir hasta el 75 % del alimento de varios heterótrofos (Vázquez –Yañez *et al.,* 1999). A su vez, resultan ser importantes estabilizadores de sedimentos en ambientes con flujos de agua tranquilos como son los que se presentan en el SLN. Existen densos manglares de franja que protegen a las áreas de tierra adentro de la acción del oleaje provocado durante el paso de huracanes y tormentas. También destaca su importancia por el valor paisajístico de la zona y su importancia como sitio para la realización de un turismo de bajo impacto que permite a la gente gozar de los escenarios naturales que el área posee. De esta forma el área actúa como importante marco para el desarrollo turístico y económico de la región, generando al mismo tiempo en cada una conciencia hacia la conservación y valoración de los recursos naturales del sistema, del país y del mundo. Otra característica importante del sitio es que se han encontrado restos arqueológicos de la cultura maya, cuyo estado de conocimiento es pobre y requiere de estudios y un manejo adecuado para garantizar su conservación.
Criterios de Ramsar	**Criterio 1**: La selva baja caducifolia ocurre de manera restringida en la Península de Yucatán, y en especial en el estado de Quintana Roo, ya que su desarrollo está asociado a condiciones edáficas muy particulares, como afloramientos de roca (Durán 1986). En Quintana

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
	Roo, este tipo de vegetación se encuentra sólo en la costa del Caribe, donde su distribución es particularmente discontinua. Igualmente, la presencia de cenotes, humedales costeros de cuevas cársticas, lo hace un ecosistema especial. **Criterio 2:** El sitio alberga especies de la flora y fauna bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-ECOL-2001, como son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle negro (*Avicennia germinans*), Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*) y Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), catalogadas como especies que están sujetas a protección especial. Además también existe la Palma de Chit (*Thrinax radiata*), catalogada como amenazada. Faunísticamente ocurren especies como la iguana (*Ctenosaura similis)* catalogada como amenazada, el cocodrilo (*Crocodylus moreletii*), la Rana leopardo (*Rana berlandieri*) Sujetas a Protección Especial y a la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) en peligro en extinción. Cada una de estas especies encuentra en este lugar un espacio indispensable para su alimentación y reproducción.

Vinculación con el proyecto:

El predio del proyecto posee vegetación secundaria derivada de matorral costero, que se dio como resultado del efecto de borde de la vialidad existente, lo que permitió la propagación de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*), que predomina en el predio. También se desarrolla vegetación de manglar de borde.

Las obras que se proponen se desplantarán sobre una superficie de 394.12 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en un claro sin vegetación y en áreas sin vegetación aparente, en un área previamente impactada que no presta servicios ecosistémicos importantes dentro del área concesionada. El resto del área concesionada se destinará para conservación, por lo que se mantendrá con la vegetación secundaria derivada de matorral costero y la totalidad de vegetación de manglar de borde, donde están las especies protegidas.

En el área de conservación se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en el borde que queda junto a la zona inundable, con el fin de promover la creación de hábitats para la fauna y continuidad de los procesos biológicos.

El muelle de entrada pasará a través de un claro existente que hay entre la vegetación de manglar de borde y se desplantará en pilotes, por lo que no se afectará este tipo vegetación. Las obras que quedan en la laguna se desplantarán sobre pilotes, que ocuparán una superficie de 18.72 m^2 de arenales, de arenales con algas, y de arenales con pastos marinos, lo cual representa el 0.00006% del sistema ambiental, que se considera mínimo.

3.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL*. 2000).

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga et al., 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

3.4.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias.

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, dicha institución inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, con la finalidad de establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km^2 (Figura 20).

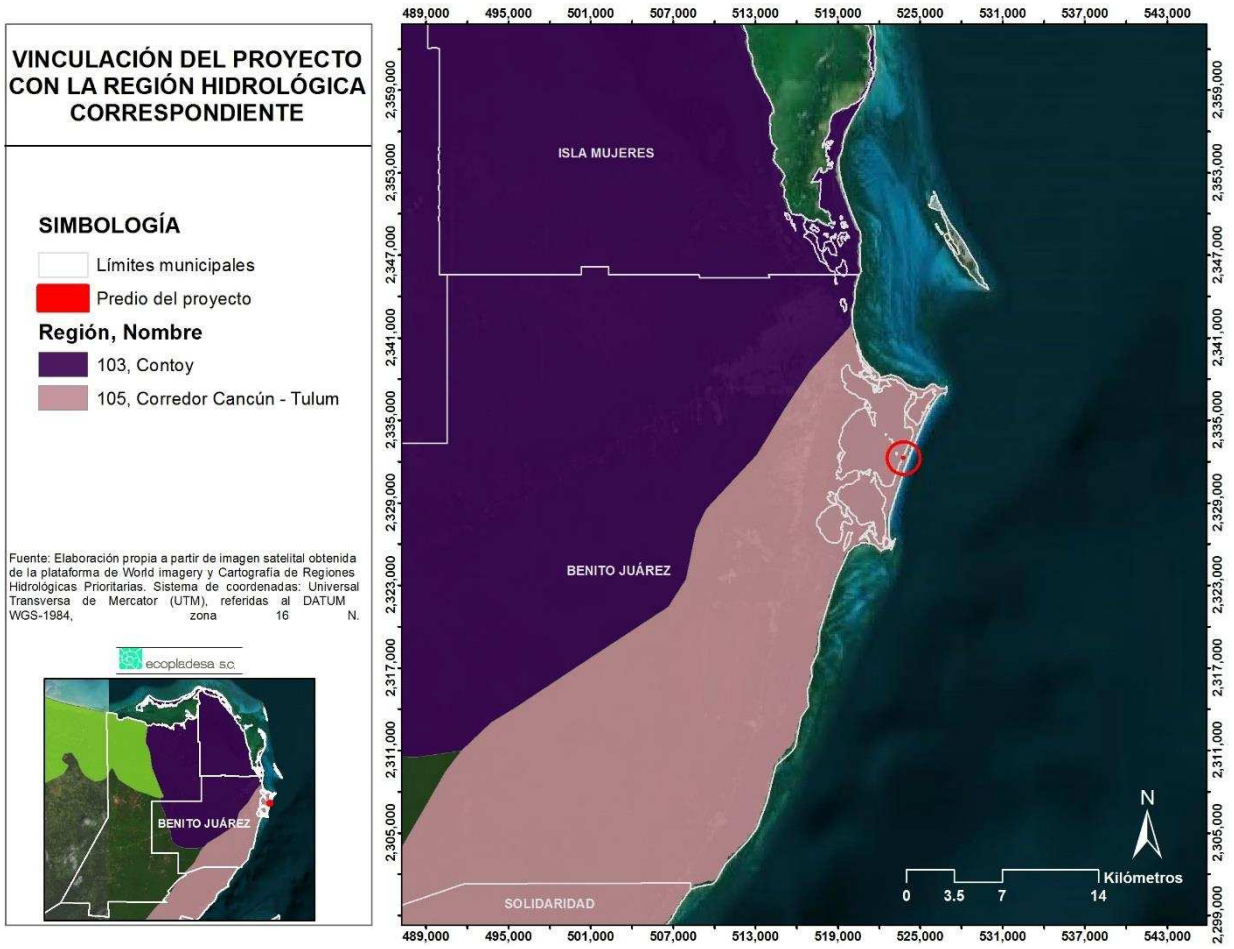


Figura 20. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Cancún Tulum.

Lénticos:	Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera,* tasiste *Acoelorrhaphe wrightii, Annona glabra, Atriplex cristata, Bactris balanoidea,* ramón *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras,* chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia, Capparis flexuosa, C. incana, Coccoloba réflex flora*, *C. uvifera*, palma nakax*Coccothrinax readii,Cordia sebestena, Crescentia cujete, Curatella americana, Cyperus planifolius, Dalbergia glabra, Eugenia lundellii,* palo de tinte *Haematoxylum campechianum, Hampea trilobata, Hyperbaena winzerlingii, Ipomoea violacea,* chicozapote *Manilkara zapota,* chechén *Metopium brownei, Pouteria campechiana, P. chiricana,* palma *Pseudophoenix sargentii*, mangle rojo *Rhizophora mangle,* palma chit *Thrinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis, Cocconeis placentula, Cyclotella meneghiniana, Cymbella turgida, Diploneis puella, Eunotia maior, E. monodon, Gomphonema angustatum, G. lanceolatum, Nitzchi ascalaris, Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi;* los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis, Eucyclop sagilis, Macrocyclops albidus, Mastigodiapto mustexensis, Mesocyclop sedax, Mesocyclop s*sp. *Schizopera tobae cubana, Thermocyclops inversus, Tropocyclops prasinus mexicanus, T. prasinuss;* los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata, Chlamydotheca mexicana, Cypridopsis niagrensis, C. rhomboidea, Cyprinotusputei, C. symmetricus, Darwinulaste vensoni, Eucypris cisternina, E. serrato marginata, Herpeto cypris meridiana, Meta cypris americana, Stenocypris*

	fontinalis, Strandesia intrepida, S. obtusata; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus, Cichlasoma friedrichsthali, C. robertsoni, C. salvini, C. synspilum, C. urophthalmus, Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatana, Heterandria bimaculata, Poecilia mexicana, P. orriy P. petenensis*; la anguila americana *Anguilla rostrata,* el carácido *Astyanax aeneus* y el bagre *Rhamdia guatemalensis*. Endemismos del isópodo *Bahalana mayana*; de los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenoticola*, *Tuluweckelia cernua*; del ostrácodo *Danielopolina mexicana*; del remípedo *Speleonectes tulumensis*; del termosbenáceo *Tulumella unidens,* los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces *Astyanax altior,* la brótula ciega *Ogilbia pearsei,* la anguila *Ophisternon infernale, Poecilia velifera;* de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata,* el loro yucateco *Amazona xantholora*, que junto con el manatí *Trichechus manatus* se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama *Caretta caretta,* blanca *Chelonia mydas,* laúd *Dermochelis coriacea* y el merostomado *Limulus polyphemus*. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorpioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata,* jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguililla cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hocofaisán *Crax rubra,* el trepatroncos alileonado *Dendrocincla anabatina,* garcita alazana *Egretta rufescens*, halcón palomero *Falco columbarius*, el gavilán zancudo *Geranospizac aerulescens,* el bolsero yucateco *Icterus auratus,el bolsero cuculado I. cucullatus, zopilote rey Sarcoramphus papa, golondrina marina Sterna antillarum, Strixnigro lineata y los mamíferos mono aullador Alouatta pigra, mono araña Ateles geoffroyi, grisón Galictis vittata y oso hormiguero Tamandua mexicana.*
Aspectos económicos:	Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.

Problemática: *- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto posee vegetación secundaria derivada de matorral costero, que se dio como resultado del efecto de borde de la vialidad existente, lo que permitió la propagación de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*), que predomina en el predio. También se desarrolla vegetación de manglar de borde.

Las obras que se proponen se desplantarán sobre una superficie de 394.12 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en un claro sin vegetación y en áreas sin vegetación aparente, en un área previamente impactada que no presta servicios

ecosistémicos importantes dentro del área concesionada. El resto del área concesionada se destinará para conservación, por lo que se mantendrá con la vegetación secundaria derivada de matorral costero y la totalidad de vegetación de manglar de borde, donde están las especies protegidas.

En el área de conservación se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en el borde que queda junto a la zona inundable, con el fin de promover la creación de hábitats para la fauna y continuidad de los procesos biológicos.

El muelle de entrada pasará a través de un claro existente que hay entre la vegetación de manglar de borde y se desplantará en pilotes, por lo que no se afectará este tipo vegetación. Las obras que quedan en la laguna se desplantarán sobre pilotes, que ocuparán una superficie de 18.72 m^2 de arenales, de arenales con algas, de arenales con pastos marinos, lo cual representa el 0.00006% del sistema ambiental, que se considera mínimo.

De acuerdo con la caracterización realizada, en el sistema lagunar solo se registraron pocos organismos de fauna, y en caso que se registren organismos bentónicos en el área de desplante de los pilotes, se realizará su rescate y reubicación dentro del sistema lagunar.

Las actividades que se realizarán son acordes con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún y se respetan los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en la normatividad ambiental vigente.

- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, el proyecto contará con un Programa de Manejo de Residuos, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se tendrá la infraestructura adecuada para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se trasladarán al relleno sanitario dela Ciudad de Cancún en la etapa constructiva, y en la etapa operativa serán entregados al servicio de limpia. En el caso de las aguas residuales, durante la construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza por parte de la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento. Para la operación del proyecto, se realizará la conexión de las obras con la red de drenaje municipal, que conduce las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Todas las instalaciones tendrán su acometida o conexión inicial en el nivel de calle (Boulevard Kukulcán), y se conectarán a la plataforma principal por medio del muelle de entrada (en su parte inferior), permitiendo que todas las instalaciones tengan un fácil mantenimiento en este punto.

Las redes sanitaria y de agua potable correrán a la largo de la plataforma a través de tubería de PVC y registros. También se contará con trampas de grasas en las cocinas de

los restaurantes. Las instalaciones eléctricas se instalarán al interior de las obras y no serán visibles.

Las instalaciones recibirán mantenimiento de manera periódica, verificando cada una de las juntas y conexiones para evitar que haya escurrimientos hacia la laguna.

- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (Cocos nucifera) y tasiste (Acoelorraphe wrigthii).

Vinculación con el proyecto: No se hará uso ilegal de estos recursos. No se emplearán palmas de coco (*Cocos nucifera*) y tasiste (*Acoelorraphe wrigthii*).

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

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos, con el fin de evitar problemas de contaminación del suelo y del agua. Durante la construcción del proyecto, se utilizarán sanitarios portátiles para el manejo de las aguas residuales. Para la etapa operativa, se realizará la conexión de las obras a la red de drenaje municipal, que conduce las aguas residuales a una planta de tratamiento.

De manera periódica se verificarán las juntas, conexiones y registros de la red sanitaria de la plataforma, para verificar que se encuentren en buenas condiciones.

El predio no se ubica en alguna Área Natural Protegida, se ubica a una distancia de 486.51 m del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté y una distancia de predio el Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, las cuales no se verán afectadas por las actividades del proyecto, ya que se tomarán las medidas necesarias para evitar derrames de aguas residuales y la disposición inadecuada de residuos.

Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica Prioritaria: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

3.4.2. Regiones Marinas Prioritarias.

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin

embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 21).

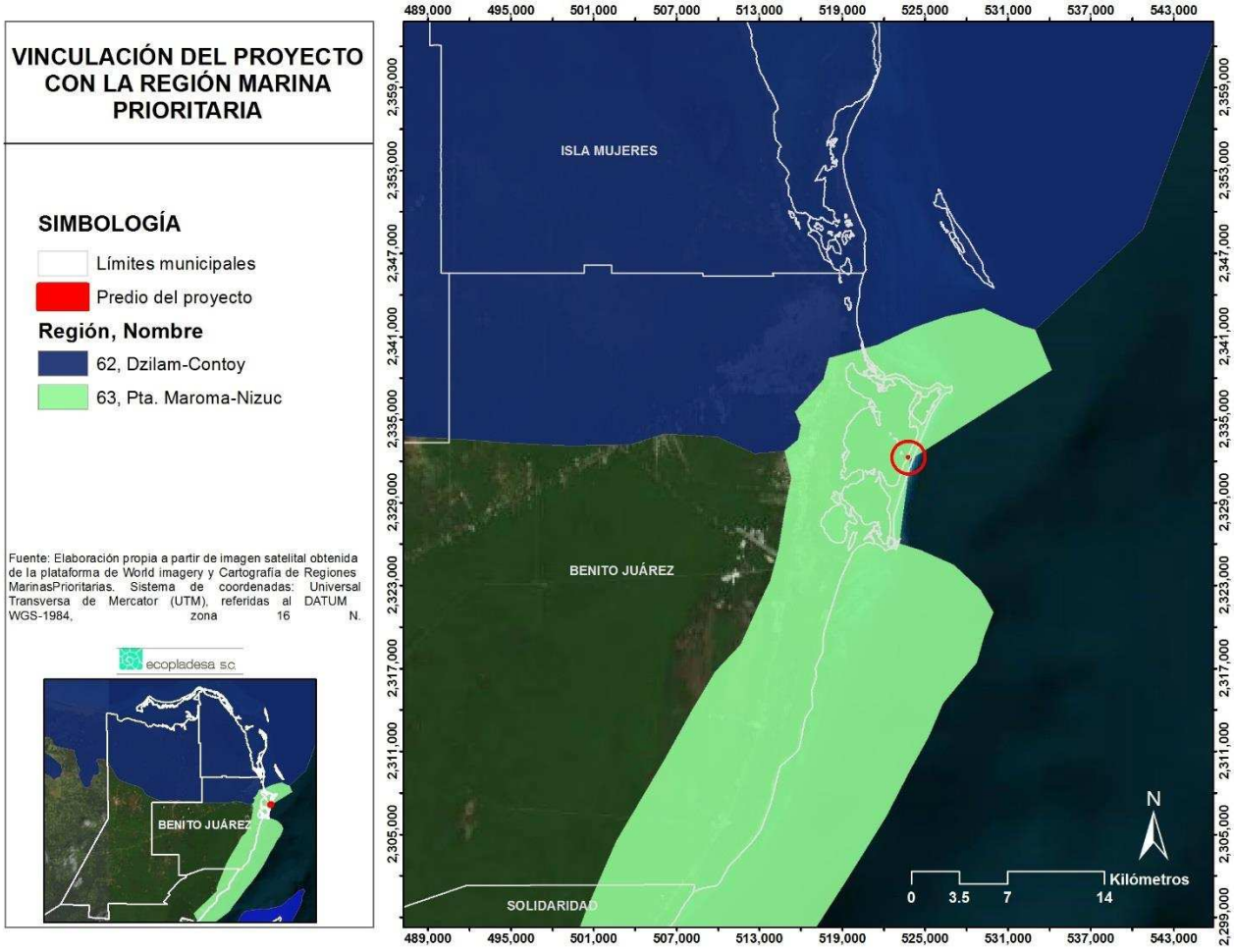


Figura 21. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 1005 km^2

Polígono: Latitud. 21°11'24" a 20°32'24"
Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"
Clima: cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

Descripción: arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.

Oceanografía: predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.

Aspectos económicos: zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.

PROBLEMÁTICA: *Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.*

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto posee vegetación secundaria derivada de matorral costero, que se dio como resultado del efecto de borde de la vialidad existente, lo que permitió la propagación de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*), que predomina en el predio. También se desarrolla vegetación de manglar de borde.

Las obras que se proponen se desplantarán sobre una superficie de 394.12 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, en un claro sin vegetación y en áreas sin vegetación aparente, en un área previamente impactada que no presta servicios ecosistémicos importantes dentro del área concesionada. El resto del área concesionada se destinará para conservación, por lo que se mantendrá con la vegetación secundaria derivada de matorral costero y la totalidad de vegetación de manglar de borde, donde están las especies protegidas.

En el área de conservación se contempla llevar a cabo acciones de reforestación en el borde que queda junto a la zona inundable, con el fin de promover la creación de hábitats para la fauna y continuidad de los procesos biológicos.

El muelle de entrada pasará a través de un claro existente que hay entre la vegetación de manglar de borde y se desplantará en pilotes, por lo que no se afectará este tipo vegetación. Las obras que quedan en la laguna se desplantarán sobre pilotes, que ocuparán una superficie de 18.72 m^2 de arenales, de arenales con algas, y de arenales con pastos marinos, lo cual representa el 0.00006% del sistema ambiental, que se considera mínimo.

De acuerdo con la caracterización realizada, en el sistema lagunar solo se registraron pocos organismos de fauna, y en caso que se registren organismos bentónicos en el área de desplante de los pilotes, se realizará su rescate y reubicación dentro del sistema lagunar.

Por otra parte, para reducir el impacto sobre los arenales con algas y con pastos marinos, se contempla utilizar mallas antidispersión durante el hincado de los pilotes, con el fin de que los sedimentos no se dispersen hacia otras zonas.

Las actividades que se realizarán son acordes con lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún y se respetan los criterios establecidos en la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en la normatividad ambiental vigente.

***Contaminación**: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

Vinculación con el proyecto: Durante la construcción del proyecto se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza por parte de la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento. Estos sanitarios estarán ubicados en el área que será ocupada por el área de servicios y el estacionamiento.

Para la operación del proyecto, se realizará la conexión de las obras con la red de drenaje municipal, que conduce las aguas residuales a una planta de tratamiento.

Todas las instalaciones tendrán su acometida o conexión inicial en el nivel de calle (Boulevard Kukulcán), y se conectarán a la plataforma principal por medio del muelle de entrada (en su parte inferior), permitiendo que todas las instalaciones tengan un fácil mantenimiento en este punto.

Las redes sanitaria y de agua potable correrán a la largo de la plataforma a través de tubería de PVC y registros. La plantaforma contará con un borde de contención para canalizar las aguas grises de la limpieza al drenaje municipal. También se contará con trampas de grasas en las cocinas de los restaurantes. Las instalaciones eléctricas se instalarán al interior de las obras y no serán visibles.

Las instalaciones recibirán mantenimiento de manera periódica, verificando cada una de las juntas y conexiones para evitar que haya escurrimientos hacia la laguna.

Uso de recursos*: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*

Vinculación con el proyecto: El proyecto colinda con el Sistema Lagunar Nichuté, sin embargo, no se realizarán actividades en el cuerpo de agua, por lo que no se prevén afectaciones sobre este por causas del proyecto.

Especies introducidas: de *Cassuarina* spp y *Columbrina* sp.

Vinculación con el proyecto: Dentro del predio del proyecto no se registraron especies consideradas por la CONABIO como exóticas invasoras. Se registró una especie exótica como es el almendro (*Terminalia catappa*), la cual predomina en el predio, que se estableció cuando fue construida la vialidad existente.

Se contempla realizar la erradicación de esta especie en el área de desplante del proyecto, no se considera su erradicación en el área de conservación ya que algunos de los árboles quedan entre la vegetación de manglar mixto de borde.

Conservación: Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La Laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

Grupos e instituciones: UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka´an A.C, Gema.

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

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 4
1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA. 4
1.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL. 5
2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL. 7
3 ASPECTOS ABIÓTICOS. 8
3.1 CLIMA. 8
3.1.1 Fenómenos climatológicos. 12
3.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. 14
3.3 EDAFOLOGÍA. 16
3.4 HIDROLOGÍA. 18
3.4.1 Hidrología Subterránea Regional. 18
3.4.2 Hidrología Superficial Regional. 20
3.4.3 Batimetría del Sistema Lagunar Nichupté. 21
3.4.4 Hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté. 23
3.4.5 Transporte de sedimentos. 35
3.4.6 Calidad del Agua del Sistema Lagunar Nichupté. 37
3.4.7 Transporte de Contaminantes (Carbajal, 2009). 40
4 ASPECTOS BIÓTICOS. 46
4.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA. 46
4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL. 51
4.3 CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DE LA PARTE ACUÁTICA DEL SA. 58
5. CARACTERIZACIÓN DE HIDRODINÁMICA Y BIÓTICA DEL SITIO DEL PROYECTO. 69
5.1. HIDRODINÁMICA Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES Y SEDIMENTOS DEL ÁREA DEL PROYECTO (CARBAJAL, 2009). 69
5.2. CARACTERIZACIÓN DE FLORA TERRESTRE DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO. 73
5.2.1. Metodología. 73
5.2.2. Descripción del método de muestreo. 74
5.2.3. Resultados. 81
5.2.4. Descripción de la vegetación. 86
5.2.5. Discusión y conclusiones. 92
5.3. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO. 92
5.3.1. Metodología. 92
5.3.2. Resultados. 93
5.4. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA ZONA LAGUNAR. 95
5.4.1. Metodología. 95
5.4.2. Resultados 95
6. PAISAJE. 103
6.1. EVALUACIÓN DEL PAISAJE. 104
6.2. ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES. 109
7. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL. 111
8. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS. 114
8.1. ANTECEDENTES. 114
8.2. DINÁMICA POBLACIONAL. 115

8.3. MIGRACIÓN. 115
8.4. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA.) 115
8.5. VIVIENDA. 116
8.6. ASPECTOS URBANOS. 116
8.7. EQUIPAMIENTO. 118
8.7.1. Manejo de Residuos Sólidos 118
8.7.2. Manejo de Residuos Líquidos. 119
8.8. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS. 120
8.9. SECTOR TERCIARIO: TURISMO. 121
8.10. SECTOR PRIMARIO: AGRICULTURA. 122
8.11. SECTOR SECUNDARIO: INDUSTRIA. 122

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto "**Barrio del Mar**". La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna principalmente del área marina del área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Adicionalmente, se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), así como los informes de estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal en coordinación con alguna de las instituciones antes señaladas, entre otros.
Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del Sistema Ambiental, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortofotomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización espacial del Sistema Ambiental del proyecto.

1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta. Conforme a lo anterior, se describen los criterios considerados para el establecimiento de los límites del SA para el proyecto:

- **Localización del proyecto:** El predio del proyecto se encuentra colindante al Este con el boulevard Kukulkán en la zona hotelera de la ciudad de Cancún, y colinda al Oeste con el cuerpo central del Sistema Lagunar Nichupté (SLN).

- **Continuidad de los ecosistemas:** Se utilizó como límites aquellas barreras físicas y naturales existentes en el sitio con los cuales tendría relación directa. En su colindancia Oeste se ubica el SLN el cual está dividido en varios cuerpos de agua interiores que presentan características bióticas y abióticas particulares, que dependiendo de su ubicación y comunicación entre ellas están más relacionadas unas con otras. Esta continuidad y procesos se definió con base en la bibliografía técnica disponible del SLN.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes aéreas, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo; la asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir del conocimiento de la zona y de los resultados obtenidos de la prospección de campo.

1.2 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El sistema ambiental debe considerarse como un espacio geográfico con características específicas tales como: extensión, uniformidad y funcionamiento. Los límites de un sistema ambiental dependen de la continuidad del ecosistema o de los ecosistemas que lo conforman. Para poder establecer estos límites es necesario considerar sus componentes ambientales, es decir, geoformas, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura, paisaje, e igualmente considerar los factores tales como calidad, cantidad, extensión, entre otros. Además, se debe tener en cuenta la interacción de estos con el proyecto en tiempo y espacio.

La caracterización del Sistema Ambiental debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales.

Es importante mencionar, que la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad particular, señala que para la delimitación del área de estudio *se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.*

En tenor de lo anterior, las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico que le aplicarían al Sistema Ambiental del proyecto corresponden a la UGA 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, considerando que el proyecto se encuentra inmerso en la zona hotelera de la ciudad de Cancún. No obstante, si se considera la totalidad de la UGA 21 como SA, se tendría como resultado un SA demasiado grande para el proyecto con el cual no tendría una relación directa o indirecta para realizar un diagnóstico ambiental, puesto que en términos ambientales la dimensión del SA atenuaría los impactos ambientales que el proyecto generará en sus diferentes etapas. Por tal motivo, el SA definido para el proyecto **"Barrio del Mar"**, se determinó a partir de las unidades del paisaje, discontinuidades naturales o artificiales de la vegetación; ecosistemas acuáticos con los que tendría una relación directa e indirecta inmediata que pudiera reflejar el impacto de su desarrollo.

Considerando que el proyecto consiste en una instalación que ofrece un servicio de restaurantes donde las personas puedan llegar desde el Blvd. Kukulcán o vía acuática a través de sus embarcaciones que transitan en el SLN por los canales definidos de navegación, y que los impactos que pudiera generar se podrían reflejar

directa o indirectamente en las mismas áreas (hacia el agua SLN y hacia la parte terrestre), el SA se definió con los siguientes criterios de conexión del proyecto:

Terrestre:

- Zona hotelera-Blvd- Kukulcán.

Acuática:

- SLN en las áreas de navegación.
- Condiciones de batimetría e hidrodinámica reportadas para el SLN a las cuales se integraría el proyecto.

Conforme a lo anterior, a continuación, se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Al Norte, con referencia al límite continental entre Punta Cancún y el canal Cancún (canal de conexión del SLN con el Mar).
- Al Sur, hasta punta Nizuc y el canal Nizuc (canal de conexión del SLN con el Mar).
- Al Oeste, con el cuerpo central del SLN y los distintos canales de comunicación con las cuencas norte y sur.
- Al Este, con la zona hotelera de Cancún desde punta Cancún a punta Nizuc.

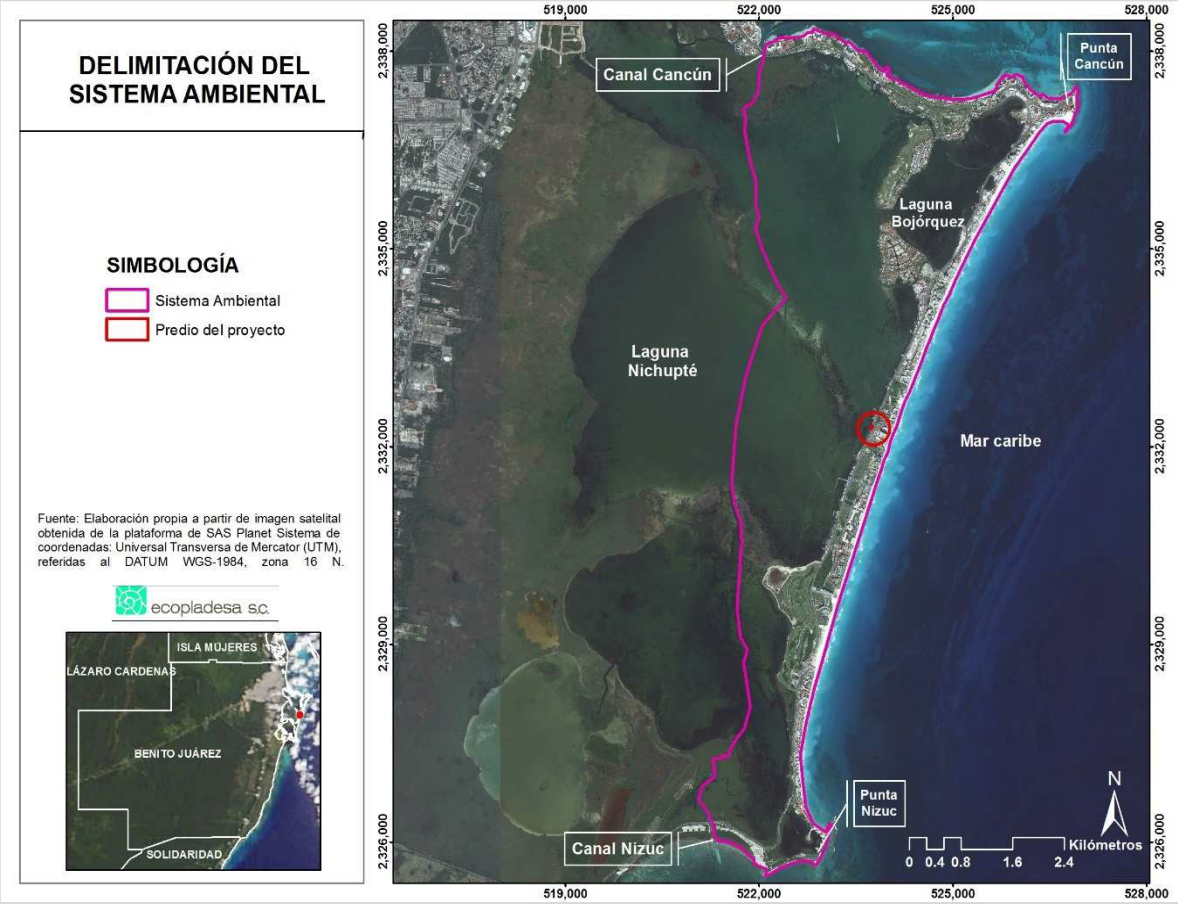


Figura 1. Sistema ambiental definido para el proyecto.

Conforme a lo anterior, el sistema ambiental presenta una superficie de 29,090,300.00 m^2 (2,909.03 ha).

De esta superficie 936.58 Ha corresponden a ecosistemas terrestres, y 1,972.45 Ha corresponden a ecosistema acuático de la porción Este del SLN.

2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto **"Barrio del Mar"** se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo y prospección marina. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

3 ASPECTOS ABIÓTICOS.

3.1 CLIMA.

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda un conjunto de condiciones como el régimen climático del tipo cálido subhúmedo, característico de toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste.

La región Norte de Quintana Roo, presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno, isotermal y con presencia de canícula (estación meteorológica Puerto Morelos). El Municipio Benito Juárez está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de Latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el Ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza el municipio tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica. En cuanto a la altitud, el municipio se encuentra al nivel del mar, y está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México que propicia un clima cálido y lluvioso.

El municipio se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de vientos tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán.
El clima predominante del municipio Benito Juárez se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático, es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 mm, mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700mm, anuales.

Según la carta de climas Mérida escala 1:1’000,000 en el territorio que comprende el Municipio Benito Juárez se presentan dos subtipos climáticos, Aw0 y Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García. La diferencia entre estos subtipos climáticos radica en la variación del cociente precipitación/temperatura (P/T) cuyos intervalos se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Variación en el coeficiente de precipitación/Temperatura (P/T) para los subtipos de climas, según la clasificación de Köppen.

Símbolo	Cociente P/T	Designación
Aw0	menor que 43.2	El más seco de los subhúmedos
Aw1	entre 43.2 y 55.3	Intermedio entre Aw0 y Aw2
Aw2	mayor que 55.3	El más húmedo de los subhúmedos

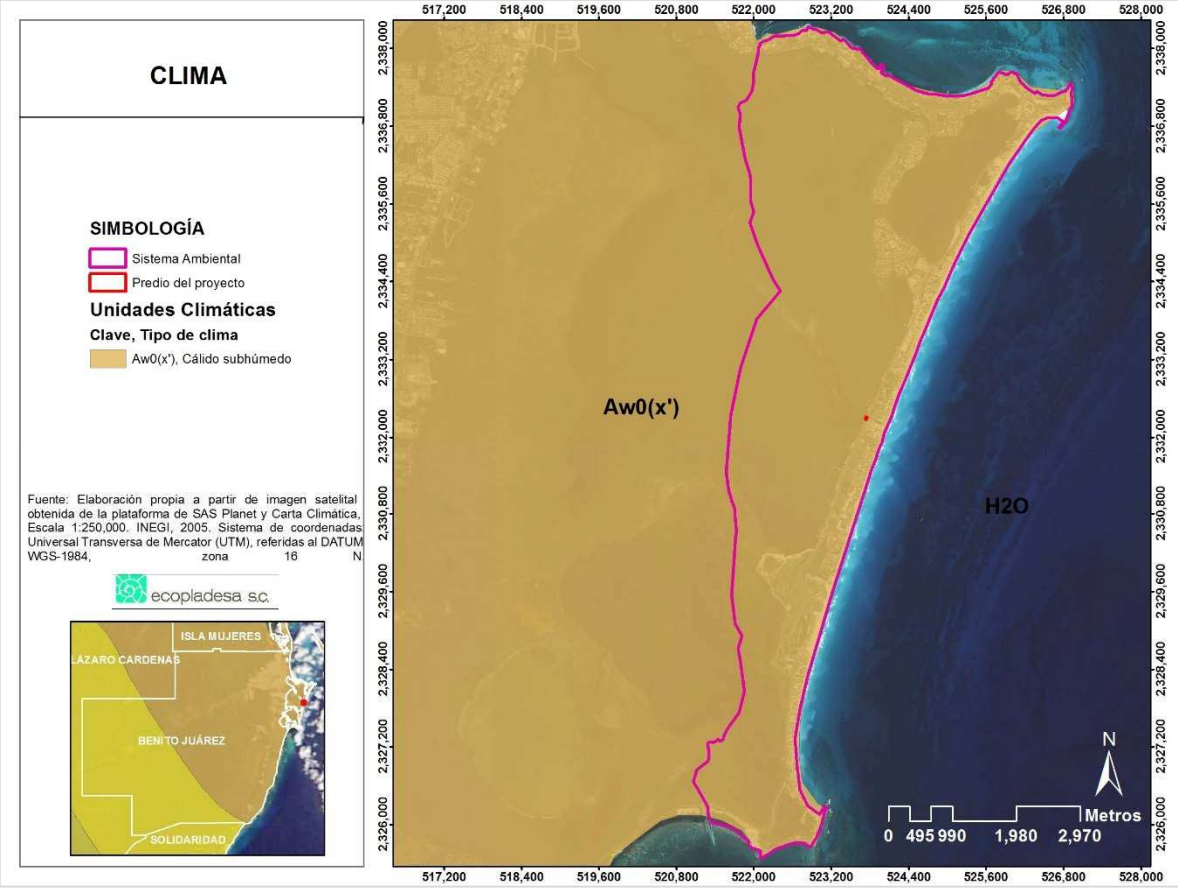


Figura 2. Zonificación de los subtipos climáticos registrados en el territorio del Municipio Benito Juárez, según la carta de climas.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación 23155 Cancún[1], en el predio donde se llevará a cabo el proyecto la precipitación promedio anual para el periodo comprendido de 1991 al 2016 fue de 1,323.2 mm, siendo Octubre el mes con mayor precipitación media de 268.7 mm y Abril con la menor de 37.0 mm.

En cuanto a la temperatura, y de acuerdo a los registros para el periodo de 1991 a, 2016, se reportó el mes de agosto como el más caluroso reportando una temperatura media mensual de 29.8°C, de manera contrastante enero presento la temperatura más baja con una media mensual de 24.1°C para el mismo año.

[1] Información consultada en el sitio web http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=qroo, el 17 de mayo de 2017.

Así mismo, en la Figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico que representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del periodo que comprende 1991 a 2016.

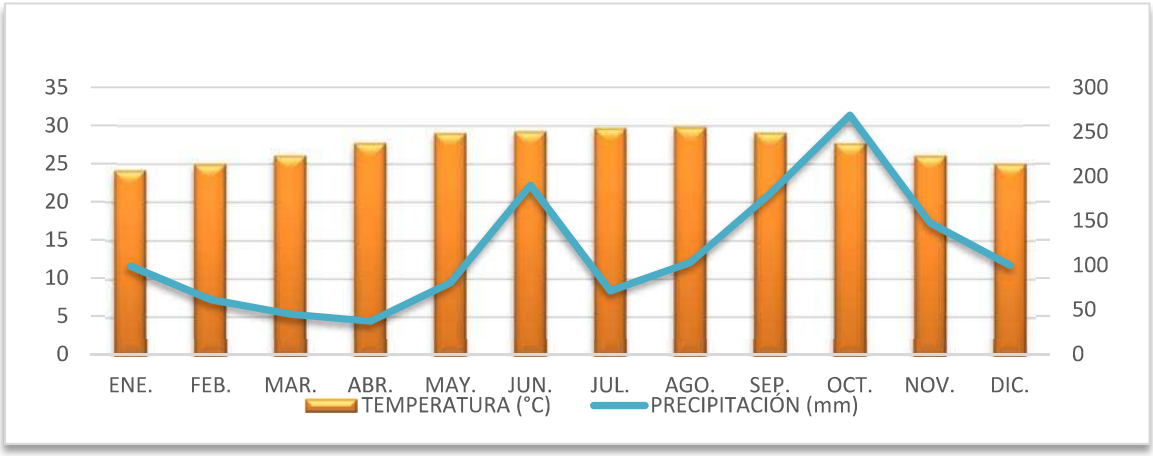


Figura 3. Diagrama ombrotérmico, estación meteorológica Cancún. Fuente: elaboración propia a partir de los datos generados por la CONAGUA, en la estación meteorológica 23155 Cancún, en el promedio de 1991 a 2016.

Por otra parte, los valores medios de la humedad relativa están en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente en la zona, siendo la humedad relativa promedio anual de 84%.

Vientos dominantes y eventos climáticos extremos.

Los vientos dominantes en el SA son los denominados “alisios” que se presentan en dirección constante del este al oeste o suroeste, 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 o húmedos. De septiembre a noviembre es la temporada de ciclones que eventualmente llegan a las costas. En el invierno se presentan vientos del norte con lluvias moderadas y baja temperatura.

Para dar una idea de la gran variabilidad del viento en el transcurso de un año en la zona del SA, se muestra en la figura siguiente, la intensidad del viento a lo largo del año 2004 en la zona de Cancún (medidos en el aeropuerto). Los valores representados en la figura corresponden a valores promedio diarios. Los valores máximos observados principalmente en la época de invierno corresponden al paso de frentes fríos. Los máximos observados en verano corresponden al paso de ondas tropicales, tormentas y eventualmente la influencia o incidencia de huracanes. La velocidad del viento alcanza valores máximos entre 25 y 30 km/hr en los meses de invierno. En los meses de verano los máximos varían entre 15 y 20 km/hr. Finalmente, en la figura siguiente se describe la rosa de vientos para el año 2004. La frecuencia de los vientos provenientes entre el Este y Noreste domina

fuertemente sobre otras direcciones. Esta rosa de vientos refleja la influencia de los vientos alisios. El hecho de haber vientos provenientes del suroeste indica que la presencia de las brisas es también relativamente importante en esta zona de la Península de Yucatán.

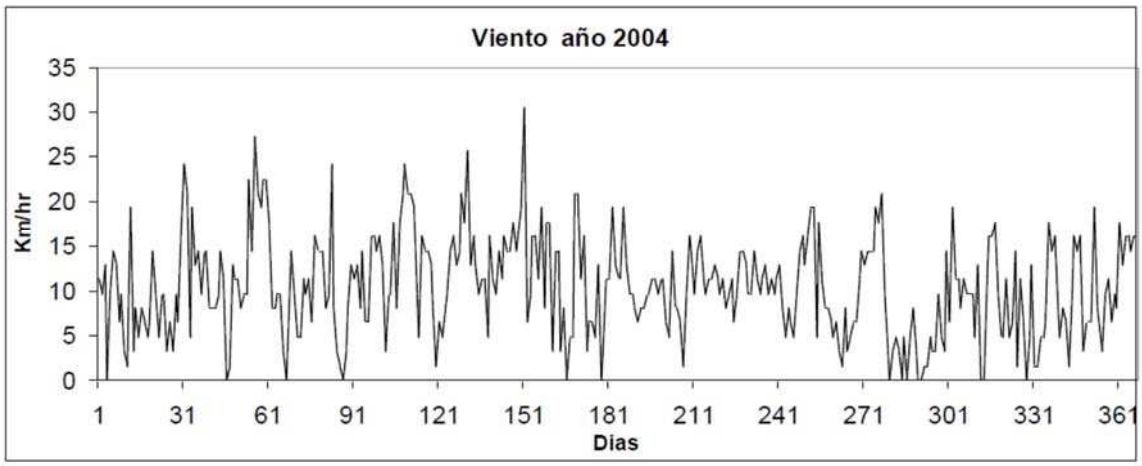


Figura 4. Intensidad del viento en km/hr en la zona de Cancún, Quintana Roo durante el año 2004. Los valores representados son promedios diarios.

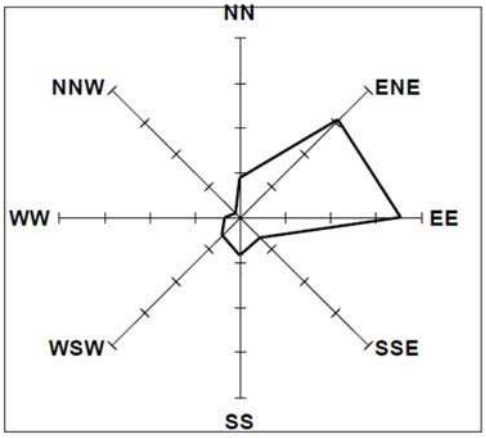


Figura 5. Rosa de vientos en Cancún, Quintana Roo para el año 2004.

Para caracterizar de una manera más precisa y puntual el viento que actúa sobre el SLN, Pedrozo (2008) hizo un análisis con base en el Atlas Oceanográfico de la vertiente Atlántica Mexicana desarrollado por Silva *et. al.* en 2008. En dicho atlas se realiza un análisis estadístico de las características de viento y oleaje en toda la vertiente atlántica de la República Mexicana. Así, para el caso de Cancún, se consultó la información correspondiente a la celda 455, la cual corresponde a la ubicación de la zona de estudio de este trabajo. La información recabada fue: rosa de viento, probabilidad conjunta de viento y dirección de incidencia, y probabilidad de excedencia de viento. En las Figuras siguientes:

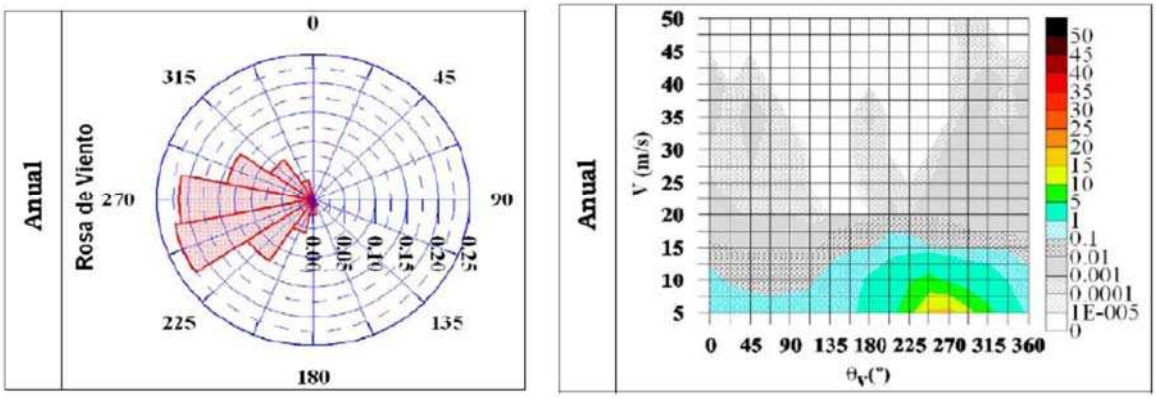


Figura 6.Izq. Rosa de vientos. Der. Probabilidad conjunta de viento sostenido y dirección de incidencia.

Las direcciones de viento predominantes en la zona del SLN son: 247.5, 270, 292.5 y 225 grados, y las magnitudes máximas para dichas direcciones son 15, 15, 10 y 5 m/s respectivamente.

Cabe señalar que el viento es el agente hidrodinámico principal dentro del sistema lagunar, ya que el rango en que las mareas se presentan es muy bajo, y debido a la poca comunicación que hay entre el mar y el SLN la influencia de éstas es mucho menos que la que ejerce el viento.

La zona se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos debido a su posición geográfica, que la hace vulnerable a huracanes y tormentas tropicales, así como a “nortes” y suradas o “surestes”. Entre los Huracanes que se distinguen por su efecto en la zona del proyecto pueden citarse a los denominados Hallie ocurrido en 1966, Doroty, en 1970, Eloise en 1975, Gilberto en 1988, Roxana en 1995, Emily y Wilma en 2005 y Dean en 2007.

3.1.1 Fenómenos climatológicos.

Debido a las condiciones climáticas que imperan en la zona en donde se construirá el proyecto, al igual que en el resto de la entidad e incluso de la Península de Yucatán, existe la posibilidad de que se manifiesten alteraciones climatológicas extraordinarias. Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de mayo a noviembre y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes chubascos.

En la actualidad estos fenómenos naturales pueden ser pronosticados, debido a la interpretación de las condiciones climáticas que imperan día a día en la zona. Además, las modificaciones climáticas pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar.

En septiembre de 1988, el huracán Gilberto atravesó la zona sur de la ciudad afectando las condiciones naturales del ecosistema. En 1998, la zona fue afectada

por un sin número de precipitaciones pluviales generadas por el huracán Mitch, el cual aunque no pasó por la región, tuvo un diámetro bastante considerable que prácticamente abarcó todo el Estado. El huracán Isidoro, durante el mes de octubre del año 2002, bordeó la ciudad de Cancún en su franja costera, causando numerosas precipitaciones e inundaciones en diferentes puntos de la ciudad. El 17 de julio del 2005, el huracán Emily dejó por la fuerza con la que llegó a tierra, numerosas afectaciones en la zona norte, ocasionando pérdida de la vegetación o marchitamiento del follaje de la vegetación distribuida en la parte norte del estado y numerosas inundaciones debido a la precipitación recibida. El 21 de octubre de 2005, se presentó el huracán Wilma con categoría 4 en la escala SAFFIR-SIMPSON, ocasionando daños en la zona norte del estado, tales como destrucción de la vegetación, modificación de la línea de costa, inundaciones serias y pérdida de infraestructura urbana y turística, por lo que ahora es considerado el huracán más catastrófico registrado para la zona.

En la zona norte de Quintana Roo, lugar donde se encuentra el predio de interés, se tienen registros del paso de los ciclones que se expresan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Registro de Huracanes en el estado de Quintana Roo (INEGI 2016, CENAPRED).

Año	Huracán	Lugar de entrada	Categoría	Vientos Máximos (Km/hr)
2005	Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	5	324
2007	Dean	Mahahual	5	270
2008	Arthur	Cozumel y Cancún	Tormenta tropical	65
2010	Karl	Norte de calderitas	3	195
2011	Rina	Cozumel y Chetumal	3	175
2012	Ernesto	Mahahual	1	140
2016	Earl	Sur de Chetumal	Tormenta tropical	63

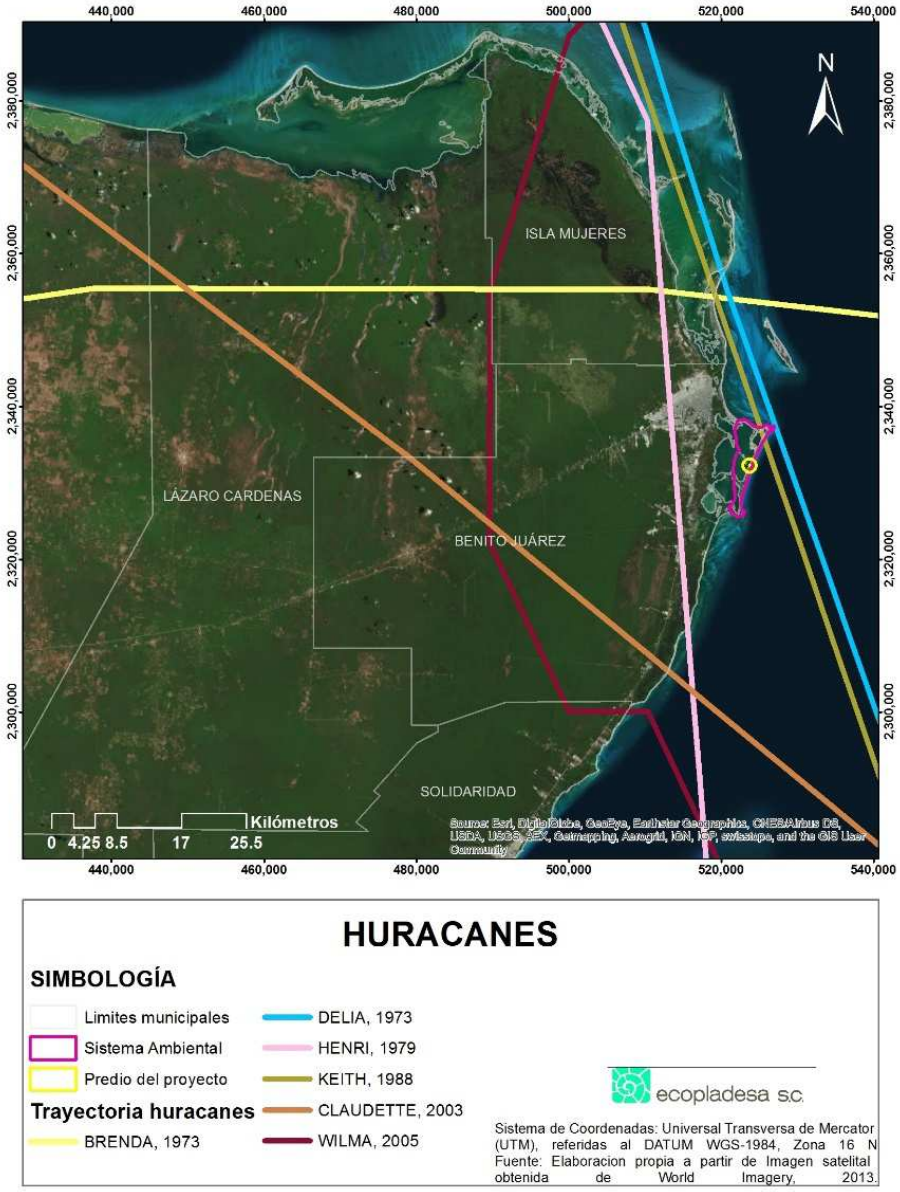


Figura 7. Imagen de las trayectorias de los principales eventos hidrometereológicos que han impactado la zona (Fuente: Storm Pulse, 2013).

3.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

Por su ubicación el SA se localiza en la zona eco geográfica del trópico húmedo y forma parte de la subprovincia ecológica del Carst o Carso Yucateco. Esta se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región. El SA forma parte de la provincia “Zona Costera”. Dicha provincia contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

Una de las principales características de esta subprovincia es el carso o karst, uno de relieves más representativos del territorio nacional, el cual se origina por la disolución de las rocas por la acción del agua. Las formas resultantes son superficiales y subterráneas y se distinguen especialmente en la roca caliza, muy resistente a los procesos de erosión. Es a lo largo y profundo de las grietas donde, debido al escurrimiento superficial y la infiltración del agua, se va produciendo una destrucción gradual de la roca. Entre dichas grietas se forman montículos, torres y crestas; las grietas se convierten en canales, valles estrechos, cañones profundos, cavernas de desarrollo horizontal o vertical, etc.

Las características geológicas y la evolución del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas con la historia de toda la Península de Yucatán. La composición geológica superficial consiste en rocas sedimentarias (carbonatos autogénicos y anhidritas). Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes.

La litología del estado está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomitas, de una edad que varía del Terciario al Cuaternario, predominando las calizas en el Terciario. Según la UQROO (2005), específicamente la geología de la porción terrestre del SA corresponde a las calizas provenientes del Cuaternario litoral, es decir, a las formaciones más recientes.

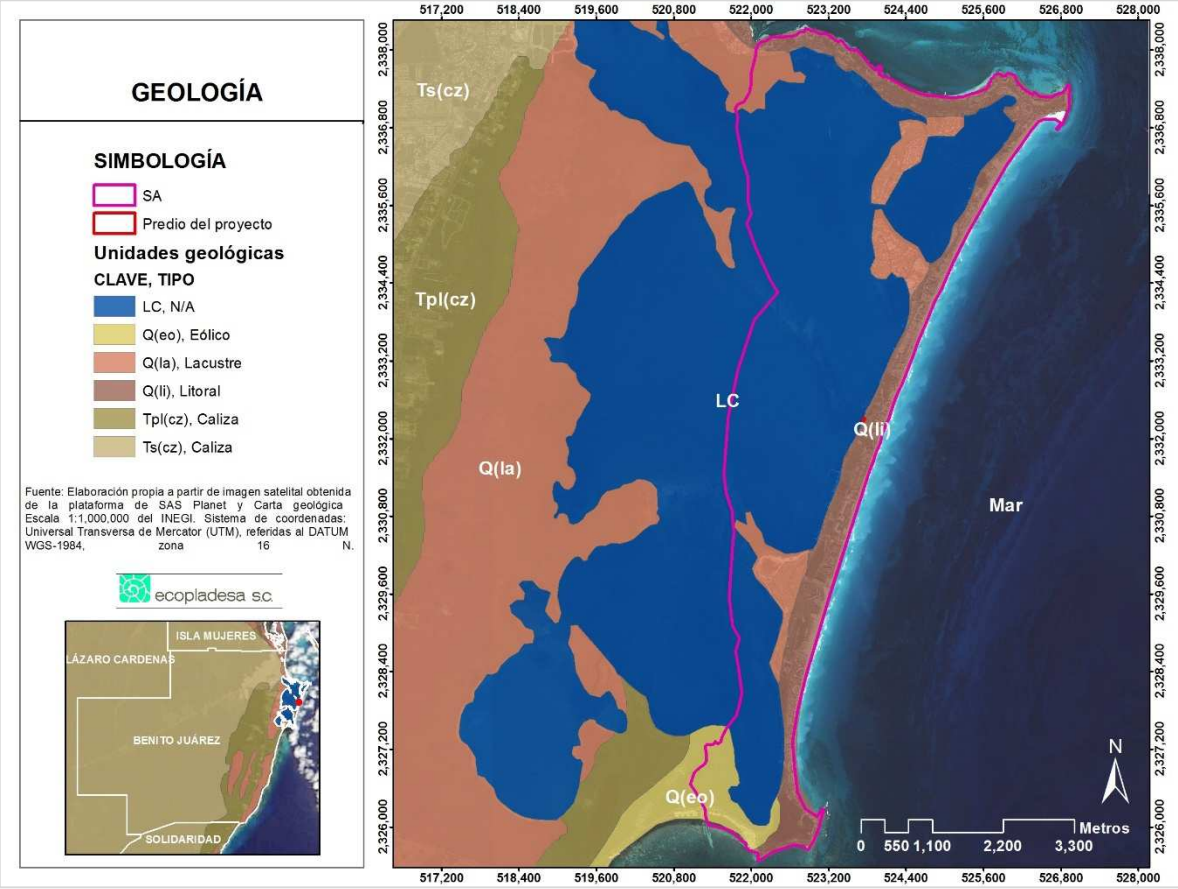


Figura 8. Se muestra la unidad geológica en la que se encuentra el SA y en predio del proyecto.

3.3 EDAFOLOGÍA.

Los suelos de la zona costera del Municipio Benito Juárez son delgados y poco aptos para actividades agropecuarias y forestales. Se identificaron en el sistema ambiental tres tipos que se clasifican según la terminología de la FAO/UNESCO como: Regosoles Cálcaricos (Rc), Rendzinas-Litosoles (E+I) y Solonchak- Órtico y Mólico (Zo, Zm). Los Regosoles Calcáricos se ubican en el cordón litoral, formando dunas y playas con pendientes poco pronunciadas y con un drenaje superficial rápido. Las Rendzinas se localizan en la mayor parte de la región y los Solonchak se localizan en las zonas inundadas, principalmente hacia las zonas costeras al norte y este de la región (www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/programa_isla.pdf).

Según la UQROO (2005) el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (Rc).

La palabra Regosol (RG) proviene de las palabras griegas: *rhegos*, que significa debajo y *zola*, que se refiere a ceniza; es connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra.

Características generales: Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50cm superficiales, ni propiedades sálicas. Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas y dunas; su fertilidad es variable, y su uso agrícola está condicionado principalmente a su profundidad y a la pedregosidad que presenten. En este tipo de suelo se pueden desarrollar diferentes tipos de vegetación.

La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

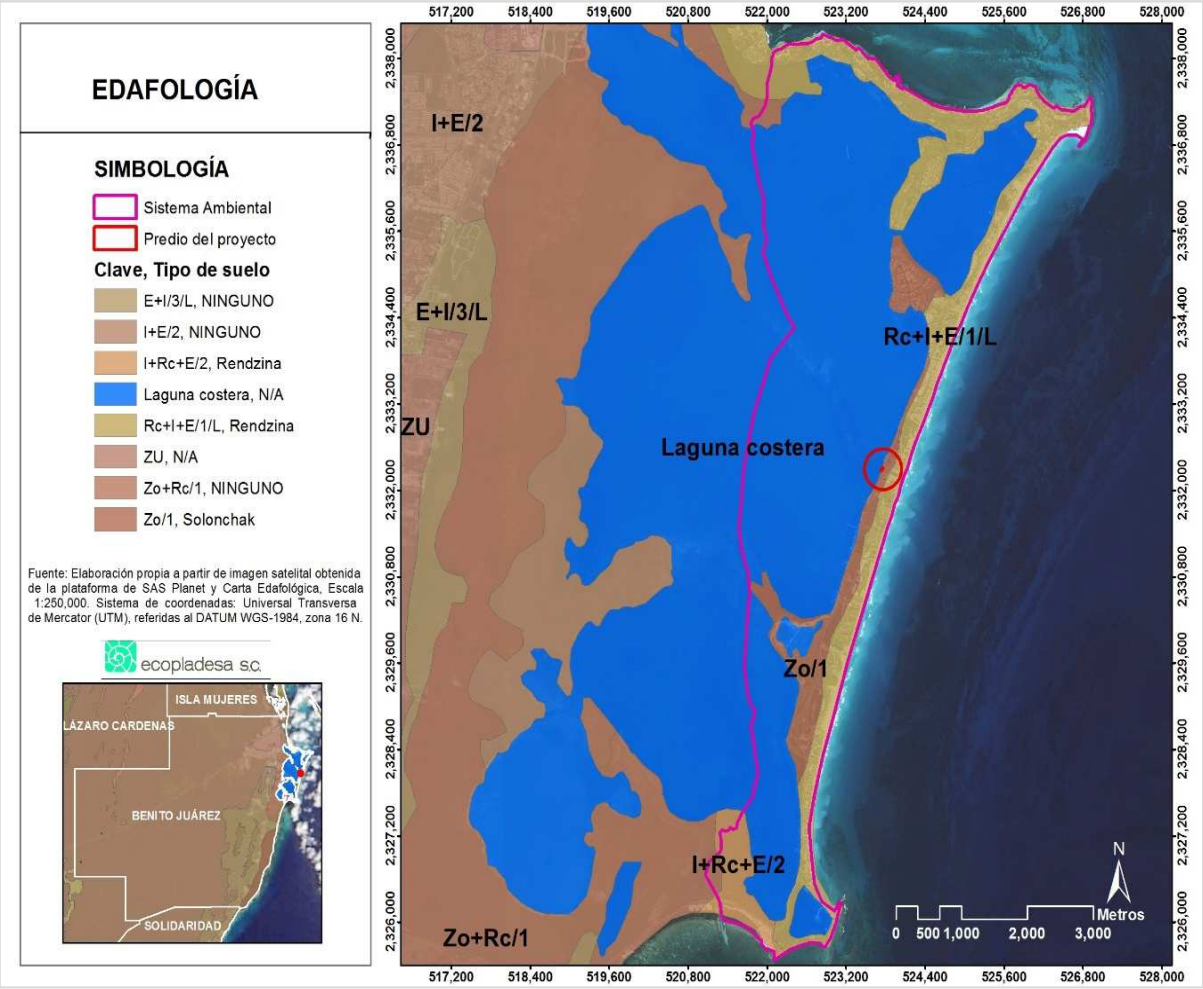


Figura 9. Tipo de suelo presente en el área de estudio.

3.4 HIDROLOGÍA.

La Península de Yucatán forma parte de la Región Hidrológica 32, está integrada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, y se ubica al sureste de la República Mexicana. La superficie total de los estados de la Península de Yucatán, equivale a 141,523 Km^2 de los cuales el 37% corresponde a Campeche, el 36% a Quintana Roo y el 28% a Yucatán.

En cuanto a las cuencas, el SA se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté (INEGI, 2002)[2].

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33[3], la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas. A nivel de Subcuenca, el SA y área de estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca "a" Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 ha (Presidencia Municipal 2008-2010)[4].

En este apartado de hidrología se describirá primero el patrón general regional de la hidrología subterránea y superficial que caracterizan la zona, y posteriormente el detalle de la hidrodinámica que caracteriza el Sistema Lagunar Nichupté, dado que es el cuerpo de agua donde se ubicarán parte de las obras del proyecto, y con los que interactuará.

3.4.1 Hidrología Subterránea Regional.

La península de Yucatán, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, reholladas, ojo de agua, cavernas y grutas. La relativamente alta precipitación y la gran capacidad de infiltración del sustrato son propicias para la renovación del agua subterránea y la recarga en grandes porciones del territorio, los pocos escurrimientos superficiales, suelen ser en cortos recorridos.

Los niveles estáticos del Estado de Quintana Roo son más grandes hacia la zona de Nuevo Xcan y Tres Reyes ubicados al Oeste del Estado de Quintana Roo, en la porción central de la Península de Yucatán. Hacia la zona de costa el agua se encuentra más somera. Las fluctuaciones estacionales muestran que el nivel del

---

[2] SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

[3] SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

[4] Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).

agua asciende hacia la temporada de lluvias (octubre y noviembre) y desciende en los meses de sequía (julio y agosto).

Se puede mencionar que la zona costera Norte del estado tiene un comportamiento hidráulico diferente al acuífero regional principal. Se observa que el flujo subterráneo de descarga hacia la zona costera que se encuentra entre Cancún y Puerto Morelos proviene de la zona de Central Vallarta y hacia el Oeste desde Nuevo Xcan; siguiendo el patrón de fracturamiento principal (NWSE). En esta zona la descarga de agua subterránea se observa perpendicular a la línea de costa.

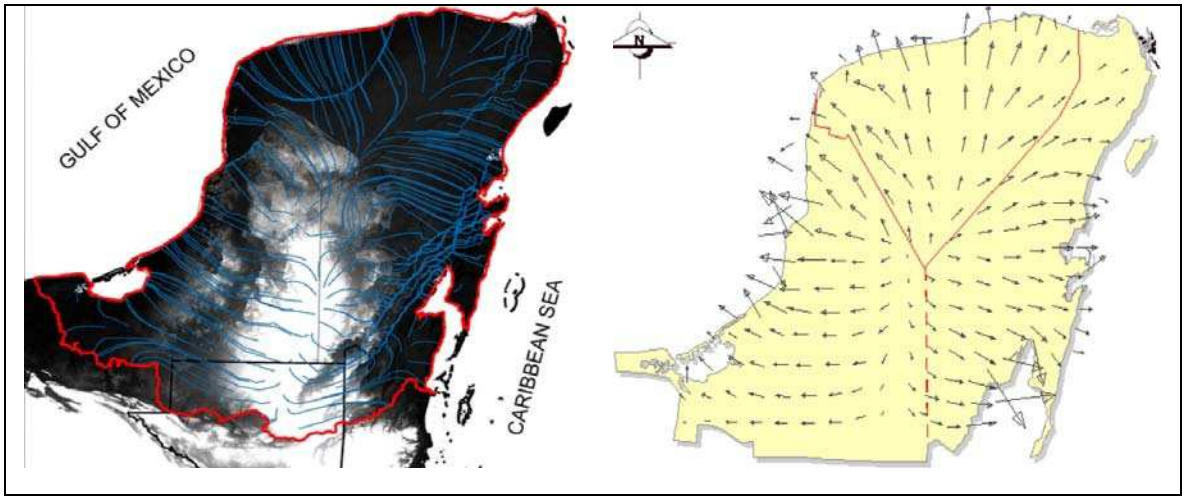


Figura 10. Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

De esta manera el drenaje subterráneo en la Península de Yucatán, constituye una red de drenaje subterráneo que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, como se muestra en la figura siguiente que relaciona la precipitación contra la variación del nivel freático en esta región.

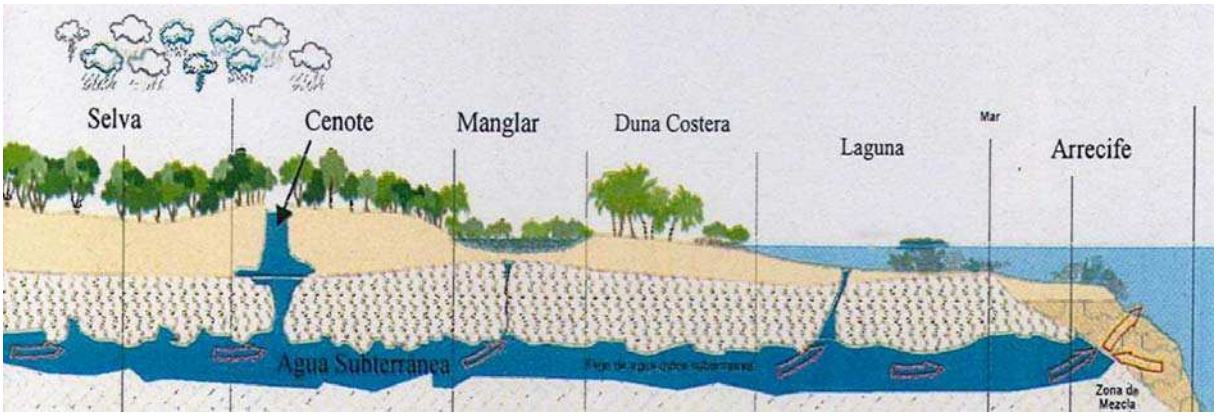


Figura 11. Esquema de los escurrimientos subterráneos de la Península de Yucatán.

No obstante a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidades geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, el cual encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Es en esta unidad donde se ubica el predio del proyecto y sus características corresponden a esta clasificación. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre. La mayor parte del SA está conformado por el cuerpo de agua intermitente del SLN.

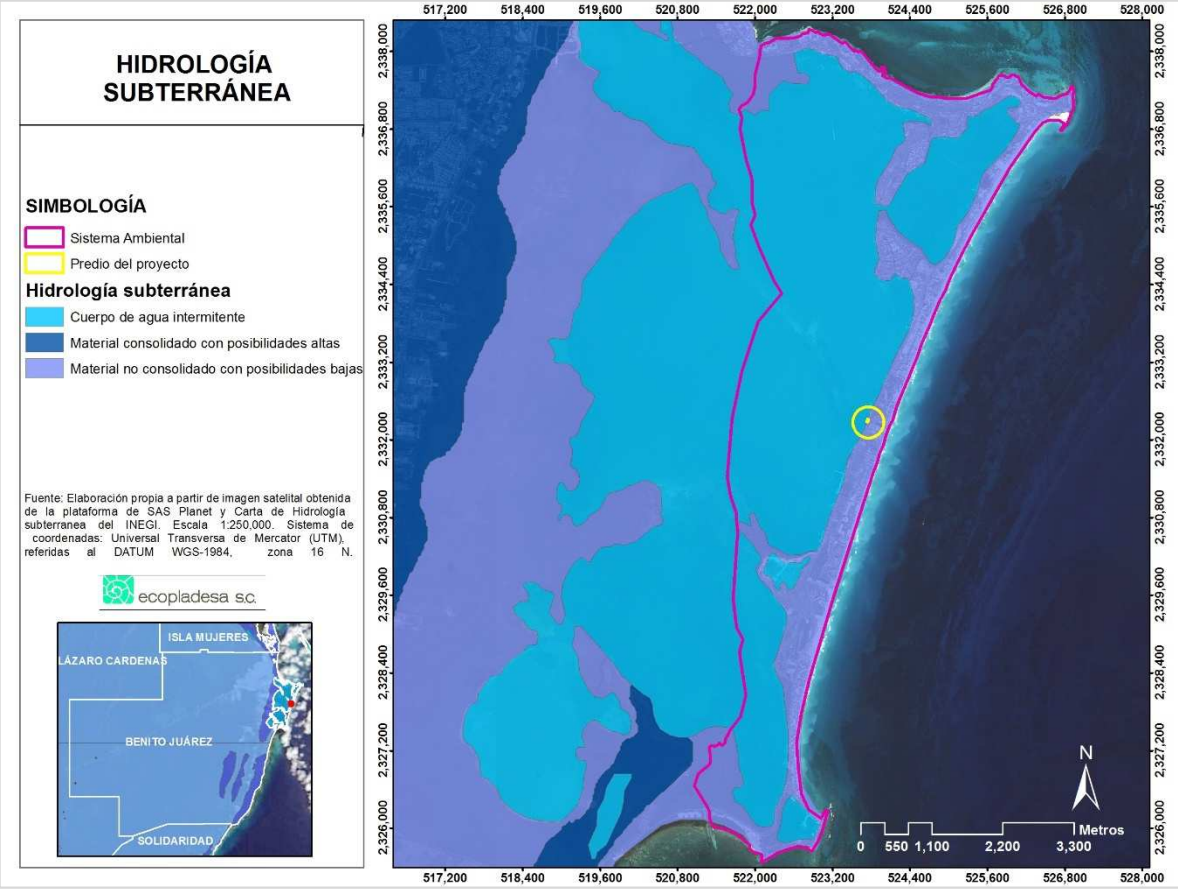


Figura 12. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA y el predio del proyecto.

3.4.2 Hidrología Superficial Regional.

El Estado de Quintana Roo debido a su naturaleza cárstica presenta pocos flujos superficiales; sin embargo, existen cuerpos de agua como lagunas, aguadas, y cuerpos de agua intermitentes como el Sistema Lagunar Nichupté.

De acuerdo al INEGI, el SA tiene áreas que se ubican en la zona con coeficiente de escurrimiento 0 a 5% y otras de 10 a 20%. Es importante señalar que poco más del 95 % de la superficie del SA, está representada por la porción Este del cuerpo de

agua intermitente que es el Sistema Lagunar Nichupté. El predio del proyecto se ubica en la zona de escurrimiento de 0 a 5%.

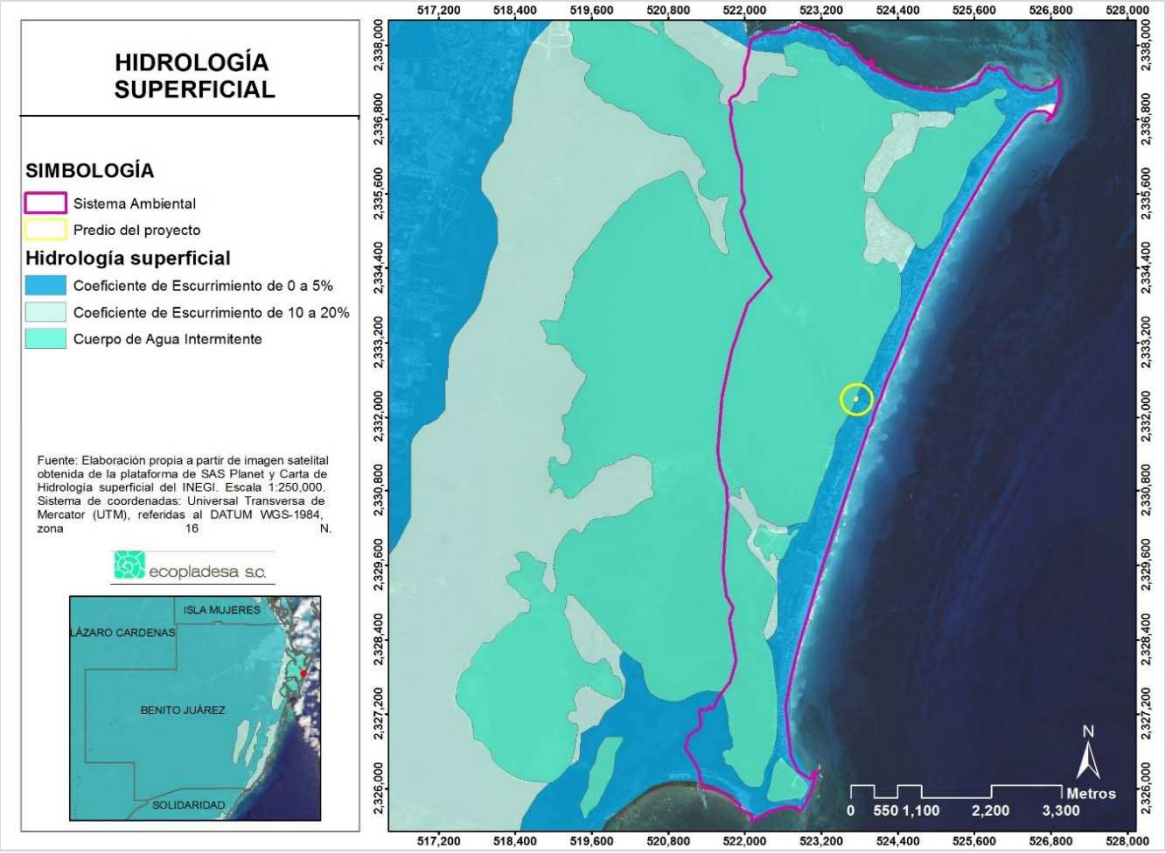


Figura 13. Distribución espacial de las principales características y condiciones de la hidrología superficial del SA.

3.4.3 Batimetría del Sistema Lagunar Nichupté.

El SLN esencialmente es un cuerpo somero y plano el cual ha sido dragado en algunas zonas a una profundidad de entre 3 y 4 m con el fin de permitir el desplazamiento de embarcaciones, el resto de La laguna presenta una profundidad promedio de 1.90 m disminuyendo hacia las orillas. Estudios batimétricos han sido realizados por León y Escalante (1993), Carbajal (2008), Pedrozo (2008). Espinosag Bouchot (2011; realizó la batimetría para la Laguna Bojórquez). El IMTA actualizó la batimetría realizada por ellos mismos en el 2012.

Resultado de todas estas mediciones, Carbajal (2009) obtuvo que el complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez es bastante somero con profundidades variando entre 0.3 m y 5.0 m de profundidad. En las Figuras siguientes se puede ver que gran parte del sistema lagunar tiene profundidades de alrededor de 2 m. Entre la parte norte de Nichupté y el cuerpo de agua central existe una zona de bajos con profundidades que no pasan de 0.5 m. Estos bajos dificultan el intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos de agua que conforman el sistema lagunar. Se pueden distinguir los canales de navegación y su comunicación hacia el mar abierto.

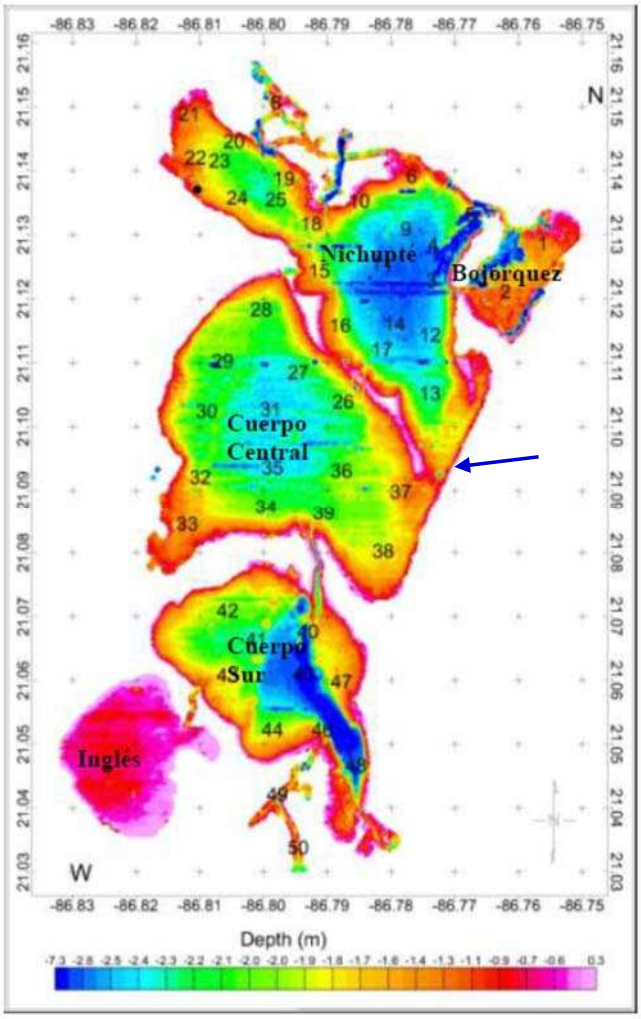


Figura 14. Batimetría generada por Carbajal (2009). La flecha azul indica la ubicación aproximada del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto Barrio del Mar.

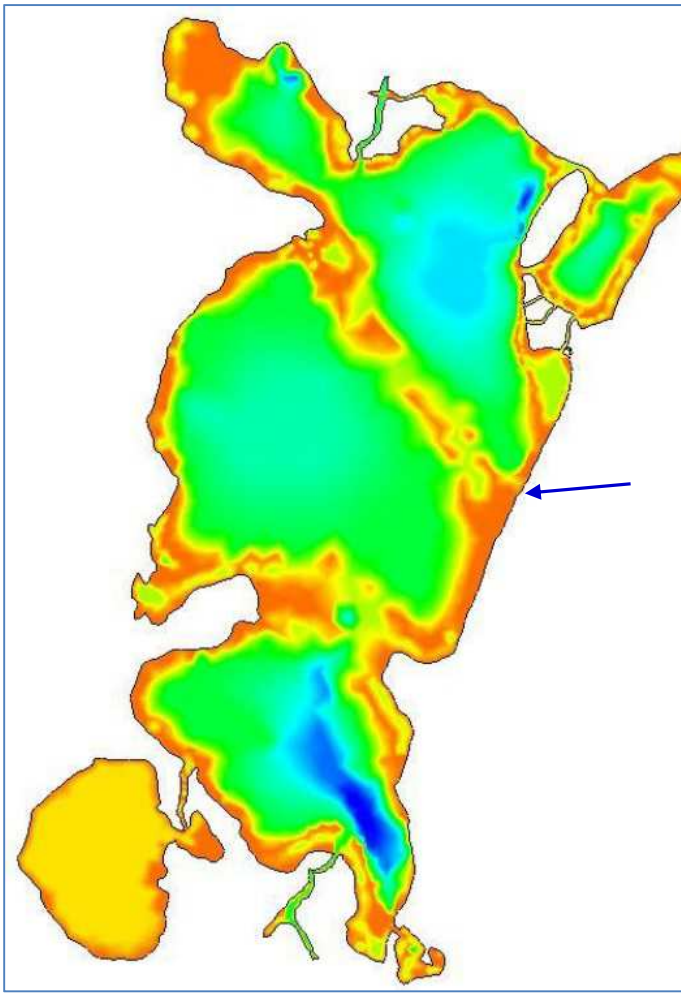


Figura 15. Batimetría del Sistema Lagunar Nichupté Fuente: Restauración ecológica de la laguna de Bojó Juárez, Quintana Roo. IMTA (2012).

Durante el trabajo de medición de batimetría realizado por Carbajal (2009), se identificaron diferentes manantiales en el sistema lagunar. En la figura siguiente se marcan claramente las posiciones de estas fuentes de agua. De las mediciones que se describen en los capítulos posteriores se ha encontrado que los manantiales 1, 2 y 3 afectan considerablemente al sistema lagunar. Los manantiales del 4 al 20 afectan significativamente la distribución de salinidad. Para dar una idea de la dimensión de los manantiales, se muestra en la Figura que continúa una fotografía del manantial 1.

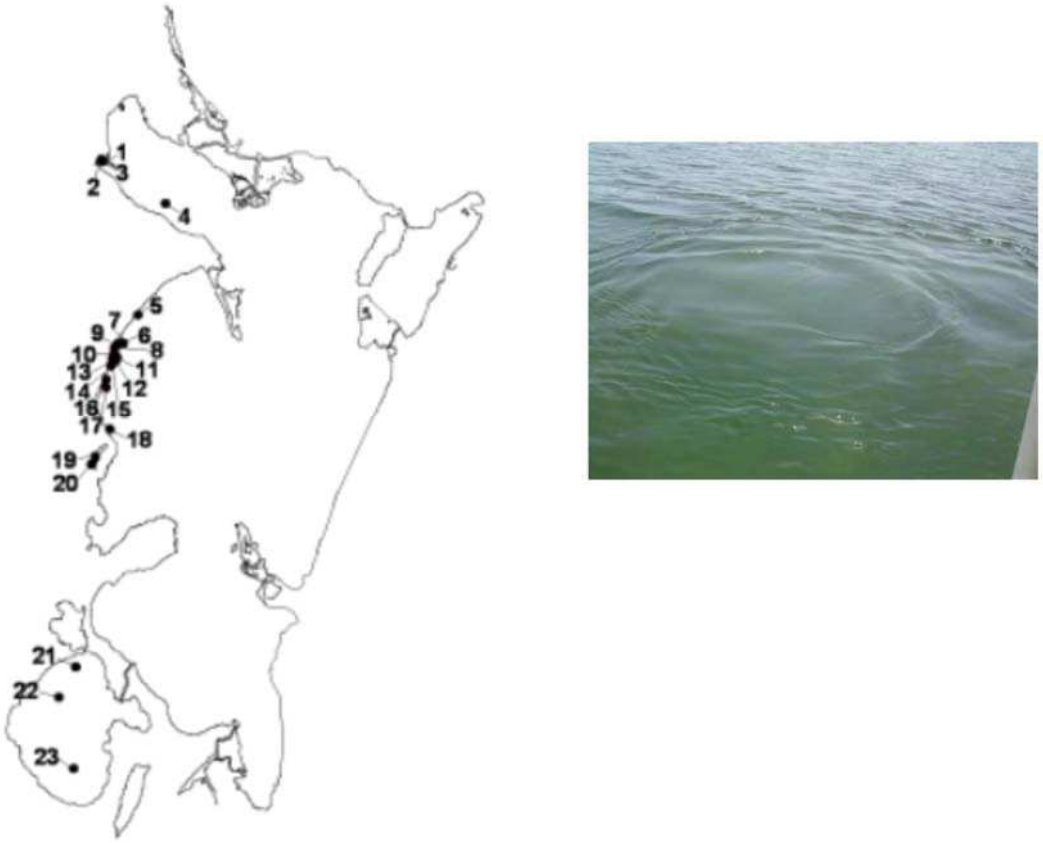


Figura 16. Izq. Posición de los manantiales de agua en el sistema lagunar. Der. Manantial de agua 1, ubicado al noroeste de Nichupté.

3.4.4 Hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté.

La descripción de este apartado se basa en la revisión de varios documentos científicos y técnicos que se han generado para el Sistema Lagunar Nichupté. Todos ellos fueron generados con métodos validados, con mediciones en campo en la escala temporal, y analizados con diferentes modelos y estadísticos con validez científica y técnica. Dichos proyectos han sido elaborados por diferentes instituciones académicas, tales como la CONABIO, CICY, IMTA, Instituto de Ingeniería de la UNAM, entre otros.

El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez, ubicado en la parte noreste de la Península de Yucatán, en el Estado de Quintana Roo, interacciona con el Mar Caribe a través de dos bocas: la boca Cancún en el norte y la boca en Punta Nizuc en el sur lo cual es relevante para la distribución de la salinidad. Estas bocas tienen un ancho de aproximadamente 50 y 30 m respectivamente. La profundidad en la boca Cancún es de aproximadamente 5 m y en Punta Nizuc de únicamente 3 m.

Las lagunas costeras están profundamente influenciadas por procesos marinos, continentales y atmosféricos. La dinámica en estos sistemas es afectado por las mareas, el oleaje, el viento, la precipitación pluvial, la evaporación, los flujos de agua dulce y el transporte de sedimentos. El balance entre todos estos procesos determina las características imperantes en cada laguna.

El sistema lagunar consiste principalmente de cinco cuerpos de agua, todos ellos interconectados por canales bien definidos. Los cuerpos de agua son: laguna Bojórquez, laguna Nichupté Parte Norte, Parte Central, Parte Sur; y la laguna del Inglés (Figura 17). Para fines prácticos vamos a distinguir la laguna de Nichupté en tres zonas; la Cuenca Norte, la Cuenca Central y la Cuenca Sur. Como se puede observar, estas cuencas están separadas por bajos de 0.5 m de profundidad. El predio y zona acuática de la laguna donde se propone el proyecto Barrio del Mar se ubica en la Cuenca Central en la parte centro-Este, a la altura de los bajos que dividen este cuenca de la Cuenca Sur.

El complejo lagunar presenta fuertes gradientes de salinidad que reflejan su interacción con el mar abierto y las entradas de agua de poca salinidad a través de los manantiales ubicados en diferentes puntos.

El área total del sistema lagunar ha sido estimado por Merino *et al.* (1990) y es del orden de $5.0 \times 10^5 m^2$. El volumen total estimado por los mismos autores es de 1.8 x 10^8 m^3. El ritmo de evaporación en esta zona del Caribe Mexicano es del orden de 1.8×10^3 mm/año y la precipitación de 1.1×10^3 mm/año. El área que incluye los humedales, la Isla de Cancún y la zona de tierra firme alrededor de la laguna es de aproximadamente 48 km^2.

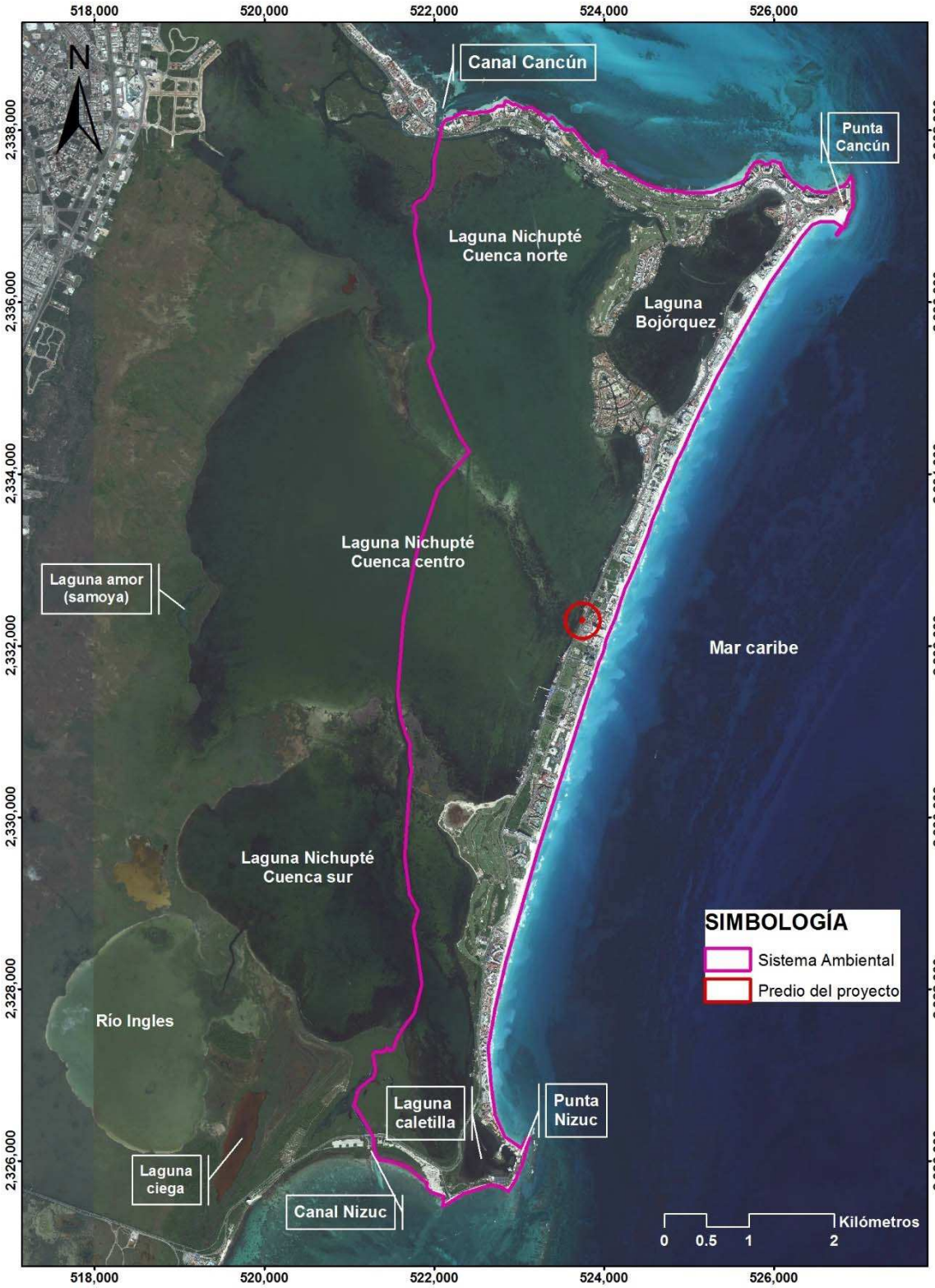


Figura 17. Sistema Lagunar Nichupté con la distribución de sus cuencas principales y lagunas. Ubicación del área de interés en la Cuenca Central.

El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez está ubicado en una franja costera de mucha importancia ecológica. En ella desembocan aguas subterráneas y conforman un complejo interactivo de lagunas costeras, manglares, marismas, hábitat de aguas de baja salinidad y zonas ribereñas interconectadas por canales y que en general son receptoras de material, sólidos disueltos, partículas y una infinidad de recursos provenientes de tierra adentro (Escobar, 2002). El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene características muy propias y difiere enormemente de otras franjas costeras más comunes por la alta permeabilidad de la roca circundante y de lo plano de la orografía del lugar. El agua de lluvia no se acumula y se filtra inmediatamente, desconociéndose la estructura del flujo subterráneo de agua. No hay descargas de agua dulce por ríos, todos los flujos al sistema son por filtraciones subterráneas y por lluvia directa sobre su superficie. Morfológicamente, el sistema lagunar surgió, como otras muchas lagunas, a consecuencia del transporte de litoral de arena y sedimentos.

Las mareas en la región de Cancún son de amplitud pequeña (Ochoa *et al.*, 2005). En Cozumel, la máxima amplitud de 0.0699 m pertenece a la marea semidiurna lunar principal M_2. Le sigue la marea principal solar, S_2 con una amplitud de 0.0314m.

A continuación se presentan resultados sobre la hidrodinámica del sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez obtenidos por el estudio de Carbajal (2009) y confirmados en el estudio de Hernández-Terrones (2014) durante otra campaña de mediciones en el SLN.

Del estudio de Carbajal (2009) se desprenden los siguientes resultados:

Hidrodinámica inducida por las mareas

Se llevó a cabo una simulación numérica para la marea semidiurna dominante M_2. La diferencia de fase entre la boca Cancún al norte y la boca de Punta Nizuc es de tan sólo unos 5 minutos o equivalentemente de 2.4°.La onda de marea entrante en las bocas tuvo un valor de 0.07 m. De este modo se forzó la marea en el sistema lagunar. En la Figura 18a se muestra la circulación en el sistema lagunar de Nichupté–Bojórquez a un octavo de periodo de componente de marea M_2.

La circulación inducida por las mareas se restringe a zonas aledañas a las bocas Cancún en el norte y en mucha menor importancia en la región de la boca Punta Nizuc. Las velocidades alcanzan valores del orden de 0.20 m/s en los canales vecinos a la entrada por la boca Cancún. Es interesante observar los abanicos de influencia en los canales que desembocan a la laguna de Nichupté, uno en el canal que desemboca hacia la parte norte y otro hacia la parte central de Nichupté. Se distinguen dos abanicos asociados al flujo de marea, uno más significante en la parte noroeste y el otro proveniente de Punta Nizuc en el sur de menor importancia.

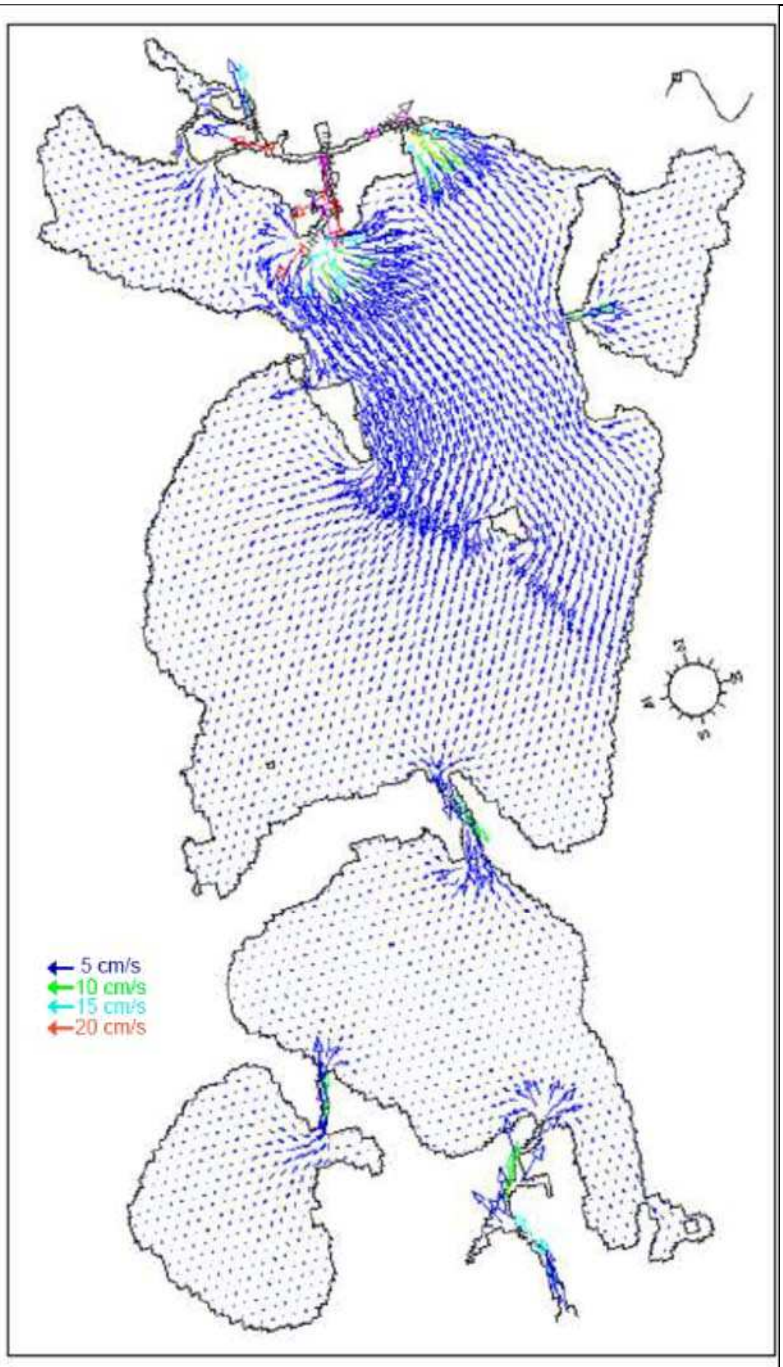


Figura 18a. Flujo de la marea M_2 a un octavo de periodo. Las velocidades están dadas en cm/s.

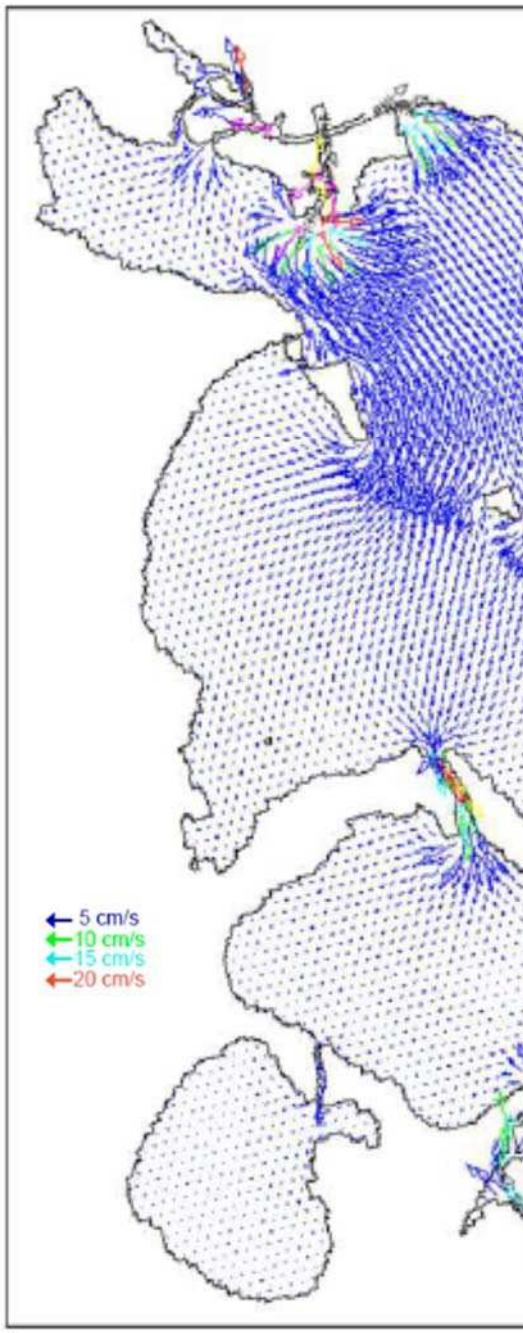
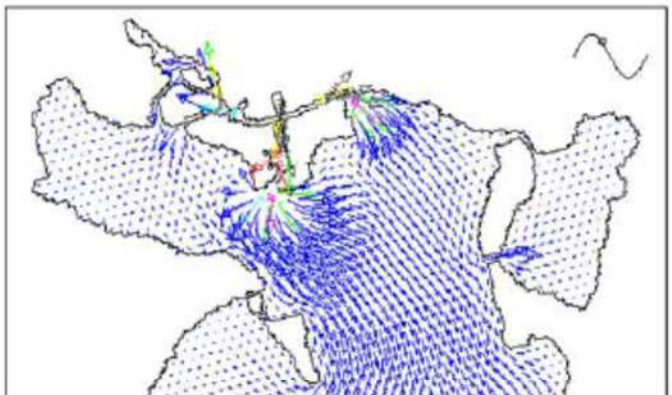
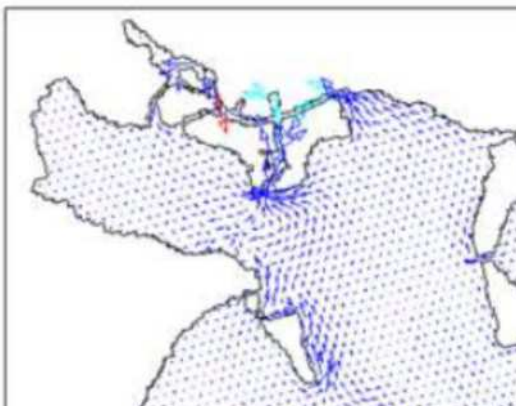


Figura 18b. Flujo de la marea M_2 a un cu





En la parte central de Nichupté, estos abanicos no parecen tener mucha influencia. El intercambio de aguas entre la laguna Bojórquez y Nichupté ocurre principalmente a través de la boca sur que comunica los dos cuerpos de agua y alcanza en esta etapa del periodo velocidades máximas de unos 0.03-0.04 m/s. En general, las mareas tienen una mayor influencia dinámica en la parte centro-norte de Nichupté. Por otro lado, los cuerpos de agua ubicados en la parte noroeste, en el sur y suroeste, no son influenciados por la propagación de la onda de marea M_2 en el sistema lagunar a este instante del periodo. Es interesante mencionar que las velocidades asociadas a las mareas se incrementan en las zonas donde dos cuerpos de agua se comunican.

Así por ejemplo, entre el cuerpo de agua de la laguna Inglés y Nichupté, las velocidades alcanzan valores del orden de 0.10 m/s. El flujo también se incrementa en las zonas muy someras del sistema. Se puede observar, por ejemplo, una franja de velocidades mayores que cruza de Oeste a Este en la parte central de Nichupté. Un octavo de periodo más tarde, es decir, a un cuarto de ciclo, la distribución de flujo cambia ligeramente en el sistema lagunar (Figura 18 a y b). Las velocidades se incrementaron lo mismo que la zona de influencia de los abanicos. Las velocidades asociadas a flujos entre cuerpos de agua diferentes alcanzan valores de hasta 0.15-0.20 m/s entre la parte sur y norte de Nichupté. Entre Bojórquez y Nichupté las velocidades son del orden de 0.10 m/s. Si consideramos que la profundidad media en este canal que une a Bojórquez con Nichupté tiene una anchura de 60 m y una profundidad promedio de 1.5 m, podemos decir entonces que a esta velocidad de 0.10 m/s y en estos instantes de la circulación hay un flujo de aproximadamente $9m^3/s$. Puesto que parte de este flujo es recirculado otra vez hacia Bojórquez podemos deducir que el intercambio por mareas es demasiado pequeño.

La circulación por la marea M_2 tiende ligeramente a ser menos intensa cuando se encuentra en los tres octavos de periodo (Figura 18c). Como se puede observar en la serie de tiempo mostrada en la parte superior derecha, el forzamiento en las bocas disminuye. Sin embargo, el intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos o lagunas que conforman el sistema continúa siendo importante. Es interesante mencionar que en la laguna del Inglés por ser el cuerpo de agua más alejado de las bocas, debe presentarse un retardo en la fase. Este retardo ocurre como resultado del tiempo que necesita la onda para llegar a ese cuerpo de agua, pues esta laguna está ubicada en la parte más escondida del sistema, al menos en relación a la boca Cancún, ubicada en el norte y por la cual ocurre principalmente el forzamiento por mareas.

En las tres gráficas mostradas (Figura 18 a, b, y c) se puede apreciar que el flujo alcanza su máxima intensidad en los canales ubicados en los alrededores de la entrada en la boca Cancún y esto se mantiene durante todo el proceso de propagación de la onda de marea.

En la figura 18 d se muestra la circulación a la mitad del periodo de la M_2. Esto corresponde al tiempo de calma, es decir, cuando los flujos de marea cambian el sentido. Solamente en los canales cercanos a la boca Cancún y en los canales que unen los diferentes cuerpos de agua las velocidades son significativas, alcanzando incluso valores de hasta 0.15 m/s. En el resto del sistema lagunar las velocidades son bastante pequeñas.

La circulación a los tiempos de reflujo (flujo hacia el mar) son mostrados en las Gráficas siguientes Figura 19 A, B, C, y D. Por comparación con los flujos de marea mostrados en las Figuras 18 a, b y c anteriores, se deducen aspectos muy interesantes: sobre todo aquellos relacionados con las corrientes residuales que surgen de las diferencias existentes entre los procesos de flujo y reflujo de mareas. Así por ejemplo, se observa que los reflujos hacia los canales no forman abanicos como aquellos que aparecen en las Figuras 18 a, b y c anteriores, por tanto en estas zonas la circulación residual debe ser importante y capaz de tener una eficiencia importante en el transporte de sustancias disueltas en el agua. Generalmente, en las zonas donde los flujos y los reflujos son diferentes, la corriente residual tiende a ser importante debido a que el denominado efecto de Stokes contribuye de manera importante a la corriente residual (Carbajal, 1998).

De toda la serie de gráficas se deducen los siguientes aspectos: la laguna de Bojórquez tiene poca capacidad de intercambio de aguas por la acción de mareas. La laguna del Inglés no se ve prácticamente afectada por las mareas. La influencia de las mareas se reduce a la parte norte y central de la laguna de Nichupté, sobre todo en las zonas de los abanicos. La acción de la marea por el canal de Punta Nizuc no afecta la parte sur de la laguna de Nichupté. La zona somera en la parte central de Nichupté amortigua sobre manera la capacidad de propagación de la marea en el complejo lagunar.

La serie de figuras mostradas a diferentes tiempos del periodo de marea, también muestra que, a pesar de las amplitudes relativamente pequeñas en las bocas Cancún y Punta Nizuc, las velocidades en los canales y en los abanicos alcanzan valores de hasta 0.20 m/s. La zona de acción de las mareas abarca la zona de los canales y buena parte de la laguna de Nichupté. Además, es interesante mencionar que la barra somera que divide a la laguna de Nichupté, prácticamente en dos cuerpos de agua, limita que las mareas se propaguen a la parte sur. La influencia de la Boca Nizuc en el sur se limita a la zona de los canales.

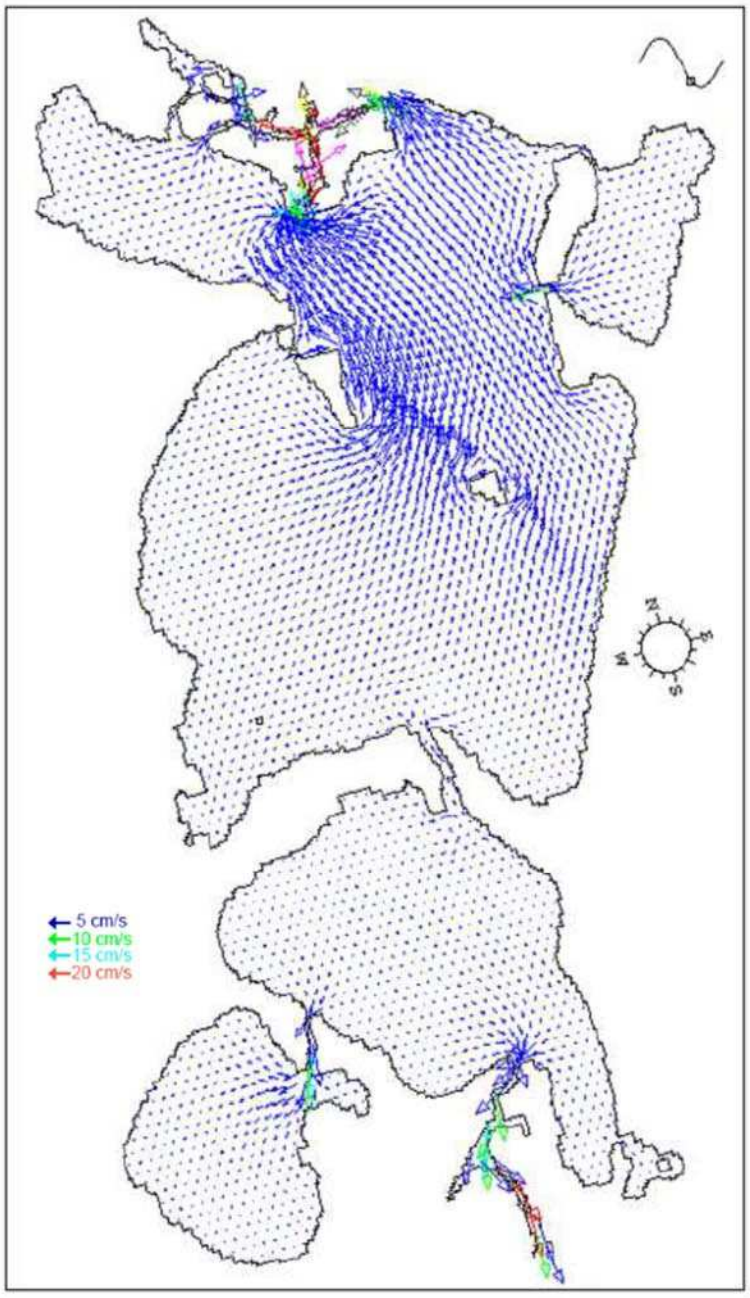


Figura 19a. Flujo de la marea M_2 a cinco octavos de periodo. Las velocidades están dadas en cm/s.

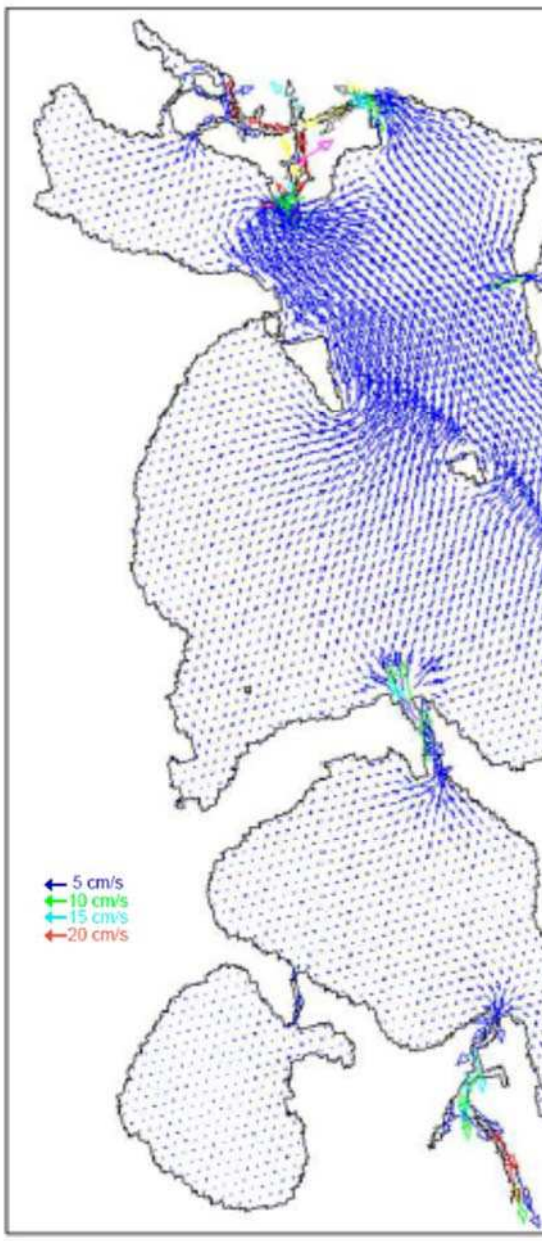
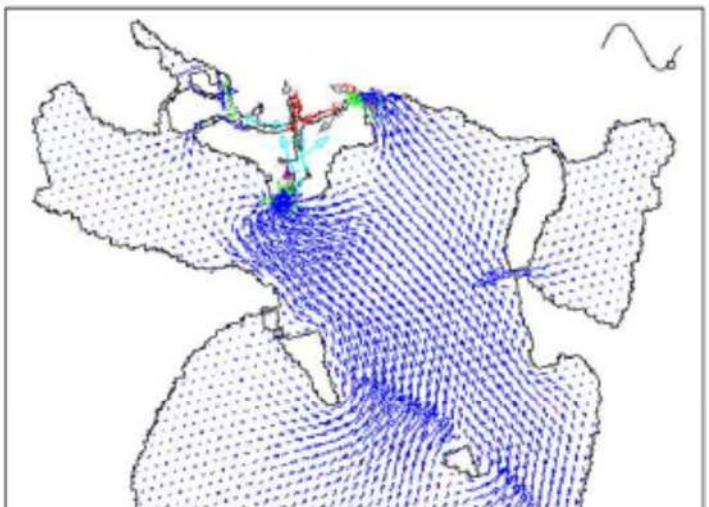
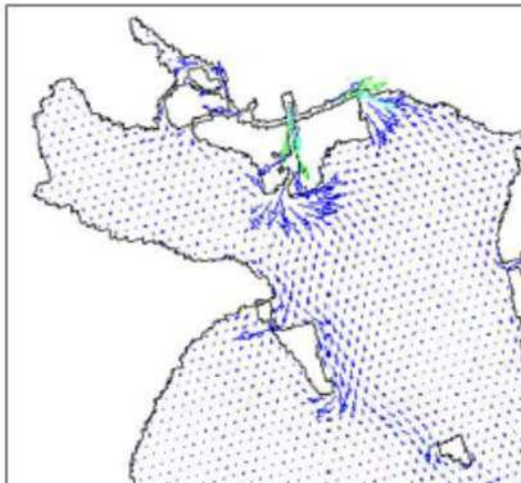


Figura 19b. Flujo de la marea M_2 a tres cu





Hidrodinámica inducida por el viento

Estudios realizados en octubre de 1993 por el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA) mostraron que los vientos provenían dominantemente del Noreste con velocidades típicas que variaban entre 1 y 4.5 m/s (León, 1993). Sin embargo, se han reportado promedios mensuales de velocidad del viento que varían entre 5m/s y 16 m/s (González *et al.,* 1992). Indudablemente esta intensidad de vientos debe ocasionar corrientes importantes en el sistema lagunar. Los vientos dominantes en la zona de Cancún muestran gran variabilidad, hay muchos eventos de intensos vientos con velocidades entre 25 y 30 km/h (7-8 m/s).

Resultado de la realización de experimentos de simulación numérica por Carbajal (2009), con vientos actuando sobre el sistema SLN desde diferentes direcciones, obteniendo los siguientes resultados:

En la figura 20a se puede observar que una gran cantidad de remolinos son inducidos por el viento proveniente del norte. En general, tal y como lo predicen las teorías sobre circulaciones inducidas por el viento en cuencas cerradas, se producen dos remolinos en cada cuerpo de agua. Esto se pude observar en la laguna Bojórquez, en el cuerpo de agua ubicada en el noroeste, en el cuerpo de agua principal de la laguna de Nichupté en el norte y en la parte central, en el cuerpo de agua en el lado sur y en la laguna del Inglés. Es bien sabido que los remolinos tienen una gran capacidad de intercambio de aguas, pues pueden transportar de una lado a otro de una laguna sustancias disueltas en el agua. Por tanto el viento puede redistribuir eficientemente el agua dulce proveniente de los manantiales y de los escurrimientos en la parte oeste y suroeste del sistema lagunar. Puede también redistribuir los contaminantes contenidos en las márgenes y provenientes de los asentamientos humanos y de los hoteles ubicados alrededor del sistema lagunar. La circulación por el viento transporta las aguas residuales de un lugar a otro del sistema lagunar y transportar sedimento fino de una región a otra. Es por ello que la laguna Bojórquez exporta sustancias hacia Nichupté. Se puede observar en la circulación mostrada en la figura 20a que las sustancias que eventualmente salieran de la laguna Bojórquez por la boca sur, podrían ser transportadas hacia el norte y luego con probabilidades de abandonar el sistema lagunar en combinación con las corrientes de marea. En todo caso, puesto que el viento es un fenómeno siempre presente en esta zona de la Península de Yucatán y considerando la presencia de remolinos en todo el sistema lagunar, los contaminantes vertidos en el sistema lagunar son redistribuidos en todo el área. La única laguna que no muestra un intercambio de aguas eficiente es la de Bojórquez, lo cual explica los altos valores de concentración de contaminantes dentro de la laguna como el nitrato, amonio, surfactantes, nitrito y fosfato. Otra fuente de contaminantes, puesta al descubierto en dichas mediciones, está ubicada en la parte noroeste del sistema lagunar, donde se midieron muy altas concentraciones de amonio y otras sustancias. En esta parte de la laguna, igualmente la presencia de los sugiere que el transporte es eficiente y estas sustancias son redistribuidas de tal modo que pueden alcanzar los canales de intercambio con el mar abierto, si la interacción con las mareas favorece este proceso.

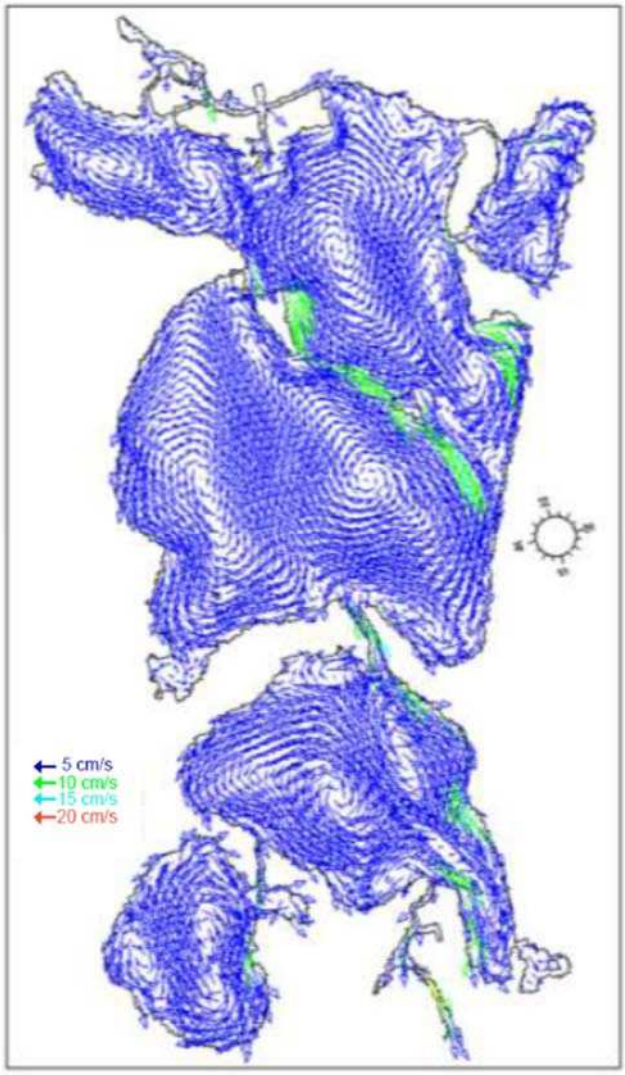


Figura 20a. Circulación inducida por un viento soplando de norte a sur con una velocidad de 5 m/s

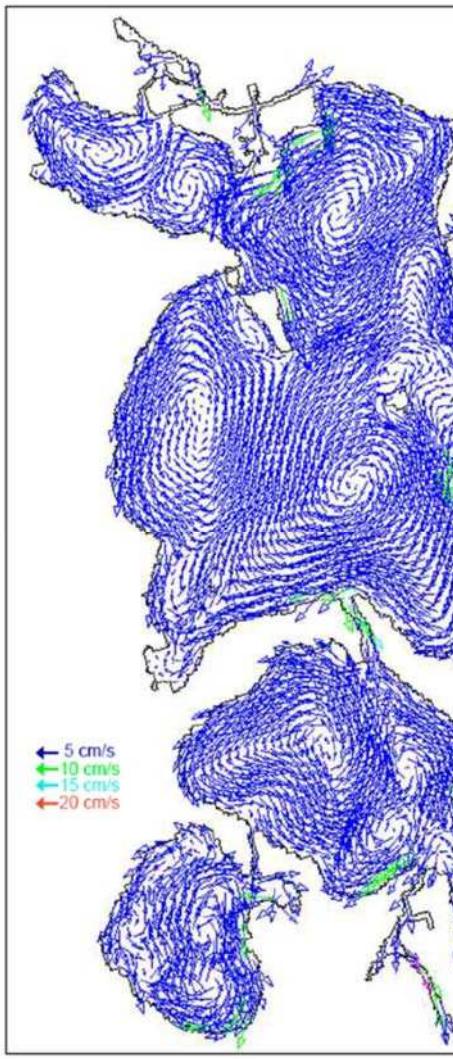


Figura 20b. Circulación inducida por un noreste hacia el suroeste con una velocidad

Adicionalmente, es interesante mencionar que en las zonas más someras, la intensidad de las corrientes aumenta debido al efecto de continuidad, es decir, por conservación el flujo aumenta en las zonas donde disminuye la profundidad. Estas áreas están mostradas en verde en la figura 20a, en donde el flujo alcanza velocidades del orden de 0.08 a 0.10 m/s.

En general, los giros resultantes de noreste hacia el suroeste son similares a los que fueron obtenidos en la simulación con un viento del norte. Igualmente, el sentido de los giros o remolinos es el mismo. Sin embargo, podemos observar que a la salida de la boca sur que comunica a la laguna Bojórquez con Nichupté, la circulación se hace definitivamente hacia el sur, desapareciendo la ligera corriente hacia el norte que apareció en el cálculo con viento soplando del norte. En otras palabras, la circulación en la laguna de Nichupté parece ser muy sensible a la dirección con que sopla el viento, pues los patrones de circulación cambian significativamente. Se observa también que la circulación cambia en la laguna Bojórquez y en la laguna del Inglés. Es interesante mencionar adicionalmente que la intensidad de las corrientes sobre los bajos disminuye claramente. Esto se puede observar por el hecho de que hay menos zonas verdes en la simulación numérica con un viento soplando del noreste hacia el suroeste. En la figura 21a se puede observar que la circulación en esta situación favorece el flujo hacia los canales que conducen a la zona de intercambio con el mar en la parte norte, es decir, en la boca Cancún. Finalmente, es conveniente comentar que la circulación resultante por viento proveniente del norte, noreste y noroeste genera en cada cuerpo de agua del sistema lagunar dos giros o remolinos. La posición del centro de los giros varía ligeramente con la dirección del viento. Este fenómeno es bien conocido en cuencas cerradas y semi-cerradas. Esto se puede ver en las simulaciones para vientos del noroeste y del oeste mostradas en las figuras 21a y 21 b. En general, un criterio para entender la circulación resultante por un viento de una determinada dirección, es considerar que el flujo de agua será dominantemente en la dirección del viento en las zonas más someras de los cuerpos de agua, y un reflujo, contrario a la dirección del viento, en las partes más profundas.

El análisis de la circulación resultante en todos los casos presentados aquí, revela que este criterio se cumple ampliamente. Por ejemplo, en la figura 21a se puede observar que el giro con circulación ciclónica (contrario a las manecillas del reloj), ubicado en la parte norte de Nichupté y que aparece en los cálculos con vientos provenientes del norte y noreste, cambia a un giro con circulación anticiclónica (en el sentido de las manecillas del reloj) con un viento del noroeste. Este cambio en el sentido de rotación del giro, para un cambio de dirección del viento de 45°, refleja perfectamente lo sensible que pueden ser los sentidos de rotación de los giros a la dirección del viento. Estos cambios en la dirección de la circulación en los giros tiene indudablemente consecuencias en la capacidad de intercambio de aguas entre los cuerpos de agua que componen el sistema lagunar y finalmente entre el sistema lagunar y el mar abierto. Puesto que el intercambio de aguas está íntimamente relacionado al transporte de materiales y sustancias, la circulación inducida por el viento debe estar estrechamente relacionada a la capacidad de exportar sustancias contaminantes de un cuerpo de agua a otro o del sistema lagunar al mar abierto.

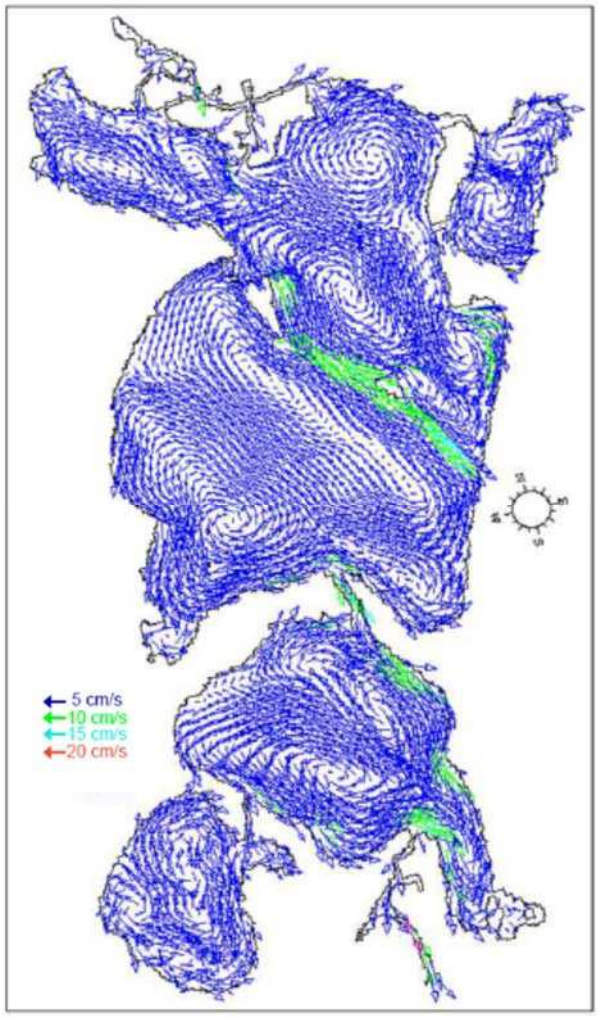


Figura 21a. Circulación inducida por un viento soplando de noroeste hacia el sureste con una velocidad de 5 m/s.

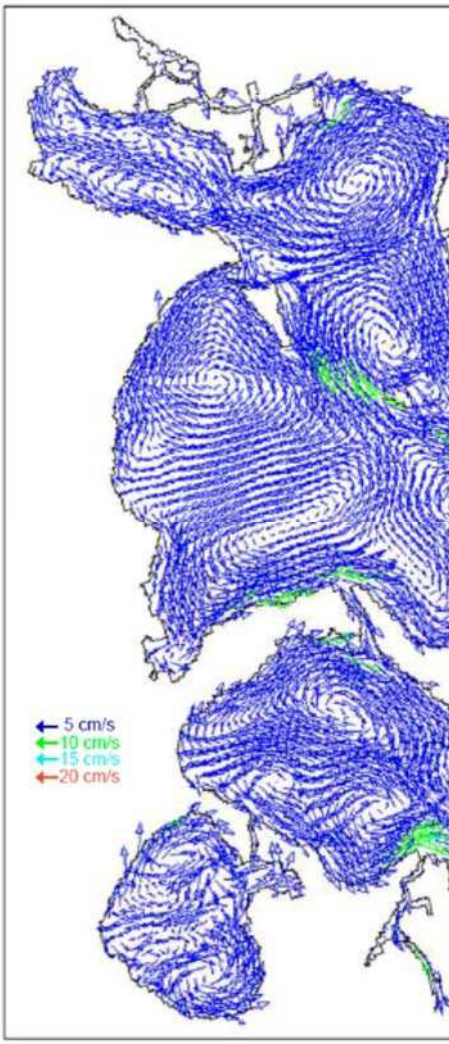


Figura 21b Circulación inducida por un v
oeste hacia el este con una velocid

Además, puesto que el viento en determinadas estaciones del año fluye dominantemente, o en promedio, de una dirección, es lógico suponer que ciertas estaciones del año favorecerán la eliminación de sustancias contaminantes del sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez. Este resultado es muy importante en la capacidad del sistema de renovarse y de que los tiempos de residencias varían de una estación a otra. La rosa de vientos, mostrada en la Figura 5 de este Capítulo para la ciudad de Cancún, indica que hay vientos prácticamente de todas las direcciones, con vientos dominantes provenientes del noreste (vientos alisios). Este hecho justifica todos los experimentos con diferentes direcciones de viento descritos en dicho estudio.

3.4.5 Transporte de sedimentos.

Carbajal (2009) efectuó varios experimentos sobre el transporte de sedimentos como carga de fondo, en todos ellos el transporte de sedimentos por el viento resultó bastante pequeño. Esto indica que el viento, que normalmente sopla sobre el complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez, no alcanza a producir las velocidades necesarias para superar a la velocidad crítica de 0.3 m/s, necesaria para iniciar el transporte. Por este motivo efectuaron experimentos con mareas y encontraron algunos procesos muy interesantes.

En la Figura 22, se muestra el transporte de sedimentos como carga de fondo causado por la marea lunar principal. Se puede ver que hay un intercambio de sedimentos únicamente por la boca Cancún. El sedimento se propaga a lo largo de los canales, hacia el oeste, hacia el este y el principal hacia el cuerpo de la laguna de Nichupté. Se puede ver que únicamente en estas zonas la velocidad crítica es superada, por lo que no ocurre en otras áreas el transporte de sedimentos. En la parte sur, en el canal que conduce a Punta Nizuc, hay también un ligero transporte de sedimentos. Estos resultados indican que hay un intercambio de sedimentos entre la costa y el sistema lagunar. Esto ocurre, porque a lo largo de la costa ocurre lo que se llama el transporte de litoral de arena o sedimentos. Cuando llega a aperturas hacia cuerpos de agua como las lagunas costeras, ocurre la interacción y el sedimento puede entrar a las lagunas. El transporte de sedimentos como carga de fondo es un proceso muy lento y ocurre en escalas de años (Carbajal *et al*., 2005). La distribución mostrada en la figura siguiente, es después de un año de simulación.

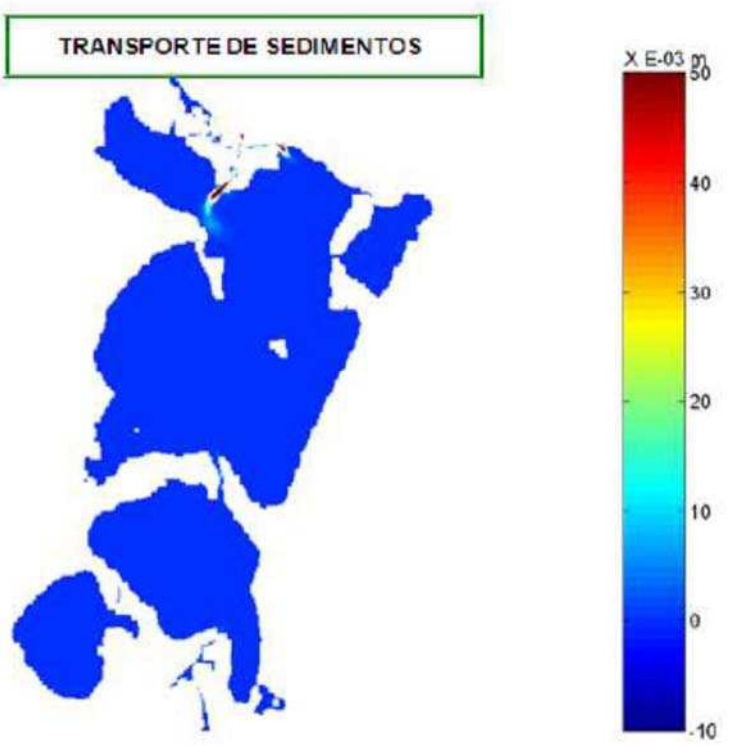


Figura 22. Transporte de sedimentos después de un año de simulación.

Con el propósito de observar mejor el transporte de sedimentos como carga de fondo, mostramos en la Figura 23 una ampliación de la zona de Nichupté donde ocurre el transporte de sedimentos. En ella se puede ver que el transporte al final del canal principal tiende a girar hacia el este en la dirección a los bajos. Estos cálculos muestran que muy probablemente este fue el mecanismo por el cual se formaron los bajos en esa parte de Nichupté e incluso en otras áreas.

El complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene el mayor intercambio de aguas a través de la boca Cancún en el lado norte. Aunque en esta boca se observan velocidades de 0.5 m/s, el alcance del intercambio es relativamente bajo, pues la presencia de manglares enfrente de la boca Cancún amortigua significativamente la movilidad del agua, reduciéndose a algunos canales de navegación. El tráfico de lanchas, yates y otras embarcaciones es intenso a través de esta boca.

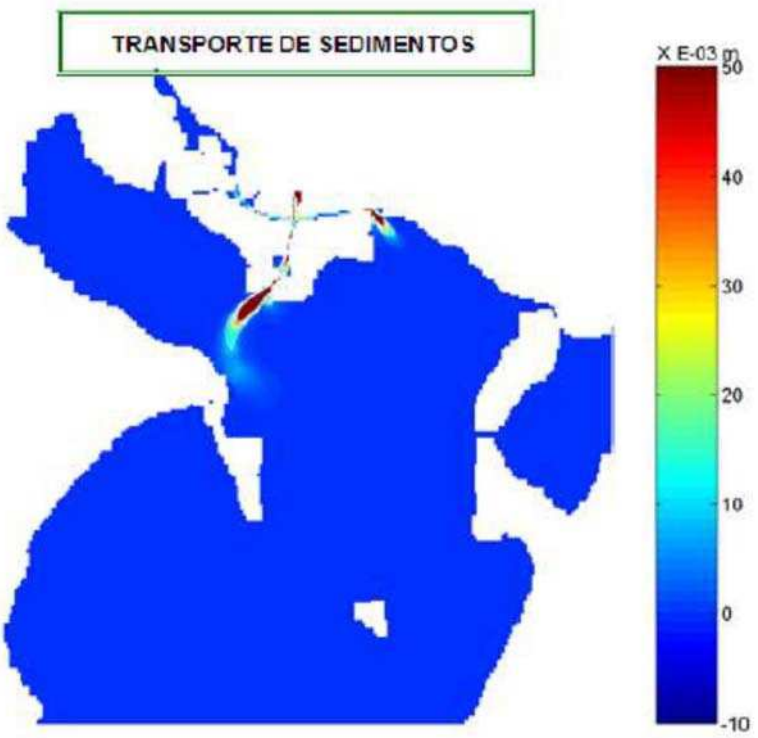


Figura 23. Acercamiento de la parte norte del Sistema Lagunar donde se observa el transporte de sedimentos por la boca Cancún.

3.4.6 Calidad del Agua del Sistema Lagunar Nichupté.

La calidad de agua dentro del SLN fue modificada desde años atrás desde el inicio de la conformación de Cancún como centro turístico en la parte de la zona hotelera y su subsecuente desarrollo urbano en la parte continental al oeste del SLN. Durante esta conformación fue destruido y rellenada buena parte del manglar que servía como filtro para el agua que provenía de la parte oeste, el agua comenzó a provenir contaminada de la zona urbana; asimismo fue desmontado manglar y rellenado matorral costero para conformar el terraplén y la vialidad de acceso principal que es el Boulevard Kukulcán; se cerraron las bocas de comunicación que conectaban el SLN con el Mar Caribe (Pedrozo, 2008) en diferentes puntos, las cuales se abrían esporádicamente durante huracanes y tormentas permitiendo el intercambio de agua de mar y de la laguna y con ello su renovación. Durante el inicio de la conformación de Cancún, la maquinaria removió del fondo grandes volúmenes de sedimentos ricos en nutrientes en el SLN, lo que originó una fertilización de la laguna, se enturbiaron sus aguas y se favoreció el crecimiento de algas flotantes que le dan un desagradable aspecto, las cuales despiden malos olores al descomponerse. A esto debe agregarse la contaminación que ingresa por las actividades de navegación y recreación en la laguna y a la práctica de varios restaurantes de arrojar desperdicio de alimentos, lo que les permite deshacerse de ellos y atraer cocodrilos, los que proporciona un atractivo turístico adicional. El complejo lagunar tiene una fuerte presión por el gran número de hoteles ubicados

principalmente en la barra localizada al lado Este, pero también en lado Occidental por la ciudad de Cancún y algunas zonas que fueron usadas como basureros.

El desordenado uso recreativo de la laguna es una de las principales causas de su deterioro ya que diariamente la atraviesan una cantidad creciente de embarcaciones que utilizan escapes bajo el agua y vierten grandes cantidades de aceite y gasolina en forma no controlada. Estas sustancias van dañando poco a poco los pastos y la fauna marina que viven en ellos, por lo que se ha recomendado que se desarrollen políticas de navegación en la laguna y que exista un control sobre el tipo de embarcaciones adecuadas para un sistema lagunar como el de Nichupté, y que se establezcan canales de navegación bien definidos, regulando los tipos de embarcación que puedan circular en ellos.

Los estudios batimétricos que se realizaron en el complejo lagunar revelaron la presencia de fuentes o manantiales naturales de agua en varios puntos del complejo lagunar. Las mediciones hidrográficas y químicas de muestras de agua en los manantiales mostraron que el agua que brota está bastante contaminada y está, antes de salir a la superficie, ya mezclada con agua de mar.

El cuadro siguiente, muestra las diferencias identificadas para las principales variables entre el estudio realizado por Carbajal (2009) y el de Hernández-Terrones (2014). Además, se incluye la comparación con respecto a los criterios ecológicos de calidad de agua (CE-CCA-001/89), para protección de la vida acuática en áreas costeras y con respecto a la NOM-001-SEMARNAT-1996, descargas de aguas residuales en aguas costeras. Como se observa, la normatividad no ha sido modificada desde los años 90’s, y no existe un límite máximo permisible para algunos parámetros como los detergentes, sulfatos.

En el caso del Sistema Lagunar Nichupté, las concentraciones para algunos parámetros como los nutrientes han disminuido en siete años, sin embargo aún se está lejos del criterio de calidad del agua, si bien de manera general se cumple con la normatividad, hay sitios en el sistema que presentan problemas por altas concentraciones de nutrientes por ejemplo.

Cuadro 3. Comparativo de los diferentes parámetros, entre estudios (Carbajal, 2009 y Hernández-Terrones, 20
normatividad.

Parámetro	Unidades	Normatividad		Carbajal (2009)		Hernández-Terrones, (2014)		Co entr ⇧Inc Di ⇔Si
		CE-CCA-001-1989	NOM-001 SEMARNAT 1996	Lluvias 2006	Secas 2007	Lluvias 2013	Secas 2014	
Temperatura	°C	-	40	21-28	24.5–27.5	26-29	25-28	
pH		-	5-10	7.6–8.1	8.0–8.4	7.1-8.2	7.3-8.3	
Salinidad		-		20–31	22–34	4.30	4-36	
Nitratos	Mg/L	0.04	-	<LD–4.5	<LD–4.5	0.05-1.0	0.3-2.6	⇩en
Amonio	Mg/L	0.01	-	0.1–1.2	<LD-1.5	0.08-0.46	0.14-0.7	⇩en
Fosfatos	Mg/L	0.002	-	0.1–1.2	<LD–0.5	0-4.6	0.32-0.72	⇩en
Detergentes (SAAM)	Mg/L	-	-	<LD–2.4	<LD–4.0	0.0-0.021	0.0-0.004	⇩en
Cadmio	Mg/L	-	0.2	0.005-0.125	0.005–0.125	ND	ND	
Plomo	Mg/L	-	0.4	0.9–2.4	0.1–0.7	ND	ND	
Oxígeno disuelto	Mg/L	5	-	8.4–12.0	7.5–13.5	2.0-11.5	2.0-10.0	
Coliformes fecales	NMP/100 ml	200	1000-2000	No fueron analizados		Ausencia	Ausencia	

Las zonas con mayores valores de parámetros de sustancias indicadores de contaminación fueron registradas en la Laguna Bojórquez y en la parte noroeste del SLN donde se ubica Malecón Tajamar (Carbajal, 2009; Hernández-Terrones, 2014).

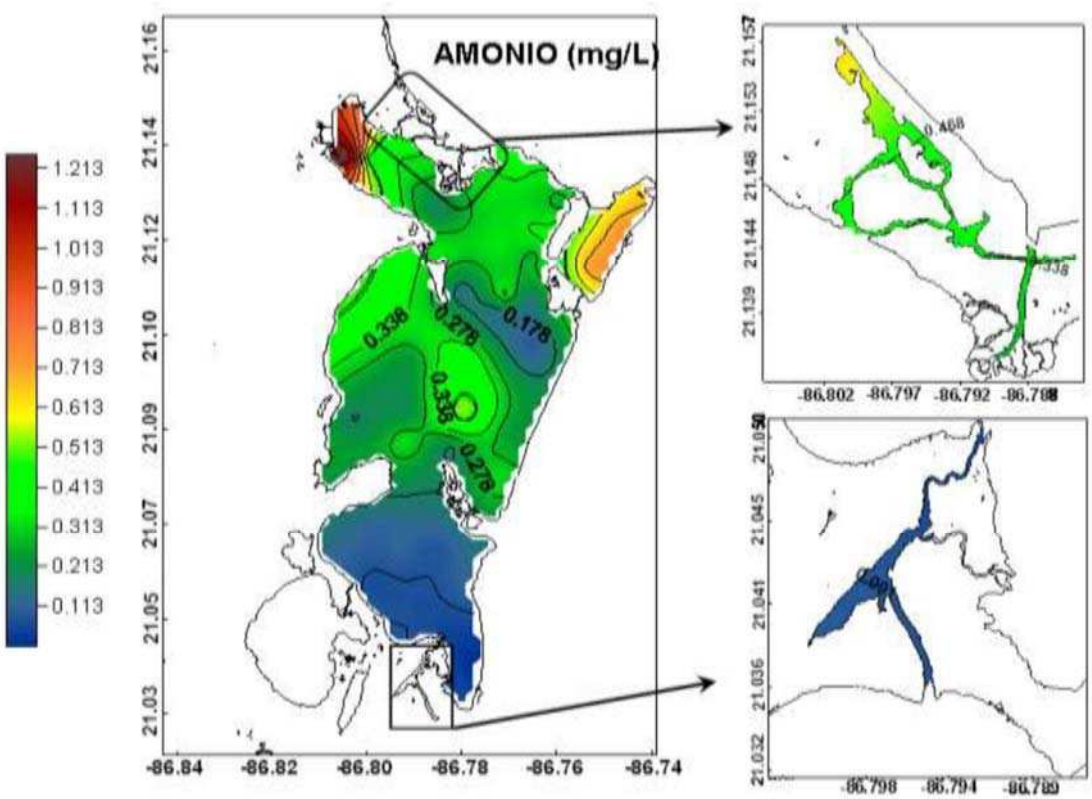


Figura 24. Medición de Amonio en Noviembre de 2006 por Carbajal (2009). Figura para ilustrar las dos áreas del SLN donde fueron detectados los mayores valores de contaminantes: 1) Laguna Bojórquez y 2) En la parte Noroeste a la altura de lo que es Malecón Tajamar, donde hay una importantes cantidad de manantiales. Estos mismos patrones de distribución de contaminantes fueron obtenidos por Hernández- Terrones (2014).

Un componente fundamental en el proceso de dispersión de los contaminantes es la hidrodinámica del sistema lagunar. Son las corrientes inducidas por el viento, por las variaciones de densidad y por las mareas las que transportan los contaminantes. Puesto que el sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez es bastante somero, las corrientes inducidas por gradientes horizontales de densidad no deben ser de importancia y rápidamente frenadas por fuerzas de fricción (Carbajal, 2009).

3.4.7 Transporte de Contaminantes (Carbajal, 2009).

De acuerdo con Carbajal (2009), el viento del noroeste en la laguna Bojórquez no es eficiente en exportar sustancias pasivas hacia Nichupté. Este viento del noroeste no contribuye a reducir el tiempo de residencia de partículas en Bojórquez. Afortunadamente, de la rosa de vientos, mostrada en la Figura 5, estos vientos no son dominantes sobre el sistema lagunar.

El viento del noreste es bastante efectivo en exportar partículas hacia Nichupté, incluso hacia la parte más al sur del sistema lagunar. A partir de las figuras siguientes, se puede constatar que el sistema lagunar de Nichupté-Bojorquez exporta a través de la boca Punta Nizuc partículas hacia el mar abierto. Este es un resultado muy importante pues el viento del noreste es dominante según la rosa de viento mostrada en la Figura 5, además la laguna Bojórquez es el cuerpo de agua más contaminado. Este transporte de partículas hacia el sur puede explicar las relativamente altas concentraciones de nutrientes, surfactantes y metales pesados observadas en la parte sur del sistema lagunar. Se puede observar en la Figura 28, que después de 45 días, prácticamente todas las partículas puestas en la laguna Bojórquez han sido exportadas hacia Nichupté. Este resultado quiere decir que en la estación, en la que los vientos alisios provenientes del noreste, son más intensos el sistema lagunar debe ser capaz de reducir substancialmente el tiempo de residencia de sustancias químicas pasivas vertidas a la laguna Bojórquez. Es, además, interesante mencionar que por la boca Cancún, más cercana a Bojórquez, no hay manera de que con estos vientos logren salir partículas al mar abierto.

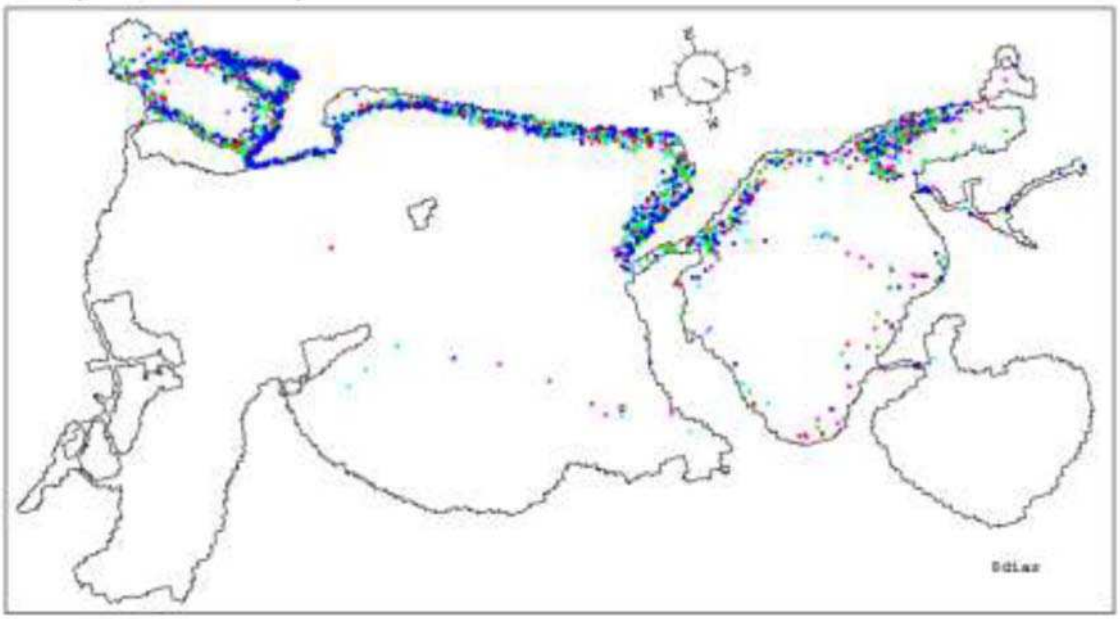


Figura 25 Dispersión de sustancias después de 8 días.

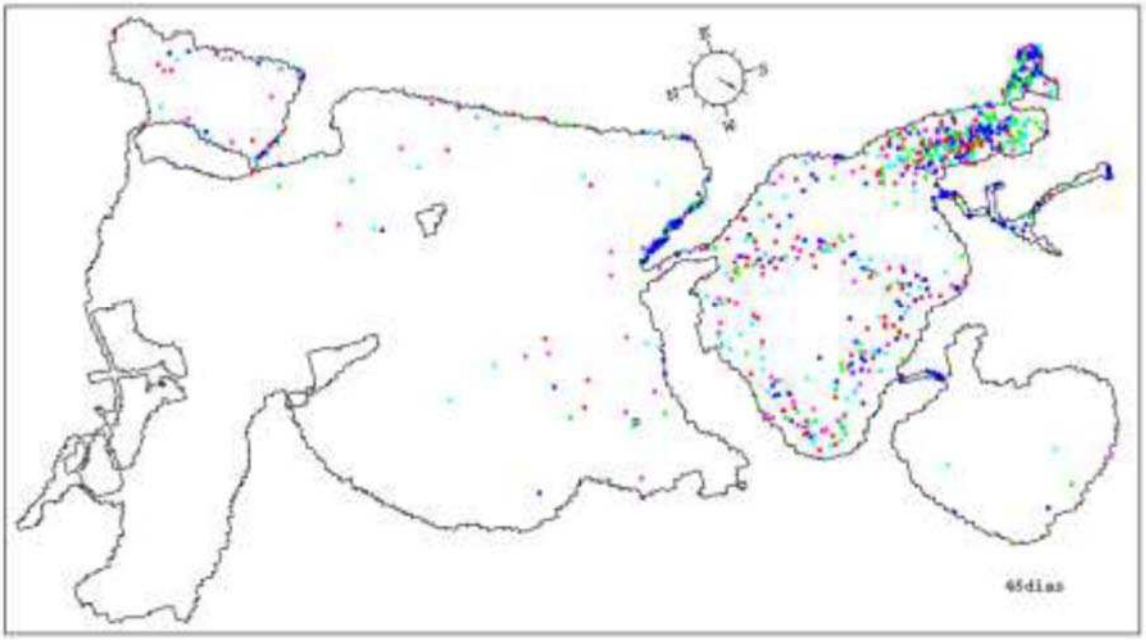


Figura 26. Dispersión de sustancias después de 45 días.

Las intensas mediciones de nutrientes, contaminantes, salinidad y metales pesados indican que la parte noroeste de la laguna Nichupté es una fuente importante de todas estas sustancias químicas. En los estudios batimétricos a gran detalle que se efectuaron en todo el sistema lagunar, se identificaron varios manantiales en esa parte de Nichupté. La inspección de estos manantiales mostró que la cantidad de agua fluyendo es importante y por la turbidez y gran cantidad de nutrientes se infiere que esta agua deben provenir, al menos en parte, de la ciudad de Cancún. El mecanismo de cómo el agua dulce de lluvia infiltrada en el subsuelo se mezcla con aguas residuales de la ciudad de Cancún y con el agua de mar se desconoce aún. Por este motivo se realizó un experimento de modelación numérica de dispersión de partículas desde la parte noroeste de Nichupté con un viento actuando desde el noreste. Este viento es muy común como se observa en la rosa de vientos mostrada en la Figura 5. De la serie de gráficas mostradas en las Figuras 26 y 27, se puede observar que el transporte de partículas ocurre principalmente hacia el este. En la Figura 20b, se muestra la circulación con un viento proveniente del noreste. En ella se puede ver que en la zona donde están las fuentes de partículas hay una fuerte circulación hacia el este, esto explica la dispersión de las partículas en esa dirección. Después de 8 días, la serie de remolinos inducidos por el viento logran transportar las partículas a prácticamente todo el sistema lagunar. Finalmente, después de 45 días, las partículas esta homogéneamente distribuidas en todo el sistema lagunar.

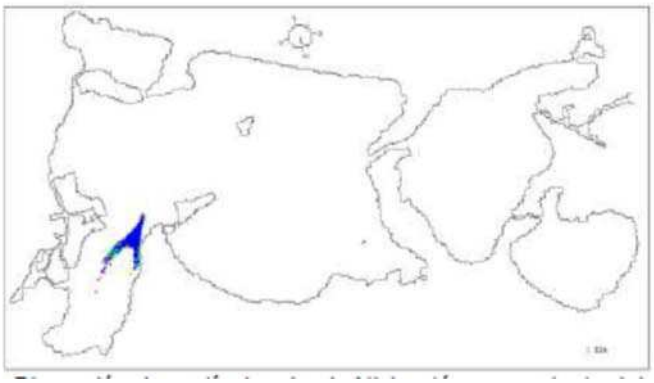


Figura 27. Dispersión de partículas desde Nichupté con un viento del este.

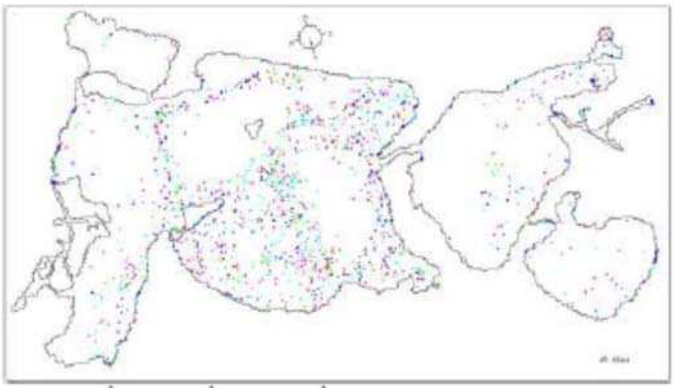


Figura 28. Dispersión después de 45 días.

Se ha discutido a detalle la acción del viento soplando desde diferentes direcciones sobre la dispersión de sustancias pasivas en el sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez. Se encontró que los vientos provenientes del noreste y este son bastante efectivos en dispersar los contaminantes cuyas fuentes estuvieron ubicadas en la laguna Bojórquez y en la parte noroeste del Nichupté. Se escogieron estas dos posiciones para las fuentes, basados en que las concentraciones de contaminantes mostraron ser bastante altas en esas zonas. Es importante mencionar que no se presentaron modelaciones numéricas sobre la dispersión de contaminantes causadas por la circulación inducida por las mareas. Las mareas son un proceso fundamentalmente oscilatorio, es decir, los contaminantes son desplazados con el flujo en una dirección y traídos de regreso con el reflujo a casi la misma posición que tenían originalmente. Después de un ciclo de mareas, semidiurno de aproximadamente 12 horas o diurno de alrededor de 24 horas, el contaminante prácticamente se ha desplazado muy poco. En otras palabras, los flujos oscilatorios no son muy efectivos, por lo general, en dispersar contaminantes. Sin embargo, es conveniente mencionar que existen corrientes de mareas residuales que son el resultado neto después de un ciclo de la constituyente de marea considerada. En el caso del complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez, el viento es definitivamente el responsable de la dispersión de contaminantes.

De la hidrodinámica y calidad de agua del SLN, se puede concluir lo siguiente:

- El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene interacción con el mar abierto a través de las bocas Cancún en el norte y Punta Nizuc en el sur, interactúa también con el agua subterránea a través de más de 20 manantiales de agua ubicados principalmente en el lado oeste del complejo lagunar.

- El complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez es bastante somero con profundidades variando entre 0.3 m y 5.0 m de profundidad. Gran parte del sistema lagunar tiene profundidades de alrededor de 2 m. Entre la parte norte de Nichupté y el cuerpo de agua central existe una zona de bajos con profundidades que no pasan de 0.5 m. Estos bajos dificultan el intercambio de aguas entre los diferentes cuerpos de agua que conforman el sistema lagunar. Sufre la acción del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas.

- El sistema es bastante somero, los vientos del noreste y este son los más efectivos en dispersar las sustancias pasivas. Únicamente el viento del noreste fue capaz de exportar partículas hacia el mar abierto por la parte sur del sistema. Pero se demostró que bajo la acción de estos vientos los contaminantes se distribuyen por todo el sistema lagunar. Esto explica las concentraciones de nutrientes y metales pesados encontrados en las mediciones.

- La laguna de Bojórquez tiene poca capacidad de intercambio de aguas por la acción de mareas. La laguna del Inglés no se ve prácticamente afectada por las mareas. La influencia de las mareas se reduce a la parte norte y central de la laguna de Nichupté (donde se ubica el área de estudio de la presente MIA-P), sobre todo en las zonas de los abanicos. La acción de la marea por el canal de Punta Nizuc no afecta la parte sur de la laguna de Nichupté. La zona somera en la parte central de Nichupté amortigua sobre manera la capacidad de propagación de la marea en el complejo lagunar.

- Está demostrado la influencia de agua relativamente dulce que sale por los manantiales sobre la distribución de la salinidad.

- El transporte de sedimentos que fue modelado numéricamente demostró que muy probablemente las zonas de bajos encontrados en el sistema lagunar se deben a sedimento que entra por la boca Cancún y es transportado hacia la zona media de Nichupté.

- Del transporte de contaminantes se encontró que los vientos provenientes del noreste y este son bastante efectivos en dispersar los contaminantes cuyas fuentes estuvieron ubicadas en la laguna Bojórquez y en la parte noroeste del Nichupté. Es importante mencionar que no se presentaron modelaciones numéricas sobre la dispersión de contaminantes causadas por

la circulación inducida por las mareas. Las mareas son un proceso fundamentalmente oscilatorio, es decir, los contaminantes son desplazados con el flujo en una dirección y traídos de regreso con el reflujo a casi la misma posición que tenían originalmente. En el caso del complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez, el viento es definitivamente el responsable de la dispersión de contaminantes.

- El SLN padece la acción antropogénica directa de la zona hotelera y de la ciudad de Cancún a través de las descargas de aguas residuales vertidas directamente o por conducción subterránea y que aflora en el sistema lagunar en los manantiales. Intermitentemente, esta zona de la Península de Yucatán es afectada también por huracanes que ocasionan daños severos al ecosistema, magnificados por las obras hidráulicas y de hoteles en la zona de la costa. Afectan la calidad del agua el paso de las innumerables lanchas, el corte de manglar y la afluencia de sustancias químicas que deterioran al sistema lagunar.

- En el caso del Sistema Lagunar Nichupté, las concentraciones para algunos parámetros como los nutrientes han disminuido en siete años (de las mediciones de Carbajal en 2006 y 2007 a las hechas por Hernández-Terrones en 2014), sin embargo aún se está lejos del criterio de calidad del agua, si bien de manera general se cumple con la normatividad, hay sitios en el sistema que presentan problemas por altas concentraciones de nutrientes por ejemplo.

- Se ha constatado la entrada de aguas residuales a través de la medición de nutrientes en todo el sistema lagunar, identificado las zonas conflictivas y demostrando que el agua que sale de los manantiales debe tener contacto con aguas residuales de Cancún.

- Se encontraron en muestreos efectuados antes y después del paso del huracán Wilma, alrededor de 85 bacterias, que habían sido clasificadas taxonómicamente en diferentes partes del mundo. Esta fue una manera diferente de demostrar que hay entrada de aguas residuales desde la zona hotelera.

La información que ha sido generada en los estudios descritos del SLN donde se ubica el predio del proyecto, ofrecen una información con alto valor técnico por los métodos empleados y la temporalidad a la que fueron registrados. De ahí que los patrones de batimetría, hidrodinámica general, hidrología superficial, hidrología subterránea, hidrodinámica inducida por mareas y vientos, calidad de agua, transporte de sedimentos y de sustancias pasivas contaminantes, que están reportados se pueden aplicar a nivel del predio del proyecto Barrio del Mar, de su Sistema Ambiental y de la zona marina adyacente, ya que la información fue generada con sitios de muestreo distribuidos en todo el SLN y extrapolados a toda su superficie, donde quedaría inserto el proyecto que se propone en esta MIA-P.

De ahí que esta descripción resumida de la información que ha sido generada en ellos, se puede considerar como el estudio de hidrodinámica que sustente los patrones de este proceso en el SA y del sitio del proyecto.

4 ASPECTOS BIÓTICOS.

4.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.

Al iniciarse el proyecto turístico integralmente planificado, la construcción de la ciudad de Cancún se habilitó entre 1974 y 1975, y se desmontó paulatinamente la selva mediana subperennifolia en una superficie de 734 ha que ocupó la ciudad en 1980, además de las 256 ha destinadas al aeropuerto internacional. También se eliminaron 370 ha de manglar en la porción seleccionada para la habilitación de la zona hotelera, disminuyendo con ello, el área de la cubierta vegetal ante la expansión del desarrollo turístico que avanzó 13 km a lo largo de la isla, aproximadamente hasta la playa Ballenas donde se ubica aproximadamente el predio del presente proyecto. Con base en la figura siguiente se observa que la vegetación primaria del área de estudio es el manglar ubicado al este de la planicie de inundación marginal del Sistema Lagunar Nichupté.

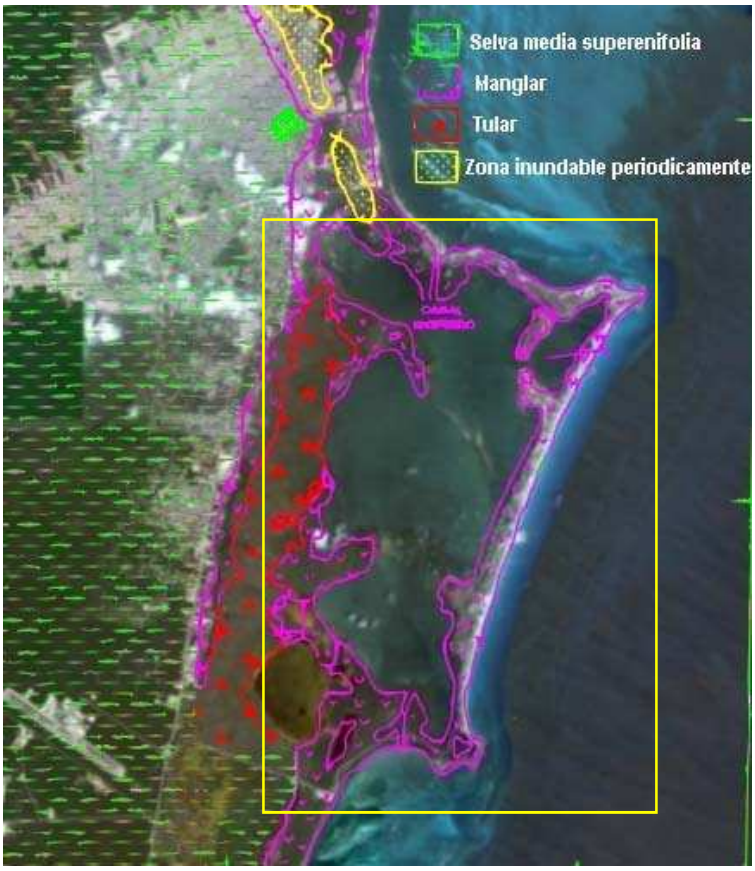


Figura 29. Imagen de la vegetación en Cancún entre los años 1970-1971. En el cuadro amarillo se señala la ubicación del área de estudio (Fuente: Pérez y Carrascal, 2000).

Pérez y Carrascal (2000), señalan que en los primeros 5 años del nacimiento del centro turístico Cancún, se perdieron aproximadamente 2,973 ha de Selva mediana subperennifolia y se perdió la vegetación de manglares marginales de la porción norte del Sistema Lagunar Nichupté. Este ritmo de deforestación continuó y para los años 90´s, la franja de manglares de la Isla Cancún se había perdido prácticamente en su totalidad. Para estos años la cubierta vegetal del margen oeste del Sistema Lagunar Nichupté se había transformado radicalmente de Selva mediana subperennifolia y manglar a vegetación secundaria.

En esta imagen se observa que para el inicio de la década de los 90's no solo una buena sección de la selva mediana subperennifolia se había transformado en vegetación secundaria, sino también una importante sección de la vegetación de la planicie de inundación marginal al oeste del Sistema Lagunar Nichupté como el manglar y el Tular que fueron afectados por el crecimiento de la zona urbana, quedando en el margen de la planicie de inundación con la zona urbana el Tular.

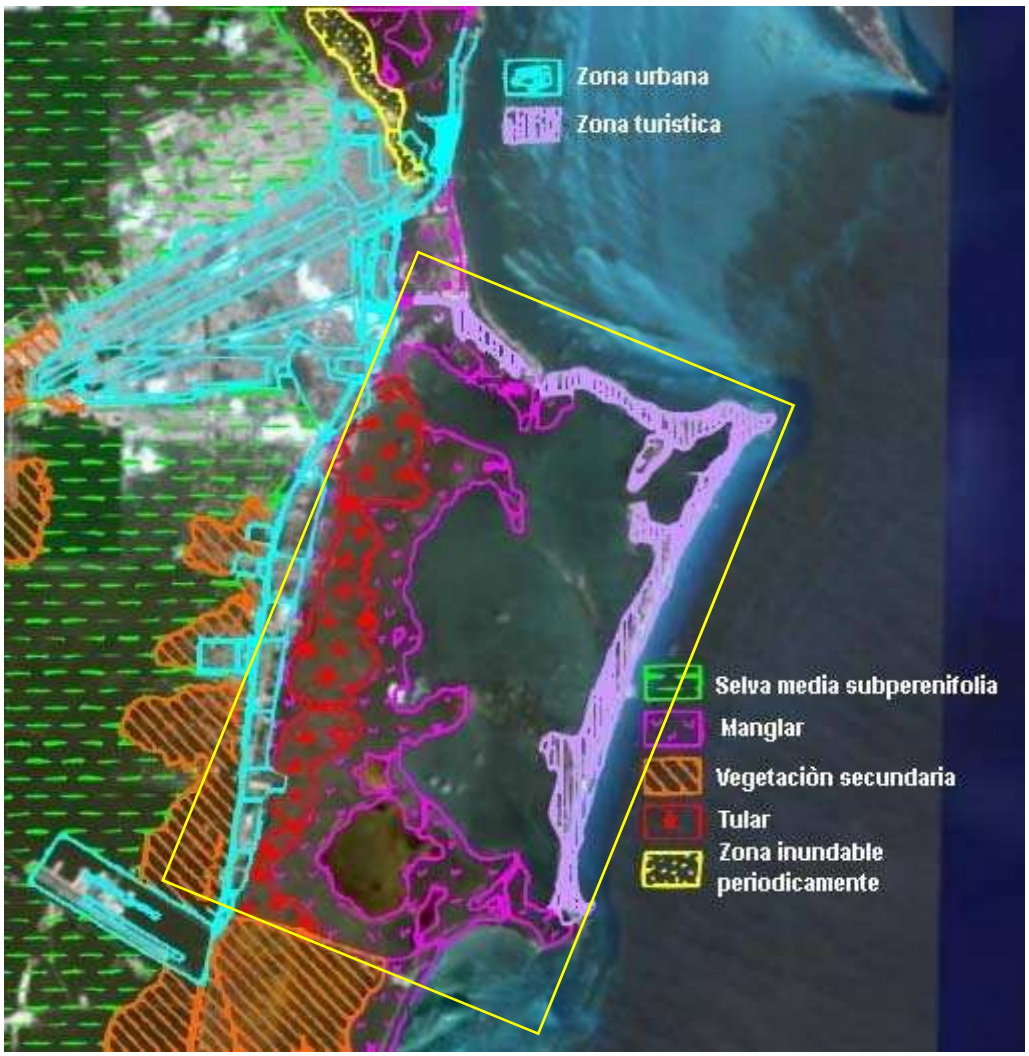


Figura 30. Imagen de la vegetación en Cancún entre los años 1990. El recuadro amarillo señala la ubicación del área de estudio (Fuente: Pérez y Carrascal, 2000).

En este contexto y con base en la información de Pérez y Carrascal (2000), se hace evidente que la vegetación primaria de la zona centro de lo que hoy es el centro de la Ciudad de Cancún y del polígono que conforma el área de estudio, correspondió a la planicie de inundación marginal a la zona este del Sistema Lagunar Nichupté, tal y como se muestra en las figuras previas.

El desmonte y fraccionamiento masivo de los sistemas ha ocasionado una transformación total por la urbanización de la ciudad de Cancún. Sin embargo, tras todos estos cambios se han generado pequeñas islas de vegetación propia de la planicie de inundación periódica rodeadas por vegetación secundaria. Por ello es posible observar en varias secciones de la Avenida Bonampak e incluso de la Avenida Tulum terrenos aún no urbanizados que presentan una topografía baja y donde aún pueden verse algunos tulares y manchones de mangle.

En la zona hotelera es posible ver el desarrollo de vegetación secundaria en el borde del Boulevard Kukulcán que colinda con el SLN, ya que al construir dicha vialidad se constituyó una plataforma que invadió una mayor superficie y sobre la cual se ha desarrollado con el tiempo vegetación de tipo secundario derivada de la vegetación original o bien que ya ha perdido sus características iniciales. Dicho borde de la plataforma se observa con el mismo nivel topográfico que la vialidad, con sustrato de material pétreo expuesto o mal conformado; en muchas de sus áreas se han establecido con una talla importante especies oportunistas y exóticas, como *Casuarina equisetifolia*, *Terminalia catappa*, entre otras. En secciones de este borde entre el Blvd. Kukulcán y el SLN quedó el manglar de manera inmediata, pero en otras partes, el manglar ha permanecido su desarrollo en el nivel topográfico natural de inundación de manera aledaña a la laguna, observándose de manera notoria los taludes o cortes de nivel entre el sustrato artificial y el natural de la laguna.

Si bien la urbanización es la principal causa de cambios en la cubierta vegetal. Los fenómenos naturales también han generados cambios. Para esta zona en particular los huracanes de gran intensidad también han mermado la cubierta vegetal marginal del Sistema Lagunar Nichupté de forma importante. Entre los huracanes más “recientes” e intensos se encuentra el huracán Gilberto (Septiembre-1988) y el Huracán Wilma (Octubre-2005). Ambos tuvieron efectos negativos muy importantes sobre la vegetación de la Península y en particular sobre la zona norte del estado.

A continuación se presenta una serie de imágenes en el que se muestra los cambios de ha sufrido la zona del SA, en el que actualmente se encuentran la zona hotelera de Cancún.



Figura 31. En la imagen se observa la zona sureste del SA, en específico en área conocida como Punta Nizuc, en 1978. Fuente: https://aclarando.wordpress.com/2010/04/15/ano-1978-cancun-cerca-del-cielo-02/



Figura 32. En la imagen se observa la zona noreste del SAR, en específico en área conocida como Punta Cancún, en 1970. Fuente: https://aclarando.files.wordpress.com/2009/12/cancun1970.jpg

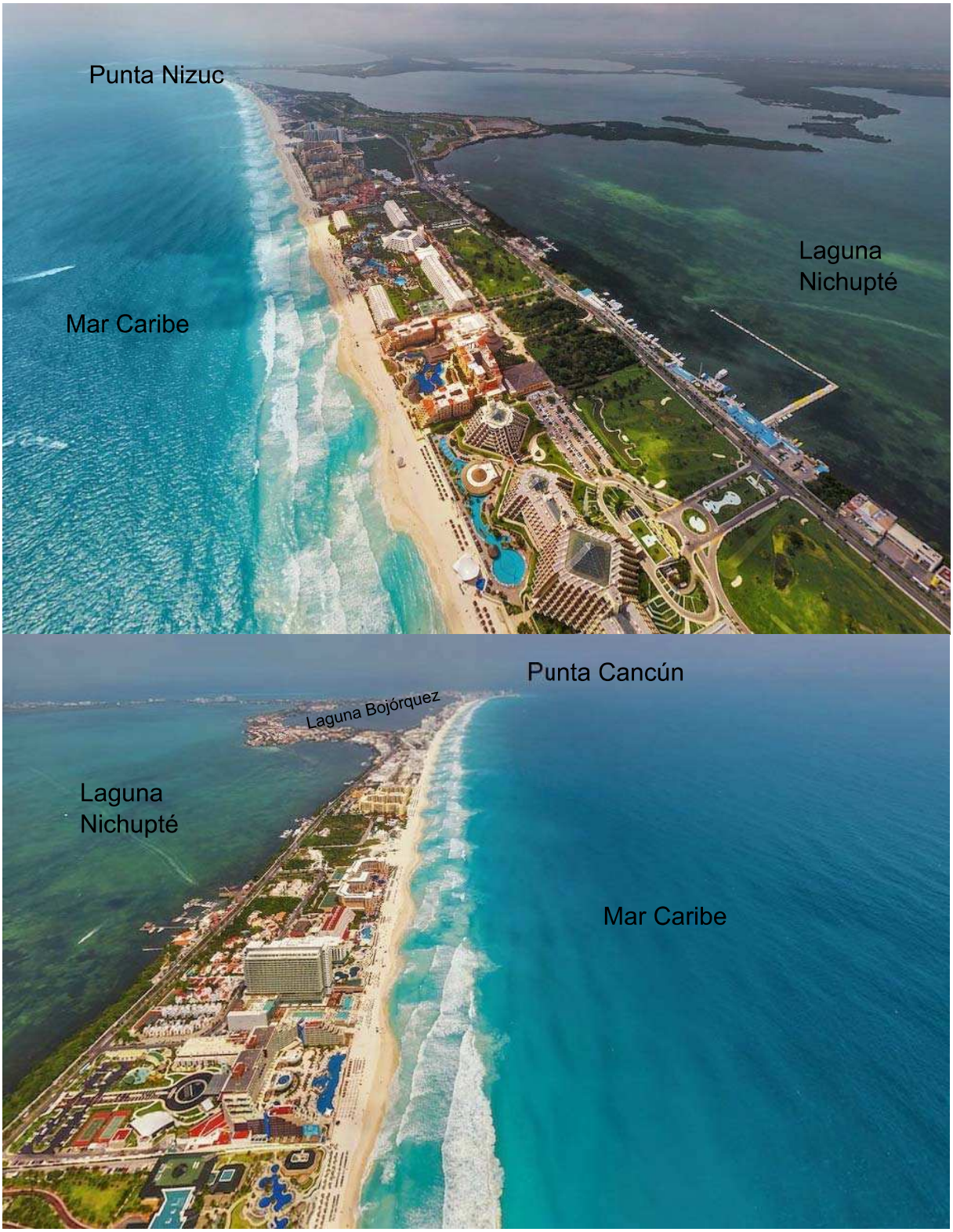


Figura 33. En la imagen se observa el estado actual de la zona Este del SAR: Fuente: *http://blog.mexicodestinos.com/2014/05/asi-es-cancun-kilometro-a-kilometro-desde-el-aire/*

4.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FLORA EN EL SISTEMA AMBIENTAL.

Con base en la carta de vegetación y uso de suelo Serie V del INEGI, la parte terrestre del SA abarca una superficie de 887.12 Ha (30.50%) y se encuentra conformada por las siguientes coberturas: Manglar (VM), Zona urbana (ZU) y Asentamientos Humanos (AH), las cuales corresponden a la Zona Hotelera de Cancún (Figura 34). La parte acuática del SA está conformado por la parte Este del SLN en una superficie de 2,021.91 ha.

Cuadro 4. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la Carta de Vegetación y Uso de Suelo Serie V del INEGI.

SA	Cobertura	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Terrestre	Manglar	1,044,800.54	104.48	3.59
	Zona urbana	7,445,508.88	744.55	25.59
	Asentamientos humanos	380,876.78	38.09	1.31
	Subtotal	**8,871,186.20**	**887.12**	**30.50**
Acuático	Cuerpo de agua	20,219,113.80	2,021.91	69.50
	Subtotal	**20,219,113.80**	**2,021.91**	**69.50**
	Total	**29,090,300.00**	**2,909.03**	**100.00**

El predio del proyecto se ubica en la Zona Urbana.

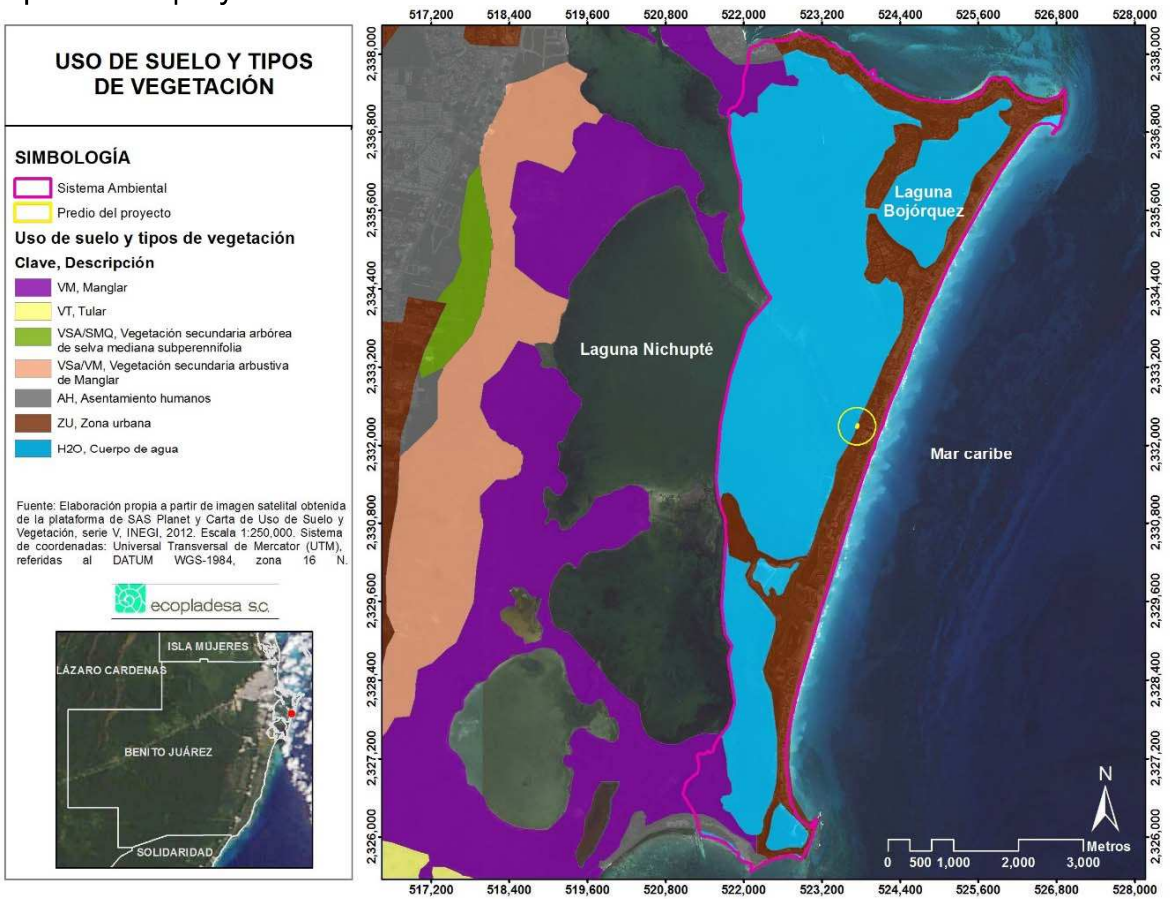


Figura 34. Mapa de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V INEGI, 2012.

Ahora bien, haciendo un comparativo, la caracterización del POEL para el municipio de Benito Juárez realizada en 2011, presenta un mayor detalle de la vegetación y los usos de suelo respecto de la Serie V del INEGI, por lo que de acuerdo con el mapa de vegetación y uso de suelo del POEL del Municipio Benito Juárez, el SA presenta en su mayoría una cobertura de Zona urbana y parches aislados de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en proceso de recuperación (Figura 35). A esta escala el predio del proyecto se ubica en la definida como Zona Urbana.

Cuadro 5. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la Modificación del POEL BJ (2014).

SA	Cobertura	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Terrestre	Manglar	2,003,619.32	200.36	6.89
	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana superennifolia	143,761.92	14.38	0.49
	Zona Urbana	7,196,120.45	719.61	24.74
	Subtotal	**9,343,501.69**	**934.35**	**32.12**
Acuático	Cuerpo de Agua	19,746,798.31	1,974.68	67.88
	Subtotal	**19,746,798.31**	**1,974.68**	**67.88**
	Total general	**29,090,300.00**	**2,909.03**	**100.00**

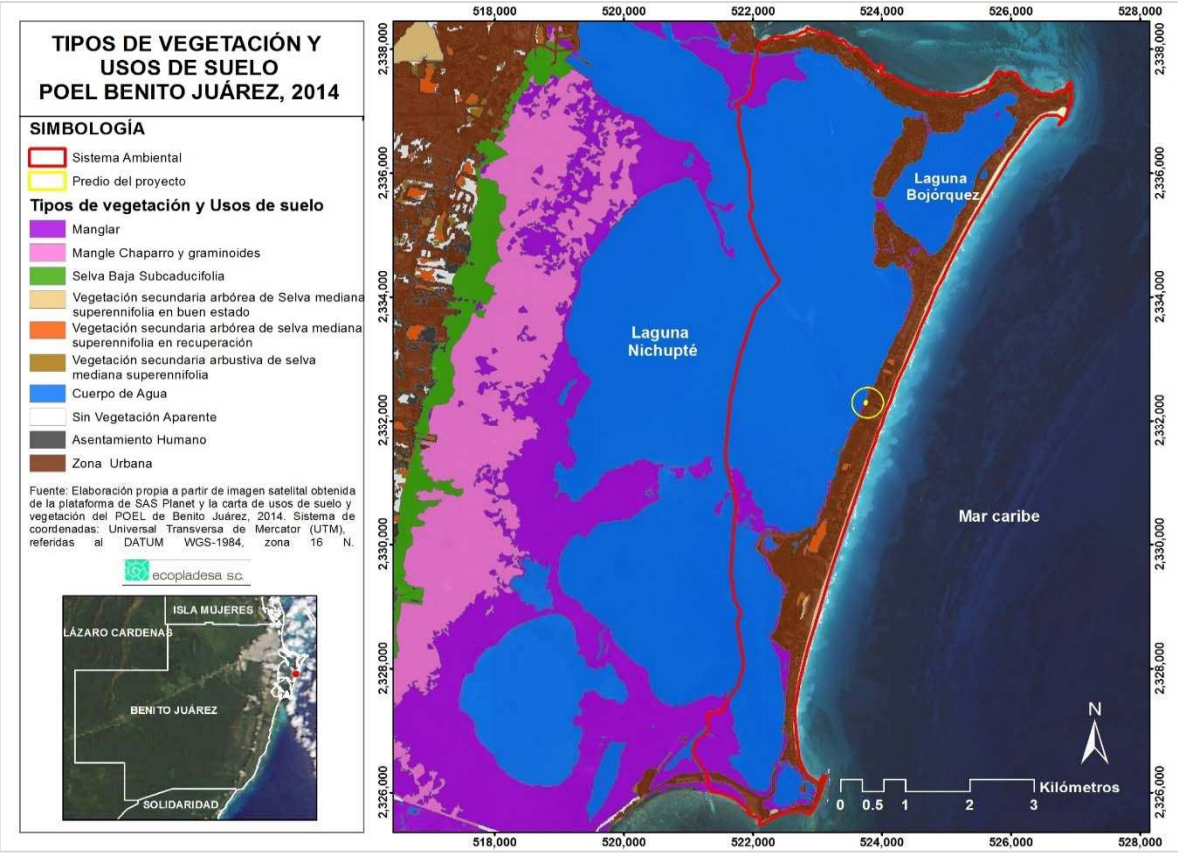


Figura 35. Mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ (2011).

No obstante, a partir de un mosaico fotogramétrico construido a partir de imágenes satelitales, obtenidas de la plataforma de Google Earth pro, se realizó una realización digital en el Programa Arcgis versión 10.2, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Con esto se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el SA, el cual presenta un mayor detalle con relación con la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI y el mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con las visitas de campo. Siendo entonces que la distribución, tipos de vegetación y usos de suelo, son los que se enlistan en el siguiente cuadro y se ilustran en la figura 36. En esta fotointerpretación el predio del proyecto se sigue ubicando en la zona urbana de Cancún de la zona hotelera.

Cuadro 6. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la caracterización elaborada a partir de imágenes del Google Earth.

SA	Cobertura	Superficie m^2	superficie Ha	%
Terrestre	Manglar	1,917,389.28	191.74	6.59
	Vegetación secundaria derivada de matorral costero	186,457.12	18.65	0.64
	Sin vegetación	4,765.97	0.48	0.02
	Playa	738,761.22	73.88	2.54
	Zona Urbana	6,518,421.14	651.84	22.41
	Subtotal	**9,365,794.73**	**936.58**	**32.20**
Lagunar	Cuerpo de Agua	19,724,505.27	1,972.45	67.80
	Subtotal	**19,724,505.27**	**1,972.45**	**67.80**
	Total general	**29,090,300.00**	**2,909.03**	**100.00**

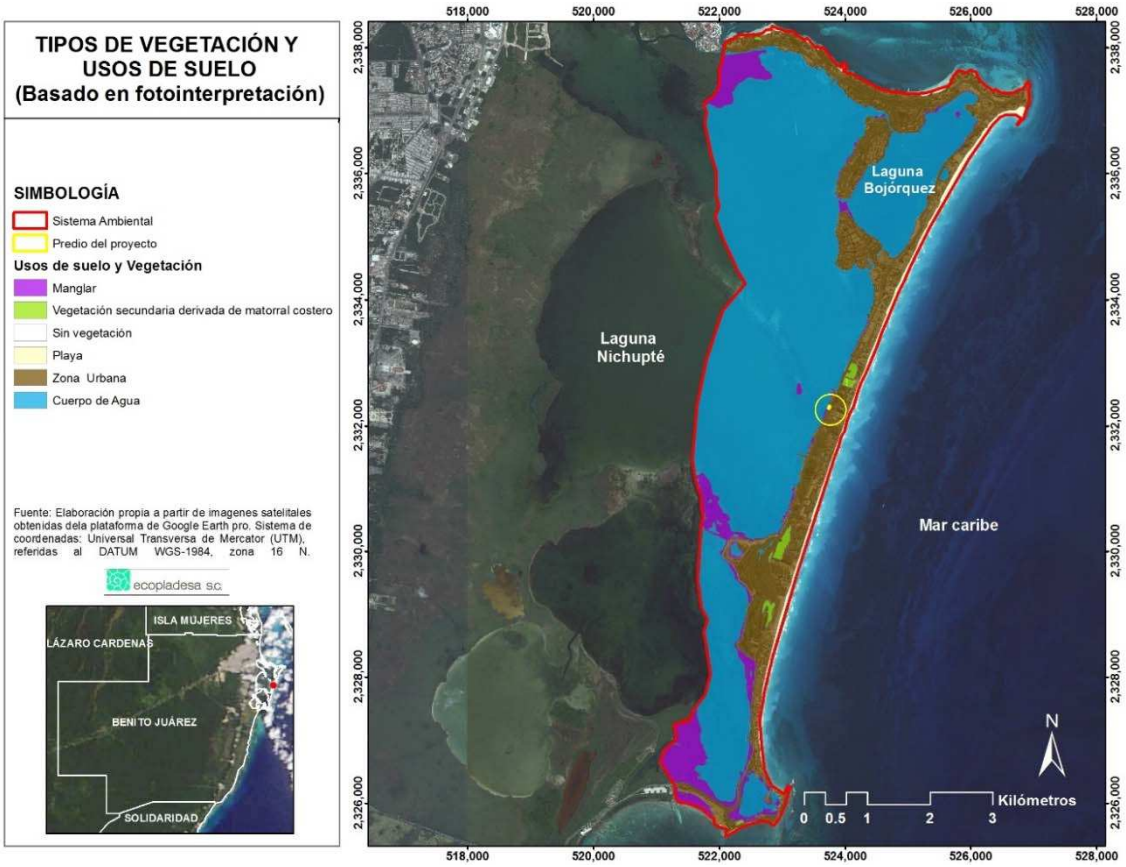


Figura 36. Mapa de vegetación y uso de suelo del SA de acuerdo a la fotointerpretación.

Basándonos en la caracterización de la parte terrestre del sistema ambiental, este se encuentra representado por 5 unidades ambientales, siendo la zona urbana la que mayor cobertura ocupa, seguida del manglar, la playa, la vegetación secundaria derivada de matorral costero y finalmente áreas sin vegetación.

Zona Urbana- Infraestructura: Esta cobertura corresponde a la zona urbana de la zona hotelera de Cancún, la cual está conformada por hoteles de diferentes categorías, viviendas residenciales, campos de golf y vialidades, en la parte terrestre. Y en la parte marina se ubican varios muelles y atracaderos para embarcaciones, los cuales ofrecen servicios de varios tipos para los turistas a realizar en la Laguna, como tours. Asimismo, algunos están en desuso y derruidos.



Figura 37. Se muestran parte de los elementos antrópicos que componen la unidad ambiental de infraestructura, se observan los desarrollos hoteleros, vialidades y centros comerciales. Así como los muelles y atracaderos de servicios que se ubican en la parte Lagunar.

En ella queda comprendida la zona hotelera de Cancún cuyo eje es el Boulevard Kukulcán, al Este del cual se asentaron los hoteles colindantes con la Playa, y al Oeste los desarrollos colindantes con el SLN. En este borde Oeste del Boulevard hay en algunas secciones, vegetación secundaria con y sin manglar, que permaneció o se desarrolló tras la conformación de dicha vialidad, y es donde el Blvd. Kukulcán tiene sus drenajes pluviales hacia el SLN. Del lado Este de la vialidad ya no existen zonas con vegetación natural ya que solo se observan los jardines de los hoteles, salvo en pequeñas secciones como la de Playa Delfines.



Vista a pie de carretera del Boulevard Kukulcán donde es posible ver en algunas áreas manglar de borde de la Laguna Bojórquez con *Conocarpus erectus*

mezclados con ejemplares de otras especies como *Cordia sebestena* (siricote), *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cocos nucifera* (palma de coco), *Hymenocallis litorallis* (lirio de playa), y zonas desprovistas de vegetación.



Vista del borde ubicado entre el Blvd. Kukulcán y el SLN donde se observa material de relleno irregular, con las canaletas de drenaje pluvial y especies exóticas como el Almendro (*Terminalia catappa*) de talla importante que se han desarrollado sobre el mismo, combinadas con especies nativas.

Vegetación de manglar: Para este tipo de vegetación, en el SA se tiene registros de la presencia de cuatro especies: mangle rojo o mangle chaparro (*Rhizophora mangle*), mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle negro *(Avicennia germinans*) y mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Siendo la especie *Rhizophora mangle* la de mayor densidad, seguida de la especie *Conocarpus erectus y Laguncularia racemosa.* La altura promedio de estas especies oscilaron entre los 2.5 m a 8 m, siendo la especie *Rhizophora mangle* la especie con menor altura y la especie *C. erectus* y *L. racemosa* la de mayor altura.

Según el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, la vegetación de manglar que se desarrolla en el SA presenta tres asociaciones: Manglar de borde, Mangle de Cuenca y Manglar Chaparro. En la

porción definida para el Sistema Ambiental del proyecto solamente se ubica manglar de borde.

Manglar de borde: El manglar de borde se desarrolla en toda la periferia de los cuerpos de agua del sistema lagunar y está conformado por comunidades densas constituidas únicamente por la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle).*



Figura 38. Se muestran algunos de los ejemplares de manglar, registrados dentro del sistema ambiental.

Playa: Esta corresponde a una zona que combina las playas arenosas con zonas de litoral rocoso, que es de uso intensivo para el turismo de sol y playa, y fue rellenada años atrás para corregir un proceso de erosión grave que se generó por el paso del Huracán Wilma en el 2005, proceso que aún continúa.



Figura 39. Se muestra la unidad ambiental de zona de playa.

Vegetación secundaria de matorral costero: vegetación remanente en algunas partes del sistema ambiental, donde encontramos lirio de playa (*Hymenocallis littorallis*), sikimay (*Tournefortia gnaphalodes*), margarita de mar (*Ambrosia hispida*), pantsil (*Suriana maritima*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), palma chit (*Thrinax radiata*), ciricote (*Cordia sebestana*), así como zacate (*Panicum maximum*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), capulín (*Muntingia calabura*), por citar las más representativas. También se presentan especies propias de selva asociadas a la vegetación de matorral costero de las cuales las más representativas son chaca (*Bursera simaruba*), chechem (*Metopium brownei*), así como ejemplares del chicozapote (*Manilkara zapota*), jabín (*Piscidia piscipula*), cornezuelo (*Acacia cornigera*), Catzin (*Mimosa bahamensis*), akitz (*Thevetia gaumeri),* tzalam *(Lysiloma latisiliquum),* por citar los más representativos.

4.3 CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DE LA PARTE ACUÁTICA DEL SA.

A continuación se procede a la descripción de las características bióticas del Sistema Lagunar Nichupté iniciando con las características de la vegetación acuática y continuando con las especies de fauna.

Vegetación

De acuerdo a estudios que se han realizado en el Sistema Lagunar Nichupté, la vegetación acuática que se desarrolla está constituida por pastos marinos, particularmente el pasto tortuga (*Thalassia testudinum*), el pasto manatí (*Syringodium filiforme*) y *Halodule wrigthii*. Sin embargo, debido a los fuertes impactos ambientales a los que se ha sometido, la flora del Sistema Lagunar 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, 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 y que se desprenden hacia la superficie.



Figura 40. Se muestra las algas epífitas presentes en la Laguna Bojórquez.

El estudio "Prospección Biológica de la Laguna de Nichupté, Cancún, Q. Roo, México"[5], señala que biológicamente el sistema lagunar Nichupté-Bojórquez se caracteriza por la presencia de vegetación acuática sumergida representada por pastos marinos y algunas algas. De los pastos la especie dominante es *Thalassia testudinum*, misma que crece sobre un fondo formado por sedimentos carbonatados. Este mismo estudio, señala que en el Sistema Lagunar Nichupté, se tiene la presencia de por lo menos 15 familias, 22 géneros y 29 especies de especies de algas. Herrera-Silveira (2006) señala que la vegetación acuática sumergida ha disminuido su cobertura por la eutrofización y tránsito de embarcaciones turísticas que se da de manera desordenada en la laguna. Asimismo, Carruthers *et al.* (2005) reporta que el contenido de nitrógeno en los tejidos de las hojas de los pastos es muy alto en comparación con el valor de referencia reportado, debido a un mayor aporte de este nutrimento en el agua, proveniente de descargas ricas en nitrógeno de aguas residuales previamente reportadas en la parte norte del sistema.

La cobertura vegetal del fondo del Sistema Lagunar varía en densidad, presentando una mayor distribución en los fondos de la cuenca donde las corrientes son mínimas, mientras que en los canales o zonas de corrientes su distribución es limitada y carecen de vegetación, o presentan una cubierta de forma parcial con *Thalassia y con* pequeños parches de *Penicillus capitatus.*

Por otra parte, el estudio de "Patrones de Distribución Ficoflorística en el Sistema Lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México"[6], menciona que en el Sistema Lagunar se tiene reconocida la presencia de por lo menos 77 especies de algas distribuidas en las siguientes divisiones: 33 en Chlorophyta, 37 en Rhodophyta, 3 en Phaeophyta y 4 en Cyanophyta, conforme a la siguiente lista. En este estudio se determina que la distribución de las algas en el Sistema Lagunar al parecer está en dependencia del substrato, la profundidad o bien la salinidad, aunque en el caso de la Laguna Bojórquez la presencia de algunas algas está directamente relacionada con la fuerte eutrofización de este cuerpo de agua. Adicionalmente, la ficha de caracterización de Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica PY64 "Nichupté", presenta una lista de especies de flora acuática presente en el Sistema Lagunar Nichupté. Ortegón Aznar y González-González (2000) reportan 61 especies para el SLN reportan 61 especies de algas en el manglar, 68 especies en el fondo lagunar, siendo que en este último hay más especies durante la época de lluvias contrario a la zona de manglar.

A continuación se presenta un concentrado de las especies acuáticas presentes en el Sistema Lagunar Nichupté, conforme a los estudios antes mencionados:

[5] *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.*

[6] *Collado V., L.; González González, J.; Ezcurra, E.. Patrones de distribución ficoflorística en el sistema lagunar de Nichupté, Quintana Roo, México. Acta Botánica Mexicana, núm. 31, junio, 1995, pp. 19 – 32 Instituto de Ecología, A.C*

Cuadro 7. Listado de algas presentes en el Sistema Lagunar Nichupté.

División	Especie
Cyanophyta	*Calothrix crustacea*
	Microcoleus lyngbyaceus
	Microcoleus vaginatus
	Schizothrix mexicana
Chlorophyta	*Acetabularia spp.*
	Acetabularia crenulata
	Anadyomene stellata
	Avrainvillea longicaulis
	Batophora oerstedii
	Boodleopsis pusilla
	Caulerpa fastigiata
	Caulerpa sertulariodes
	Chaetomorpha linum
	Cladophora conferta
	Cladophora crystallina
	Cladophora delicatula
	Cladophora expansa
	Cladophora howei
	Cladophora montagneana
	Cladophora pellucidoidea
	Cladophoropsis macromeres
	Cladophoropsis membranacea
	Halimeda incrassata
	Penicillus capitatus
	Penicillus lamourouxii
	Rhipocephalus phoenix
	Rhizoclonium africanum
	Rhizoclonium crassipellitum
	Rhizoclonium kerneri
	Rhizoclonium riparium

División	
	Udotea flabell
	Ulothrix flacca
Diatomeas	*Diatomeas sp.*
Phaeophyta	*Dictyota dicho*
	Ectocarpus rh
	Ectocarpus su
Rhodophyta	*Acanthophora*
	Asparagopsis
	Centroceras c
	Ceramium bre
	Ceramium bys
	Ceramium coc
	Ceramium fas
	Ceramium lep
	Champia parv
	Chondria baile
	Chondria colli
	Dasya ramosi
	Erythrotrichia
	Griffithsia tenu
	Griffithsia tenu
	Herposiphonia
	Herposiphonia
	Hypnea cervic
	Jania adhaere
	Laurencia gem
	Laurencia mic
	Laurencia pap
	Polysiphonia a
	Polysiphonia b
	Polysiphonia e
	Polysiphonia e

División	Especie
	Polysiphonia flaccidissima
	Polysiphonia fracta
	Polysiphonia gorgoniae
	Polysiphonia havanensis
	Polysiphonia howei
	Polysiphonia sphaerocarpa
	Polysiphonia subtilissima
	Spyridia filamentosa
	Stylonema alsidii
Bryopsidophyceae	*Avrainvillea nigricans*
	Avrainvillea rawsonii
	Caulerpa cupressoides
	Caulerpa paspaloides
	Caulerpa prolifera
	Caulerpa racemosa
	Caulerpa sertularoides
	Caulerpa verticillata
	Codium isthmocladum
	Halimeda scabra
	Halimeda tuna
	Penicillus capitatus
Florideophyceae	*Acanthophora spicifera*
	Bryothamnion triquetrum
	Ceramium nitens
	Chondria capillaris
	Chondria curvilineata
	Chondria littoralis
	Chondrophycus corallopsis
	Digenea simplex
	Herposiphonia bipinnata
	Laurencia microcladia
	Laurencia obtusa

División	
	Laurencia poit
	Polysiphonia b
Phaeophyceae	*Anadyomene*
	Canistrocarpu
	Dictyopteris d
	Dictyota barta
	Dictyota guine
	Dictyota volub
	Padina boerge
	Padina sancta
	Sargassum fil
	Sargassum fu
	Sargassum hy
	Sargassum na
	Sargassum po
	Sargassum vu
	Turbinaria tric
	Turbinaria turb
Rhodophyceae	*Bostrychia ten*
	Chondrophycu
	Coelarthrum c
	Coelothrix irre
	Peyssonnelia
Ulvophyceae	*Cladophora bi*
	Enteromorpha
Briofitas	*Barbula agran*
	Calymperes ri
	Entodontopsis
	Pireella cymbi

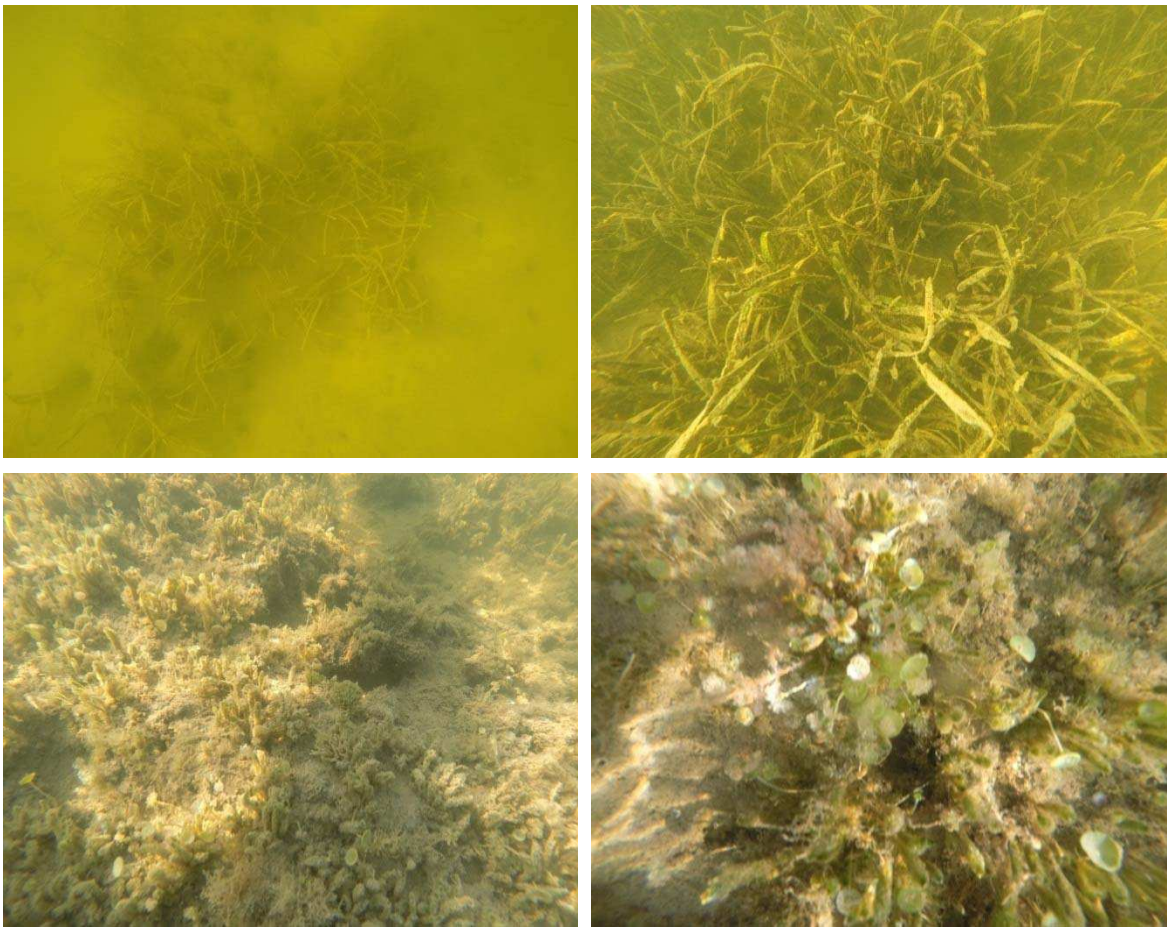


Figura 41. En las imágenes se muestran algunas de las especies de algas presentes en el Sistema Lagunar Nichupté.

Fauna.

Dentro de la fauna acuática presente en el Sistema Lagunar Nichupté se tiene registrados organismos nectónicos y bentónicos que dependen de la vegetación y podrían verse afectados por los cambios en la calidad del agua.

De acuerdo al listado de fauna invertebrada y vertebrada en Nichupté de la ficha de caracterización del Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica PY64 “Nichupté”, en el sistema Lagunar Nichupté, se tiene registrado las siguientes especies.

Cuadro 8. Lista de especies registradas en la laguna Nichupté[7]

Grupo	***Especie***
Malacostraca. Tanaidacea	*Apseudes bermudeus*
	Apseudes propinquus
	Hargeria rapax
	Leptochelia dubia

[7] *CONABIO: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/manglares/doctos/anexos/PY64_Anexo_4.pdf*

Grupo	Especie
	Leptochelia forresti
	Zeuxo kurilensis
Adenophorea	*Dracograllus mawsoni*
	Ptycholaimellus jacobi
	Spilophorella candida
	Spilophorella paradoxa
Asteroidea	*Linckia guildingii*
Holothuroidea	*Holothuria mexicana*
Ophiuroidea	*Amphipholis squamata*
	Ophiocomella ophiactoides
Peces. Actinopterygii	*Albula vulpes*
	Anarchopterus criniger
	Bathygobius soporator
	Belonesox belizanus
	Calamus pennatula
	Cosmocampus albirostris
	Eugerres plumieri
	Floridichthys carpio
	Gambusia yucatana
	Gymnothorax moringa
	Halichoeres bivittatus
	Hippocampus zosterae
	Labrisomus guppyi
	Lutjanus apodus
	Ogcocephalus nasutus
	Paraclinus marmoratus
	Porichthys porosissimus
	Strongylura marina
	Strongylura notata
	Syngnathus caribbaeus
	Syngnathus floridae
	Syngnathus scovelli
Reptiles.	*Cocodrilo (Crocodylus acutus)*
	Hicoeta (Trachemys scripta)

Por otra parte, el estudio “Plan de Manejo para el Sistema Lagunar Nichupté”, elaborado por la empresa en consultoría ambiental PLANAM en coordinación con la Dirección General de Ecología del H. Ayuntamiento de Benito Juárez, en febrero de 2008, se tienen registradas las siguientes especies:

Peces:

Existe una predominancia de especies marinas, que una parte o la totalidad de su ciclo de vida la realizan en los diversos ambientes acuáticos que existen en el Sistema Lagunar Nichupté, muchas de ellas de importancia comercial.

Cuadro 9. Listado de la ictiofauna registrada en el Sistema Lagunar Nichupté.

Familia	Especie	Nombre Común
Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*	Pez sargento
Pomacentridae	*Archosargus rhomboidalis*	
Carangidae	*Caranx latus*	Jurel
Chaetodontidae	*Chaetodon capistratus*	
Diodontidae	*Chilomycterus schoepfi*	
Cichlidae	*Cichlasoma urophthalmus*	Mojarra
Gerreidae	*Eucinostomus melanopterus*	Mojarra
Cyprinodontidae	*Floridichthys polyommus*	
Poeciilidae	*Gambusia yucatana*	
Gerreidae	*Gerres cinereus*	Mojarra trompeta
Haemulidae	*Haemulon aurolineatum*	Chacchi
	Haemulon flavolineatum	
	Haemulon parra	
	Haemulon sciurus	
Ostraciidae	*Lactophrys quadricornis*	Pez cofre
Lutjanidae	*Lutjanus apodus*	Pargo cachic
	Lutjanus chrysurus	Canane
	Lutjanus griséus	Pago mulato
	Lutjanus synagris	Pargo
Megalopidae	*Megalops atlanticus*	Sábalo
Scaridae	*Scarus taeniopterus*	Pez loro
	Sparisoma viride	
Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*	Pez sapo
Sphyraenidae	*Sphyraena barracuda*	Barracuda
Pomacentridae	*Stegastes diecaenus*	Damisela
	Stegastes fuscus	
	Stegastes leucostictus	

Familia	Especie
	Stegastes variabilis
Labridae	*Thalassoma bifasciat*
Belonidae	*Tylosurus crocodilus*
Engraulidae	*Anchoa parva*
Apogonidae	*Apogon aurolineatus*
Atherinidae	*Atherinomorus stipes*
Bothidae	*Bothus ocellatus*
Sparidae	*Calamus penna*
Carangidae	*Caranx bartholomei*
Centropomidae.	*Centropomus undecí*
Diodontidae	*Chilomycterus antenn*
Sciaenidae	*Cynoscion nebulosus*
Cyprinodontidae	*Cyprinodon artifrons*
Callionymidae	*Diplogrammus pauciradiatus*
Gerreidae	*Eugerresplumieri*
Poeciilidae	*Gambusia sexradiata*
Cyprimodontidae	*Gramaella pulchra*
Haemulidae	*Haemulon plumieri*
	Haemulon borariense
	Haemulon carbonariu
Clupeidae	*Harengula clupeola*
	Harengula jaguana
Poeciilidae	*Heterandria bimacula*
Syngnathidae	*Hippocampus erectus*
Atherinidae	*Hypoafherina harringtonensis*
Ostraciidae	*Lactophrys trgonus*
Fundulidae	*Lucania parva*
Lutjanidae	*Lutjanus analis*

Familia	Especie	Nombre Común
	Lutjanus mahogoni	
Monacanthidae	*Monocanthus ciliatus*	
Mugilidae	*Mugil curema*	Lisa blanca
Batrachoididae	*Opsahus beta*	Sapo boquiblanca
Poeciilidae	*Poecilia mexicana*	
	Poecilia orri	
	Poecilia velifera	
Aplocheilidae	*Rivulus tenuis*	
Scombridae	*Scomberomorus regalis*	Sierra
Scaridae	*Sparisoma aurofrenatum*	
	Sparisoma radians	
	Sparisoma chrysopterum	
Tetraodontidae	*Sphoeroides spengleri*	
Belonidae	*Strongylura notata*	Agujón negro
	Strongylura timucu	
Synodontidae	*Synodus intermedius*	
carangidae	*Trachinotus falcatus*	Pámpano palometa
Urolophidae	*Urobatis jamaicensis*	Raya redonda
Murenidae	*Gymnothorax funebris*	Morena verde
Cyprinodontidae	*Hemiramphus brasiliensis*	
Serranidae	*Epinephelus striatus*	Mero

*Especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Herpetofauna:

En el caso de la herpetofauna, la mayoría de las especies se distribuyen en los márgenes del cuerpo de agua o asociados a las zonas de manantiales de agua dulce que brotan en la zona de manglar. Dentro del espejo de agua no se registró ningún individuo de anfibio, debido a que este grupo de organismos no tiene la capacidad de habitar en zonas salobres o saladas, no obstante, su reproducción se encuentra íntimamente relacionada a las condiciones ambientales del Sistema Lagunar Nichupté. En el caso de los reptiles, los que se registran de manera consistente en el espejo de agua del SLN son los crocodylia y existe información que ocasionalmente se observan individuos de Tortuga blanca (*Chelonia mydas*). La tortuga *Trachemys scripta* sólo se registró en la zona de sabana y es poco probable que habite en las zonas salobres y salinas del SLN.

Cuadro 10. Lista de herpetofauna registrada en el Sistema Lagunar Nichupté.

Familia	Especie	Nombre Común
Anfibios		
Bufonidae	*Bufo marinus*	Sapo
	Bufo valliceps	Sapo
Hylidae	*Phrynohyas venulosa*	Rana
	Smilisca baudinii	Rana
	Hyla microcephala	Rana
	Hyla loquax	Rana
	Hyta picta	Rana
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Sapito
Ranidae	*Rana berlandieri*	Rana
Rhinophrynidae	*Rhinbphrynus dorsalis**	Sapo
Serpientes		
Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Ranera
	*Leptophis mexicanus**	Vibora ranera
Boidae	*Boa constrictor**	Boa
Iguanas y lagartijas		
Iguanidae	*Ctenosaura similis**	Iguana rayada
Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija
Cocodrilos		
Crocodylidae	*Crocodilus moreleti**	Cocodrilo de pantano
	*Crocodilus acutus**	Cocodrilo amarillo
Tortugas		
Emydidae	*Trachemys scripta**	tortuga de agua, tortuga grabada
	*Rhinoclemmys areolata**	Tortuga mojina
Kinosternidae	*Kínosternon scorpioides**	Tortuga casquito amarillo
	Kinosternon creaseri	Tortuga de agua
Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga blanca

*Especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aves:

La ornitofauna asociada al Sistema Lagunar Nichupté habitan en las comunidades vegetales que bordean el espejo de agua, siendo las aves acuáticas las que se observan preferentemente en las zonas de escaso tirante de agua o en la vegetación de manglar que rodea el espejo lagunar.

Cuadro 11. Lista de avifauna registrada en el Sistema Lagunar Nichupté.

Familia	Especie	Nombre Común
Accipitridae	*Buteogallus anthracinus**	Halcón cenizo, aguililla negra menor
	Buteo nitidus	Águila gris, gavilán saraviado
	Pandion haliaetus	Gavilán Pescador
	Ceryle alcion	Martín-pescador Norteño
Anhingidae	*Anhinga anhinga**	Anhinga Americana
Ardeidae	*Ardea herodias**	Garzón cenizo
	Ardea alba	Garza blanca
	*Botaurus lentiginosus**	Avetoro
	Butorides striatus	Garza
	Butorides virescens	Garcita verde
	Egretta alba	Garza
	*Egretta caerulea**	Garza azul
	*Egretta tricolor**	Garza flaca
	Egretta tula	Garza
Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca
Ciconiidae	*Mycteria americana**	Cigüeña americana
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Magnífica
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor
Laridae	*Larusatricilla*	Gaviota reidora
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle Sureño
Paraulinae	*Dendroica petechia*	Chipe amarillo
	Seiurus noveboracensis	Chipe-suelero charquero
Pelicanidae	*Pelecanus occidentalis**	Pelícano café
Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax avritus*	Cormorán bicrestado
	Phalacrocorax olivaceus	Cormorán
Psittacidae	*Amazona xantholora**	loro yucateco
	Aratinga astec	Perico pechisucio
	*Aratinga nana**	Perico
Rallidae	*Rallus longirostris**	Rascón piquilargo
Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	
	Tyrannus melancholicus	Tirano Tropical
	Contopus cinereus	Pibi Tropical
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chacalaca
Cathartídae	*Cathartes aura*	Zopilote

Familia	Especie	Nombre Común
Apodidae	*Chaetura vauxi*	Golondria
Corvidae	*Cyanocorax morio*	
	Cyanocorax yucatanicus	Urraca yucateca
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Papamoscas
Trochilidae	*Amazilia rutila**	Colibrí
Vireonidae	*Vireo pallens**	Vireo
Parulinae	*Dendroica erithachorides*	Gorriori

*Especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Artrópodos y Cnidaria

Este grupo es de los menos representativos en cuanto a la fauna asociada al sistema lagunar Nichupté. De acuerdo con el Programa del Manejo del ANP, en esta zona se tiene el registro de 3 especies de artrópodos y 2 de cnidarios, los cuales se mencionan a continuación.

Cuadro 12. Lista de artrópodos y Cnidaria registrada en el Sistema Lagunar Nichupté.

Familia	Especie	Nombre Común
Artropoda	*Limulus polyphemus**	Cangrejo cacerola
	Cardisoma guanhumi	Cangrejo azul
	Gecarcinus lateralis	Cangrejo rojo
Cnidaria	*Cassiopea xamachana*	Medusa
	Aurelia aurita	Medusa

*Especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

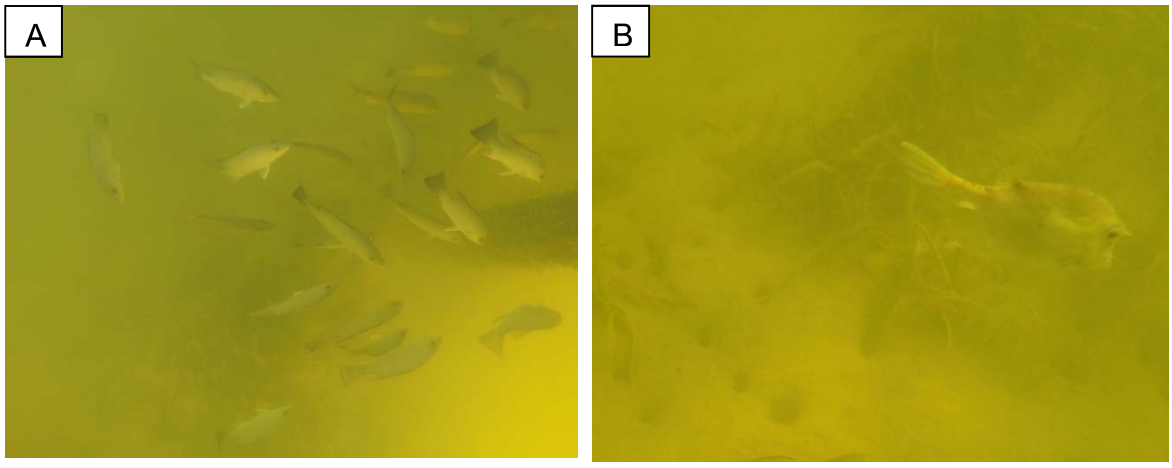




Figura 42. En las imágenes se muestra algunas de los peces presentes en el Sistema Lagunar Nichupté A) pargo mulato (*Lutjanus griseus*), B) pez vaquita (*Lactoria cornuta*), C) mojarra (*Cichlasoma urophthalmus*) y pez vaquita (*Lactoria cornuta*).

5. CARACTERIZACIÓN DE HIDRODINÁMICA Y BIÓTICA DEL SITIO DEL PROYECTO.

5.1. HIDRODINÁMICA Y TRANSPORTE DE CONTAMINANTES Y SEDIMENTOS DEL ÁREA DEL PROYECTO (CARBAJAL, 2009).

En el área donde se propone la realización del proyecto, Carbajal (2009) ya efectuó mediciones previas de acuerdo a las bases de datos disponibles de la CONABIO. En dicho estudio se consideró un total de 145 estaciones hidrográficas en las primeras campañas de medición (septiembre y diciembre de 2005, noviembre de 2006, marzo y agosto de 2007, en las que se hicieron determinaciones de bacteriología, temperatura, salinidad, fosfato, amonio y nitrito). Después se añadieron 50 estaciones en las campañas de noviembre 2006, marzo y agosto de 2007, en las que se tomaron los siguientes parámetros: parámetros hidrográficos (temperatura, salinidad, turbidez y concentración de oxígeno) y se tomaron muestras de agua para efectuar análisis químicos sobre los nutrientes y contaminantes más importantes (nitrito, nitrato, fosfato, amonio, surfactantes). También se hicieron estimaciones de metales pesados disueltos en agua (plomo, cobre, zinc, fierro y cadmio). Fue con base en estas mediciones que obtuvieron los resultados plasmados en la parte de Hidrodinámica del Sistema Lagunar Nichupté que se presentaron en secciones anteriores.

Del total de puntos de muestreo considerados, se ilustran los más cercanos al área donde se ubicará el proyecto Barrio del Mar.

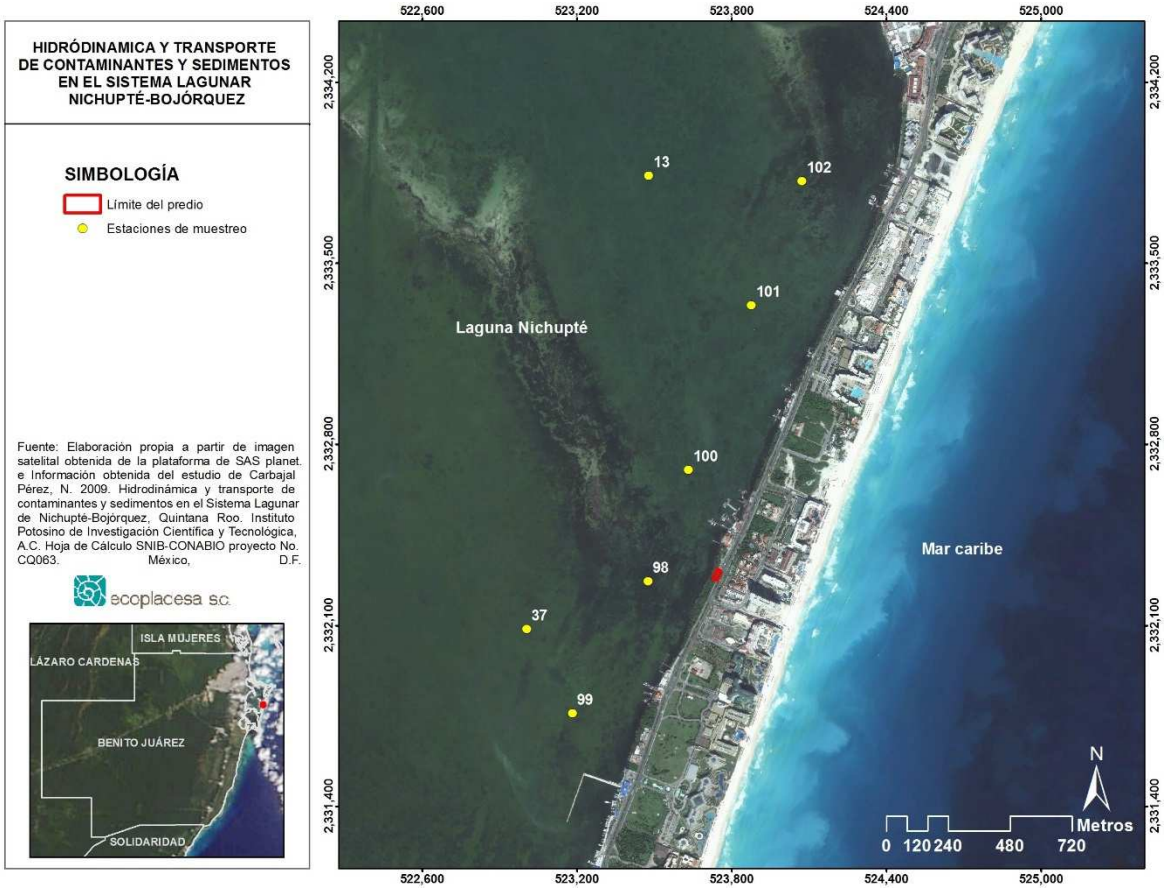


Figura 43. Puntos de muestreo de Carbajal (2009) más cercanos al sitio del proyecto. Coordenadas tomadas de la base de datos disponible del proyecto en la página de la CONABIO.

Cuadro 13.Valores promedio de los resultados obtenidos por Carbajal (2009) para las estaciones de medición más cercanas al predio del proyecto.

Fecha de medición	Estación	Temperatura (°C)	Profundidad (m)	Salinidad (ups)
Septiembre 2005	98	32.08	0.84	26.83
	99	32.47	0.84	26.98
	100	32.44	0.83	27.36
	101	33.01	0.81	30.32
	Promedio	**32.50**	**0.83**	**27.87**
Noviembre 2006	13	25.94	1.01	23.52
	37	25.77	0.83	22.53
	Promedio	**25.86**	**0.92**	**23.02**
Marzo 2007	13	25.55	1.01	30.78
	37	25.76	1.11	27.73
	Promedio	**25.65**	**1.06**	**29.25**
Julio 2007	13	31.53	1.15	33.10
	37	32.02	0.96	30.84

Fecha de medición	Estación	Temperatura (°C)	Profundidad (m)	Salinidad (ups)
	Promedio	**31.77**	**1.05**	**31.97**
	Promedio general	**28.95**	**0.96**	**28.03**

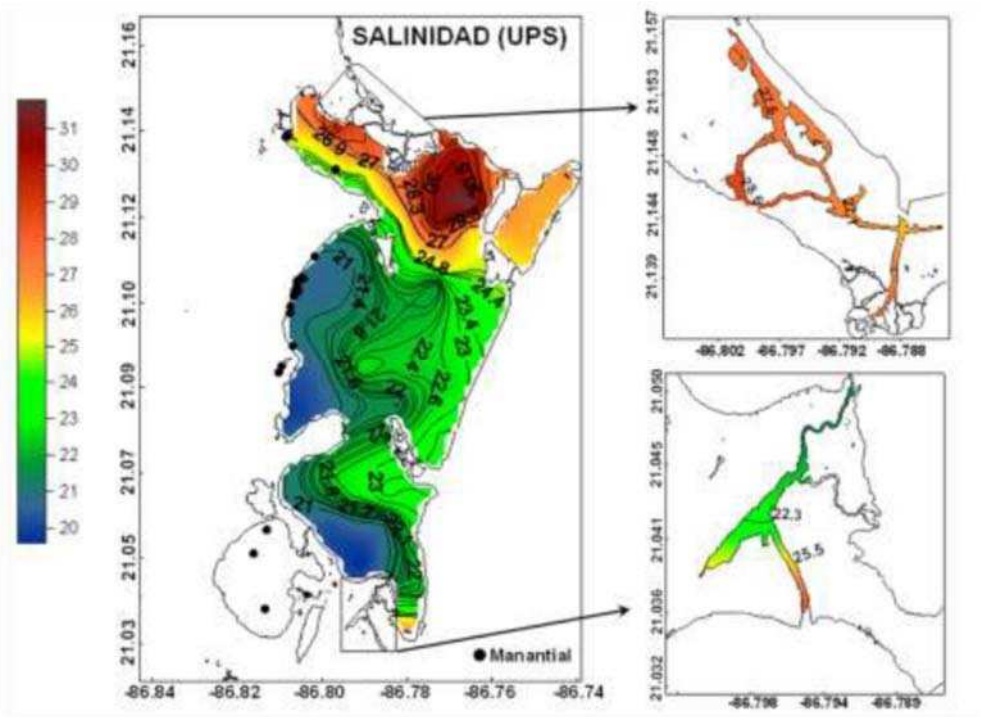
Con base en lo anterior se puede determinar que la zona acuática donde se propone el proyecto está reportada con una profundidad promedio de 0.96 variando estacionalmente de 0.83 m en Septiembre de 2005 antes del paso del Huracán Wilma, a 1.06 m en Marzo de 2007.

La temperatura media del agua fue de 28.95 °C, variando estacionalmente de 25.65°C en el mes de Marzo a 32.5°C en Septiembre, previo al paso del huracán Wilma. La temperatura menor fue por el efecto de un frente frío en la zona. La salinidad media del agua fue de 28.03 ups, variando estacionalmente de 23.02 en noviembre a 31.97 en Julio.

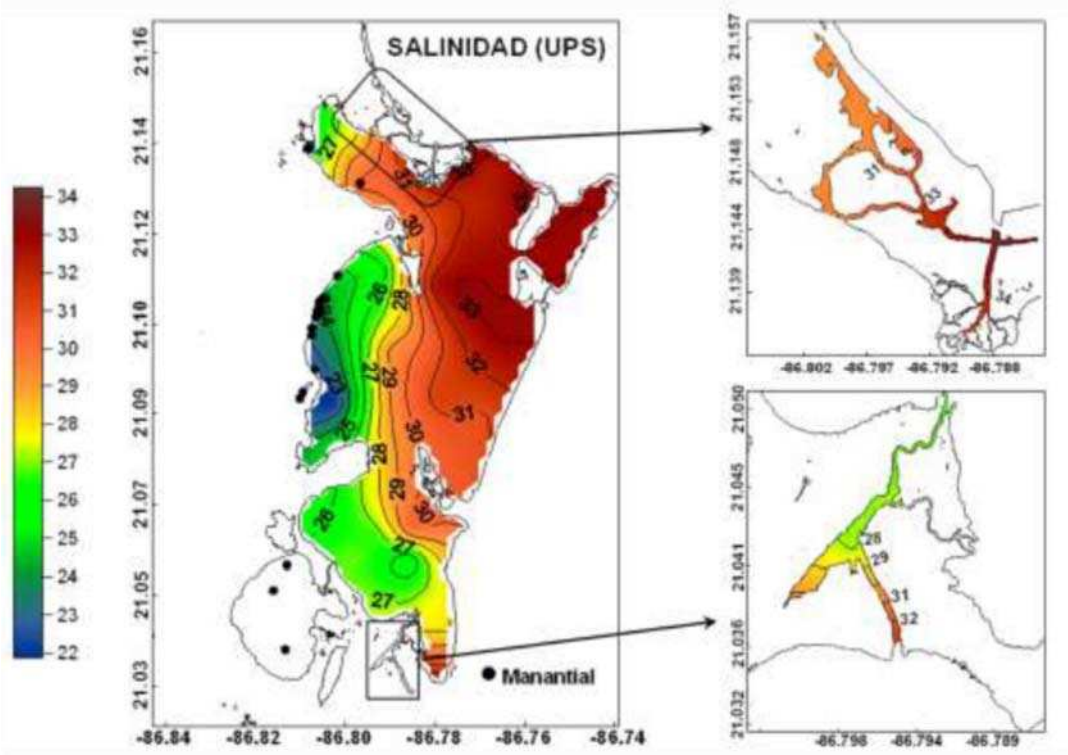
En el cuerpo de agua central, las isosalinas están orientadas de norte a sur en todas las épocas del año con valores que varían de 24 a 30 ups (Septiembre 2005 y Noviembre 2006), es decir, el gradiente apunta en la dirección de oeste a este. En el caso del complejo lagunar de Nichupté-Bojórquez, la distribución de salinidades observadas en las diferentes campañas de medición en todo el sistema lagunar debe estar dominado por la circulación inducida por el viento.

En general, en la parte central y norte del complejo lagunar, la temperatura del agua es más alta en el lado oeste, en las cuatro campañas varió entre 25.5 y 32.0 °C. En términos generales, concluimos que los valores de temperatura y salinidad y de aquí la densidad deben variar estacionalmente y las influencias dominantes son la entrada de salinidad por las bocas Cancún y Punta Nizuc y la entrada de agua subterránea fría por los manantiales. En época de lluvia la descarga desde los manantiales debe incrementarse y por ende hay más inyección de agua baja en salinidad y temperatura.

La concentración de oxígeno disuelto en el sistema lagunar tiene una gran variabilidad. Los valores de turbidez del centro y sur del sistema son similares a los presentes en sistemas marinos, en la zona central y sur tienen altos valores de turbidez. Para explicar estos altos valores se debe considerar que la acción del viento sobre el fondo marino, y de este modo generar un proceso de resuspensión, es más fácil en áreas muy someras.



Salinidad en Noviembre 2006



Salinidad en Julio 2007.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE FLORA TERRESTRE DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.

Específicamente para el área del predio donde pretende desarrollarse el proyecto, objeto del presente estudio, se llevó a cabo la caracterización de las condiciones de dicho lote, para ello se realizó la siguiente metodología:

5.2.1. Metodología.

El día 5 de mayo de 2017 se llevó a cabo la prospección del sitio con la intención de reconocer las condiciones actuales de la vegetación. Como parte de la prospección se hicieron recorridos en el predio y con un GPS se registró la geolocalización de las zonas o puntos de interés particular. Posteriormente, el 15 de mayo de 2017 se realizó un sobrevuelo con ayuda de un Drone de la marca 3D Robotics. Posteriormente, las imágenes aéreas se procesaron en el software Pix4D para obtener un ortofotomosaico digital.



Figura 44. Equipo para sobrevuelo.

El análisis espacial se realizó con el software de sistemas de información geográfica (SIG) Arcmap 10.1, y para la cartografía básica del predio se utilizó el software de diseño asistido Autocad.

Con base en el ortofotomosaico obtenido se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos y de muestreo.

Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber –shot de 10.1 mega pixeles.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido recomendado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), mismo que a continuación se describe.

5.2.2. Descripción del método de muestreo.

El presente estudio trata de describir de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio. Los resultados se presentan de acuerdo con las definiciones de Macario-Mendoza (1990, 2003), donde se especifica que la estructura de la vegetación es la organización en el espacio de los individuos que componen una asociación vegetal, con elementos primarios, como son forma de vida, estratificación y cobertura de la vegetación, y se presenta en tres componentes: 1) *La estructura vertical*, como el arreglo de las especies en capas o estratos. 2) *La estructura horizontal*, como la distribución espacial de los individuos a partir de la cual se reconocen patrones de distribución para cada especie y en la vegetación en su conjunto, y 3) *La estructura cuantitativa*, definida en función de cálculos tales como: densidad, cobertura, biomasa o área basal, etc.

Para realizar la descripción del sitio, se llevaron a cabo diversos análisis, tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descritas en el material bibliográfico especializado que a continuación se enlista: Krebs (1985 y 1989); Begon *et al.* (1986); Fredericksen y Mostacedo (2000); Conesa *et al.* (2003), y Bautista-Zuñiga *et al.* (2004).

a) Tamaño de muestra y registro de datos.

El muestreo de la vegetación en el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, se realizó el 5 y 15 de mayo de 2017. Partiendo de la distribución de la vegetación con diferentes grados de perturbación, se planteó un muestreo en 3 sitios separados entre ellos por una distancia aproximada de 7 m y una superficie de 25 m^2 cada uno (5 m x 5 m), lo cual representa un 11.53% de muestreo respecto de la superficie total del predio. Estos sitios se distribuyeron en la superficie que ocupa la vegetación secundaria derivada de matorral costero (Figura 45).



Figura 45. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes aspectos de la vegetación:

- Familia botánica.
- Nombre científico.
- Nombre común.
- Número de individuos por especie y estrato vegetal al que pertenecen.
- Altura promedio por individuo. Estimada visualmente.
- Diámetro a la altura del pecho de todos los árboles o individuos de especies que tuvieran más de 10 cm. La excepción de la medición de diámetro mínimo fue para especies protegidas o especiales o que por su frecuencia y complexión difícilmente alcanzarían este diámetro. En el caso de especies con estatus se midieron todos los individuos. Este parámetro de se midió con una cinta diamétrica.
- Diámetro basal en aquellas que no dieron el DAP a 1.30 m.
- Estimación del porcentaje total de la cobertura de cada especie. En el caso de alguna especie herbácea o postrada se estimó midiendo el área que ocupaba con un flexómetro.

La estimación de cobertura se hizo particularmente para los ejemplares juveniles (plántulas), arbustivas y herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.

En las imágenes siguientes se ilustra la metodología antes descrita:

Trazo de cuadrantes	Medición y marcaje
	
Registro	
	

Figura 46. Imágenes que ilustran el muestreo de vegetación efectuado en el área de ZOFEMAT que comprende el proyecto.

En el manglar de borde solamente se identificó la especie, se midió el DAP y altura de los individuos dentro de la concesión de ZOFEMAT y en el borde lagunar, para tener parámetros de referencia para la descripción de sus características fisonómicas, y se registró la presencia de eventos de reproducción y plántulas. En el área concesionado son muy pocos los ejemplares de manglar, de ahí que no haya sido establecido un muestreo sistemático, se realizó un inventario. En el manglar de borde lagunar solamente hay mangle rojo, por lo que las mediciones generales efectuadas fueron solo para su descripción general.



Figura 47. Medición del diámetro de los ejemplares de manglar.

b) Análisis de resultados

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad vegetal que a continuación se describen, utilizando las siguientes definiciones y fórmulas:

- **Riqueza Especifica**

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra “S”.

- **Índice de Diversidad**

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie. Para medir la diversidad en la comunidad vegetal motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula estadística:

$$D = \ 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi$$

Donde:

S= Riqueza específica de la comunidad.
Pi= Proporción de individuos de la especie i en la comunidad =
Número de individuos de la especie “X” / Número total de individuos.

- **Equitabilidad**

Toma valores entre 0 y 1 y compara los valores de diversidad observados y la diversidad máxima que es un supuesto que implica que todas las especies tengan un mismo número de individuos. D max = S. La equitabilidad se calculó como:

$$E = \frac{D}{D\ max}$$

Dónde:

D=Diversidad y D max es la diversidad máxima.

- **Abundancia**

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Sin embargo, bajo algunas circunstancias donde las formas de crecimiento no permiten contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente, debido a su forma de vida rastrera o postrada que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterrada bajo el suelo, como el caso de la mayoría de las herbáceas, también puede medirse en función de la Cobertura.

- **Cobertura**

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies o formas de vida. La cobertura es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos.

En el método de cuadrantes, la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo.

- **Densidad**

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie, presentes en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”.

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{número\ de\ individuos\ \text{X}}{total\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ \text{X}}{área\ muestreada\ en\ m^2} x\ área\ total$$

- **Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ X}{suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ la\ especies} x\ 100$$

- **Diámetro**

El diámetro del tronco de un árbol consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Este parámetro se midió utilizando una cinta métrica a una altura promedio de 1.3 m de la superficie del suelo, obteniendo el perímetro del tronco a la altura del pecho.

El nivel de 1.3 m de altura para realizar la medición sólo se utilizó para estimar el perímetro de los individuos con formas de vida arbóreas. Para el caso de los individuos que se ramifican desde la base, se midieron los diámetros de todos los tallos y sus áreas se sumaron. Uno de los supuestos de este cálculo es que se considera que los troncos tengan una forma circular perfecta al corte. Esta medida también es una forma de calcular la dominancia. Con estos datos se calculó el diámetro mediante las siguientes fórmulas:

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Donde:

D = Diámetro a la altura del pecho
P = Perímetro o circunferencia a la altura del pecho (1.30 m).
π = 3.14159226

- **Dominancia**

Considerada como el área que ocupa una especie, la Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies, es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$Dor = \frac{Área\ ocupada\ por\ el\ tronco\ a\ la\ del\ pecho\ de\ la\ especie\ \ X}{Área\ ocupa\ por\ el\ tronco\ a\ la\ altura\ del\ pecho\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

- **Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)**

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad, frecuencia y dominancia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad, frecuencia y dominancia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 300.

$$I.V.I = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

Calculando el I.V.I, sobresale el hecho de que no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros individualmente, resultan ser las de mayor importancia ecológica.

- **Taxonomía**

La información taxonómica y los datos sobre toponimia (nombre común utilizado localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Cabrera *et al*., (1982); Pulido y Serralta (1993); Duran *et al*. (2000); Orellana *et al.,* (2001); Arellano *et al.* (2003); Gómez y Flores (2003); Rodríguez *et al.* (2003); Mackinnon y Flores (2005); Fernández-Concha (2010); y el Atlas de Plantas Vasculares de Florida (www.plantatlas.usf.edu), el Sitio web de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Malezas de México (www.conabio.gob.mx/malezasdemexico, consultado en mayo de 2017).

- **Estratificación**

Para analizar la estructura vertical de la vegetación del área de estudio se contabilizaron a los individuos de la siguiente forma:

- *Estrato arbóreo*: individuos con altura superior a 1.30 m.
- *Estrato arbustivo*: individuos menores de 10 cm de DAP.

- *Estrato herbáceo*: individuos de todos los tamaños. Aquí se incluyen las formas de vida herbácea, epífitas, plántulas de otras formas de vida y especies trepadoras con crecimiento ascendente y procumbente.

- **Comparación de las curvas de nivel del predio con los registros de vegetación.**

Con base en lo obtenido en el reconocimiento del sitio, se sobrepuso al plano de curvas de nivel generado para el predio, con el fin de visualizar de mejor forma los patrones de la vegetación asociados a la topografía.

5.2.3. Resultados.

Basados en los antecedentes de la vegetación presente en el predio de pretendida ubicación del proyecto, en el trabajo de campo y en el ortofotomosaico generado para el área de estudio, se integró un mapa de vegetación, donde se determinó que únicamente se presentan dos tipos de vegetación: vegetación de manglar (VM) y vegetación secundaria derivada de matorral costero (VS) (Figura 48). Es importante mencionar al interior del predio se distingue un área desprovista de vegetación abierto entre la vegetación secundaria y el manglar de borde (Cuadro 14). En el límite norte de la concesión se ubica una pequeña área invadida con material pétreo resultado de la conformación de la vialidad Blvd. Kukulcán denominada sin vegetación aparente.

Cuadro 14. Superficies de los tipos de vegetación y usos de suelo en el área de estudio.

Tipos de vegetación y usos de suelo	Superficie (m^2)	%
Vegetación secundaria derivada de matorral costero	413.73	63.58
Manglar	206.36	31.71
Claro sin vegetación	23.28	3.58
Sin vegetación aparente	7.32	1.12
Total	**650.69**	**100**

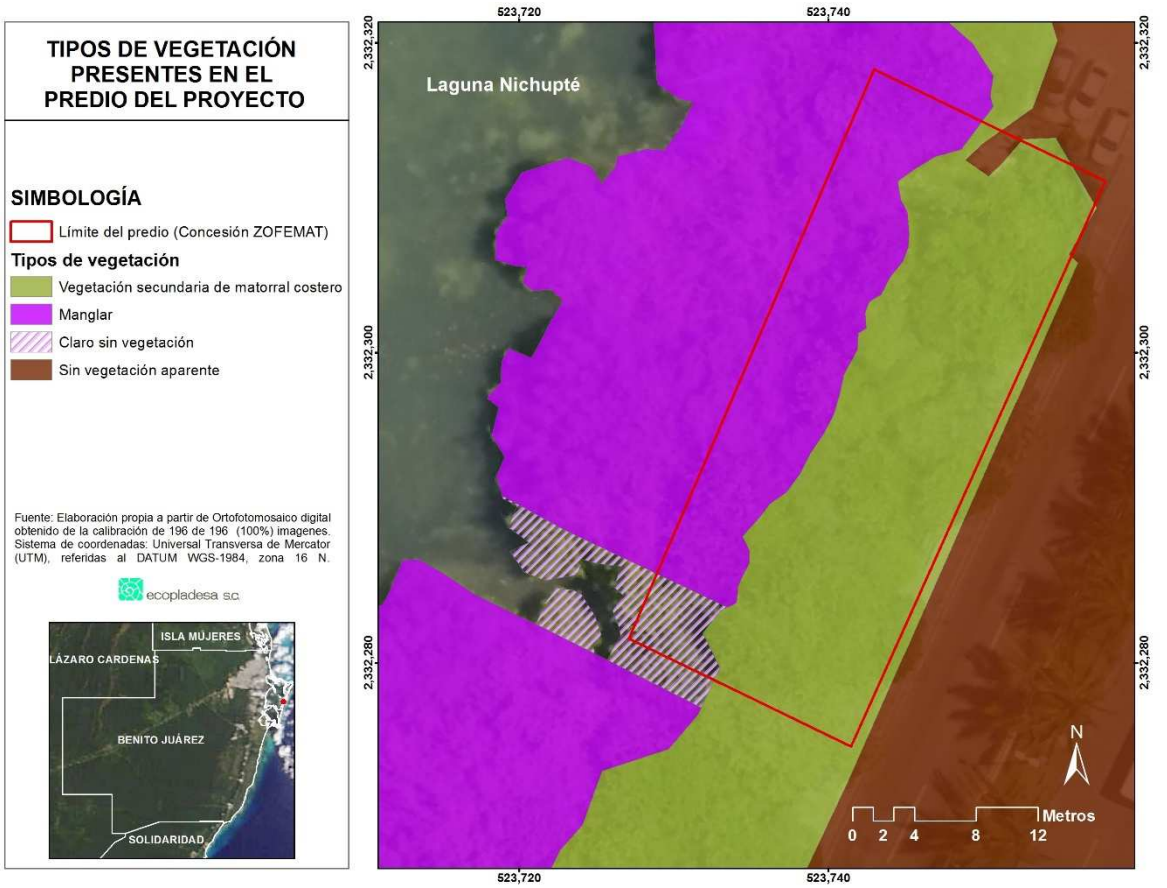


Figura 48. Tipos de vegetación presentes en el predio del proyecto.

En la vegetación secundaria se registraron especies nativas como siricote (*Cordia sebestena*), uva de mar (*Coccoloba uvifera*), akits (*Thevetia gaumeri*), habin (*Piscidia piscipula*), entre otras, así como la especie exótica del árbol de almendro (*Terminalia catappa*). Esta última es la que domina la estructura de la vegetación por su abundancia y talla de los individuos arbóreos que se han desarrollado en el sitio. *Terminalia catappa* si bien no está catalogada como especie invasora, los individuos arbóreos crean un microambiente bajo de ellos que no permite el establecimiento de varias especies nativas, por la sombra y por la gran cantidad de materia orgánica que genera en la caída de sus hojas y frutos.

El manglar de borde se ubica en el borde lagunar y presenta buen estado de conservación aparente, donde domina la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con individuos aislados de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), establecidos en el borde que no está permanentemente inundado. Entre la vegetación de manglar existe un claro sin vegetación sólo ramas, donde sólo se observa el cuerpo de agua con fondo arenoso con algas. El manglar de borde del predio se extiende fuera de sus límites hacia el sistema lagunar Nichupté.

A continuación se presentan algunas imágenes de ilustran el tipo de vegetación presente en el predio donde pretende desarrollarse el proyecto.

Vegetación secundaria derivada de matorral costero



Vegetación de manglar





Claro sin vegetación



Sin vegetación dentro de la concesion-



Sin vegetación en el agua

Topografía irreguar-Efecto de borde por talud de plataforma o material de relleno antiguo




Residuos depositados en el predio-






Borde definido sin vegetación aparente.

En términos generales la topografía del sitio es irregular, siento topográficamente más elevado en las áreas donde se presenta la vegetación secundaria derivada de matorral costero y que colindan con el Boulevard Kukulcán y bajando de manera un poco abrupta a la zona de manglar. La vegetación se desarrolla sobre un sustrato predregoso de conformación irregular, con secciones visibles de escombro. El predio es utilizado como sitio para la disposición de residuos, ya que se observaron varios de estos acumulados y dispersos entre la vegetación, así como material de

construcción. Con base en la historia de la conformación de la zona hotelera desde los años 70's, se puede inferir que al desarrollar FONATUR el Blvd. Kukulcán, generó un efecto de borde en los laterales de dicha vialidad, por el desborde del material pétreo de los taludes de las plataformas que la conformaron, por lo que el sustrato pedregoso e irregular fue propicio para el establecimiento de especies exóticas como el almendro (*Terminalia catappa*), en combinación con las especies nativas que se pudieron establecer. En esta zona particular del predio la sección terrestre entre el Blvd. y el agua es amplia, por lo que es posible observar ejemplares arbóreos de porte importante. Hay otros tramos de este efecto de borde del sistema ambiental donde por su ancho solamente hay árboles pequeños de especies nativas o de manglar.

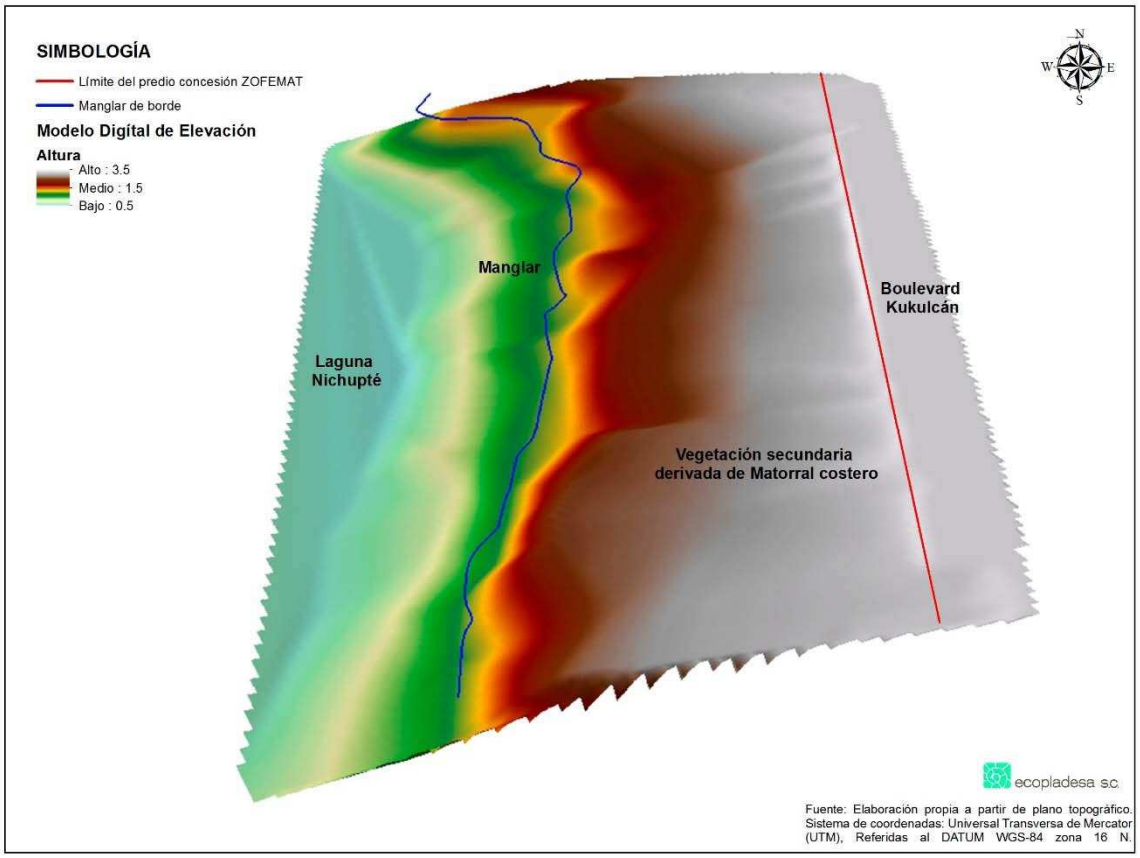


Figura 49. Topografía del predio del proyecto indicando la transición de la vegetación. Se puede notar el contraste de nivel entre la zona aledaña al Boulevard donde se desarrolla la vegetación secundaria, y el desnivel topográfico donde se desarrolla el manglar y se ubica la Laguna.

5.2.4. Descripción de la vegetación.

VEGETACIÓN SECUNDARIA DERIVADA DE MATORRAL COSTERO.

Composición florística

En la vegetación secundaria derivada de matorral costero se registró un total de 10 especies representantes de 9 familias. Dentro de esta composición no se registraron individuos enlistados en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 15. Lista general de especies registradas en el predio separadas por el estrato del cual forman parte.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estrato		
			Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen	X	X	
Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akits			X
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	X	X	X
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	X	X	X
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ha´abin	X		X
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca			X
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo			X
Moraceae	*Ficus maxima*	Ficus	X		
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar		X	X
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo			X
Total	**S=10**		**5**	**4**	**8**

De las 9 familias reportadas, la Fabaceae fue la mejor representada con 2 especies *Bauhinia divaricata* (Pata de vaca) y *Piscidia piscipula* (Ha´abin) por lo que presenta el 20% de la composición florística, mientras que las 8 familias restantes se encuentran representadas únicamente por una especie respectivamente.

Cuadro 16. Distribución porcentual de la composición florística entre las familias botánicas presentes en el sitio de muestreo.

Familia	%
Anacardiaceae	10.00
Apocynaceae	10.00
Boraginaceae	10.00
Combretaceae	10.00
Fabaceae	20.00
Malvaceae	10.00
Moraceae	10.00
Polygonaceae	10.00
Rubiaceae	10.00

Familia	%
Total	**100.00**

Estructura de la vegetación

La vegetación secundaria derivada de matorral costero estuvo conformada por 3 estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Estrato arbóreo

Este estrato estuvo conformado por 5 especies. El análisis del Índice de valor de importancia (IVI) indicó que la especie con mayor valor de importancia en la conformación del estrato arbóreo fue *Terminalia catappa* (Almendro malabar), seguida de *Piscidia piscipula* (Ha´abin) y en tercer nivel se encuentra *Cordia dodecandra* (Ciricote) tal como se indica en el siguiente cuadro. En apego a lo que se observa en la fisonomía de la vegetación, *Terminalia catappa* fue la especie que domina los patrones de estructura en su densidad, frecuencia y dominancia.

Cuadro 17. Distribución de las especies que forman el estrato arbóreo de la VS derivada de matorral costero de acuerdo con su Índice de Valor de Importancia (IVI).

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	**46.67**	**37.50**	**28.18**	**112.35**	0.093
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ha´abin	26.67	12.50	16.70	55.87	0.053
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	13.33	25.00	12.06	50.39	0.027
Moraceae	*Ficus maxima*	Ficus	6.67	12.50	23.79	42.95	0.013
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen	6.67	12.50	19.27	38.43	0.013
	S=5		100.00	100.00	100.00	300.00	

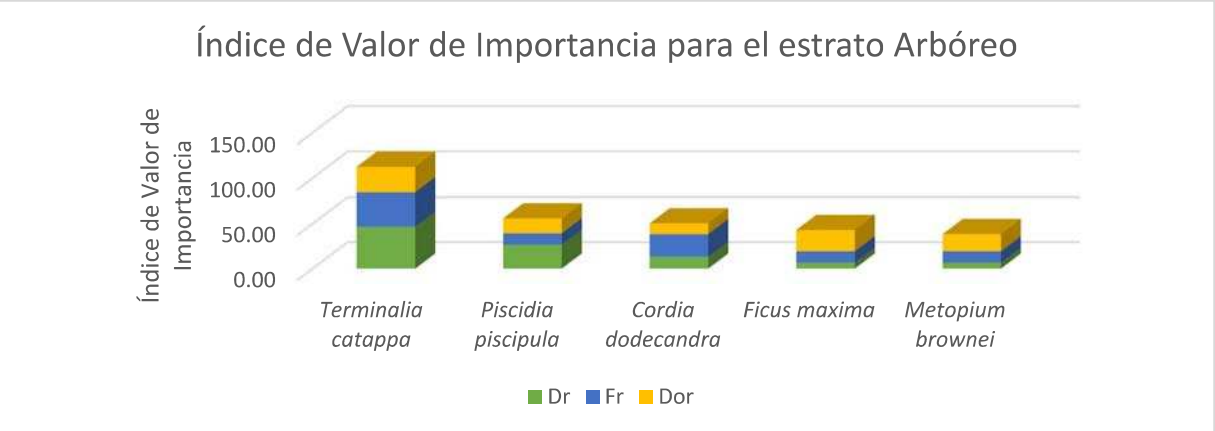


Figura 50. Distribución del Índice de Valor de Importancia en las especies que forman el estrato arbóreo de la VS derivada de matorral costero del área de estudio.

Estrato arbustivo

El estrato arbustivo estuvo conformado por 4 especies. Continuando con el análisis de IVI, para el estrato arbustivo resultó que la especie con mayor importancia fue *Cordia dodecandra* (Ciricote), seguida de *Terminalia catappa* (Almendro malabar) y en tercer nivel *Metopium brownei* (Chechen). No obstante, la especie que presentó la mayor densidad fue *Terminalia catappa*, mientras que la especie más dominante vuelve a ser *Cordia dodecandra,* tal como se muestra en el cuadro y figura siguientes.

Cuadro 18. Distribución de las especies que forman el estrato arbustivo de la VS derivada de matorral costero de acuerdo con su Índice de Valor de Importancia (IVI).

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	28.57	**40**	**30.34**	**98.90**	0.05
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	**50.00**	20	26.59	**96.60**	0.09
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen	14.29	20	26.22	60.50	0.03
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	7.14	20	16.85	44.00	0.01
	S= 4		100	100	100	300.00	

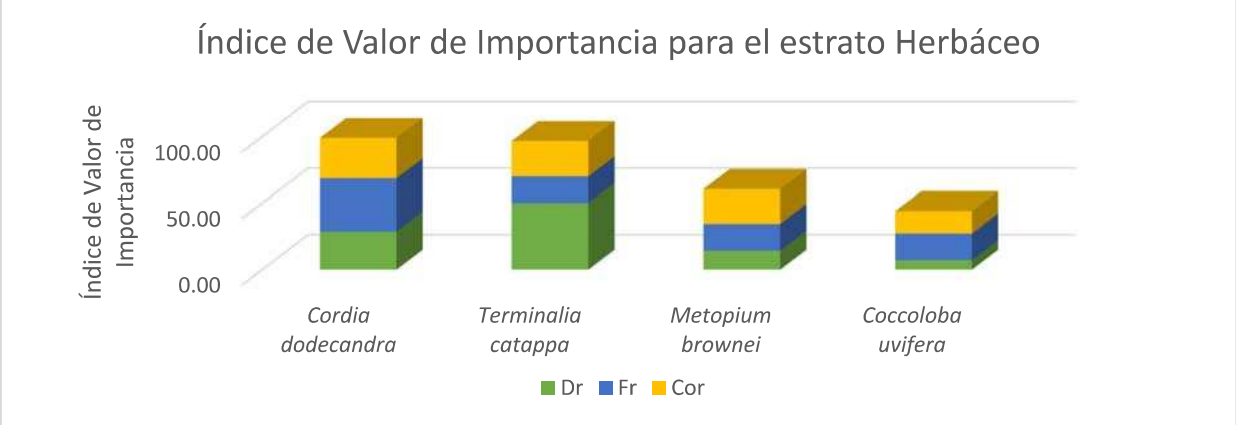


Figura 51. Distribución del Índice de Valor de Importancia en las especies que forman el estrato arbustivo de la VS derivada de matorral costero del área de estudio.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo de la vegetación secundaria se registraron 8 especies. El análisis de IVI indica que la especie con mayor valor de importancia en la conformación de este estrato fue *Terminalia catappa* (Almendro malabar) siguiendo con *Cordia dodecandra* (Ciricote y en tercer lugar *Thevetia gaumeri* (Akits). La especie con mayor densidad fue de igual forma *T. catappa,* mientras que la más dominante corresponde a *Hamelia patens* (Coralillo) por la cobertura de follaje que tienen las escasas plántulas de esta especie que fueron registradas en los sitios de muestreo. En cuanto a la frecuencia, esta se ve repartida entre tres especies: *T. catappa, C. dodecandra* y *T. gaumeri* como las más frecuentes.

Cuadro 19. Distribución de las especies que forman el estrato herbáceo de la VS derivada de matorral costero de acuerdo con su Índice de Valor de Importancia (IVI).

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)
Combretaceae	*Terminalia catappa*	Almendro malabar	**33.33**	**20.00**	10.63	**63.96**	0.12
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote	**22.22**	**20.00**	11.88	**54.10**	0.08
Apocynaceae	*Thevetia gaumeri*	Akits	**14.81**	**20.00**	9.38	**44.19**	0.05
Rubiaceae	*Hamelia patens*	Coralillo	3.70	6.67	**25.00**	35.37	0.01
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Ha´abin	3.70	6.67	18.75	29.12	0.01
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	11.11	6.67	10.63	28.40	0.04
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo	7.41	13.33	7.50	28.24	0.03
Fabaceae	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	3.70	6.67	6.25	16.62	0.01
	S=8		100	100	100	300	

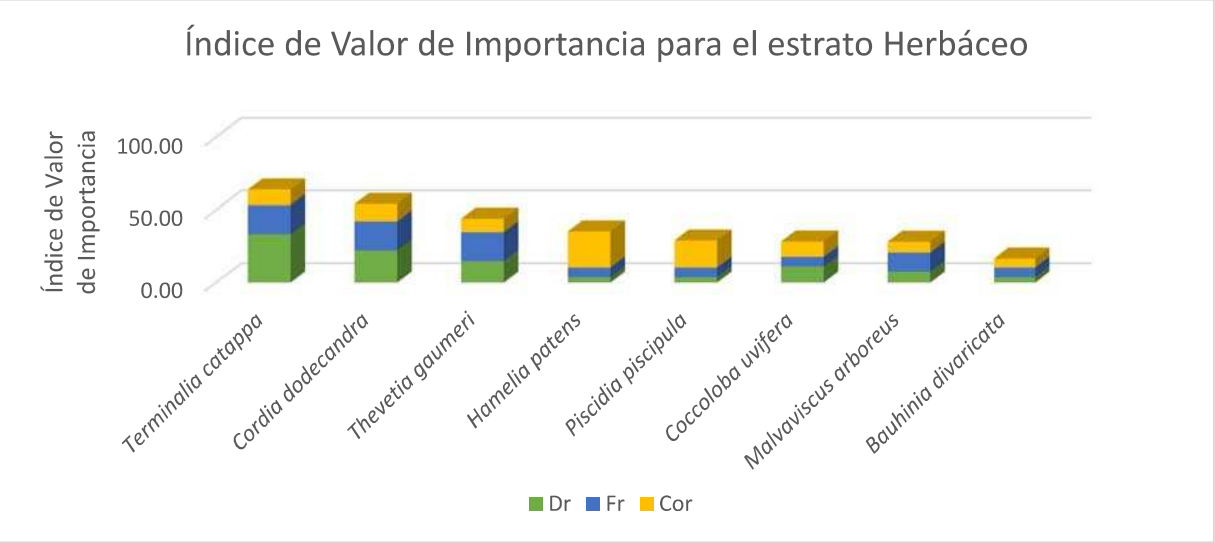


Figura 52. Distribución del Índice de Valor de Importancia en las especies que forman el estrato herbáceo de la VS derivada de matorral costero del área de estudio.

Estructura de tamaños

El estrato arbóreo de la vegetación secundaria derivada de matorral costero, estuvo representado por 30 individuos, distribuyéndose la mayoría en tamaño de 2 a 6.5cm de diámetro, lo cual deja en evidencia que se trata de vegetación joven y poco desarrollada, reforzando su clasificación de carácter secundario. El DAP promedio fue de 13.94 cm, siendo el máximo de 42.5 de un ejemplar de *T. catappa* mientras que el mínimo fue de 2 cm para un ejemplar de *M. brownei*.

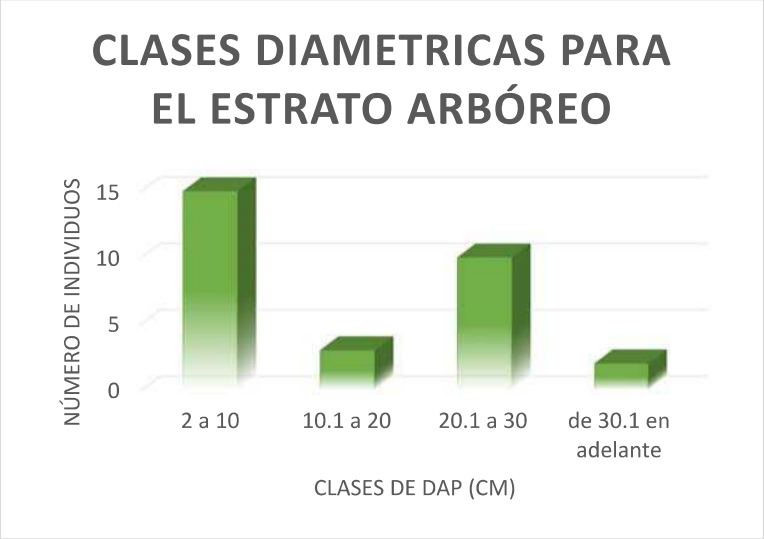


Figura 53. Distribución de tamaños en diámetro de los individuos del estrato arbóreo de la VS derivada de matorral costero del predio.

En cuanto a la altura, de los 30 individuos en su mayoría se encuentran entre 1 a 3m de altura con 16 individuos, mientras que solo se reportó 1 individuo con altura de 10 m de almendro, condición que refleja la estructura baja de la vegetación, los individuos de almendro son los que presentaron la mayor altura entre 10m a 8 m siendo los que sobresalen en la estructura. La altura promedio fue de 4.76 m.



Figura 54. Distribución de la altura de los individuos del estrato arbóreo de la VS derivada de matorral costero del predio.

Diversidad y equidad

El índice de diversidad de Simpson que fue estimado basándonos en los datos obtenidos de campo, arroja que el estrato herbáceo fue el más diverso, seguido del

arbóreo y finalmente el arbustivo, estando en consecuencia estos resultados con la riqueza específica registrada en cada estrato.

La equidad estuvo distribuida de igual forma, teniendo que las especies se encuentran distribuidas de manera homogénea en el estrato arbóreo y arbustivo por la menor riqueza y mayor dominancia de ciertas especies, pero con mayor equidad en el herbáceo.

Cuadro 20. Valores del Índice de Simpson y Equidad por estrato de la vegetación.

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
D=	0.68	0.64	0.80
Dmax=	0.80	0.75	0.88
E=	0.86	0.86	0.91
S=	5	4	8

VEGETACIÓN DE MANGLAR

Ahora bien, en cuanto a la vegetación de manglar registrada en el predio del proyecto, esta quedó fuera de los sitios de muestreo, sin embargo se hará una breve descripción de las especies observadas.

Dado que el predio donde pretende desarrollarse el proyecto se encuentra en colindancia con la laguna Nichupté, se reportaron ejemplares de mangle. Estos individuos forman parte de una franja de manglar que se continúa hacia la laguna, sólo que los patrones de zonación e inundación determinan la presencia de ciertas especies dependiendo del nivel de inundación. Este manglar se clasificó como manglar de borde.

Dentro del predio los ejemplares registrados correspondieron a mangle blanco (*Laguncularia racemosa)* con alturas aproximadas que van de los 6 a 8 m y un DAP promedio de 16.86 cm, algunos ejemplares presentaron floración. Un individuo de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) inclinado hacia el borde lagunar con un tallo de 15 cm. Y en la zona inundada se distribuye *Rhizophora mangle* con una altura aproximada de 2 m.

Las especies de manglar reportadas para el área de estudio, se encuentran enlistadas en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 21. Listado de especies observadas dentro del área donde pretende realizarse el proyecto y bajo alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
			Categoría	Distribución
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	A	NE
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	A	NE

Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
			Categoría	Distribución
	Laguncularia racemosa	Mangle blanco	A	NE
	S=3			

5.2.5. Discusión y conclusiones.

En los tres estratos de la vegetación secundaria derivada de matorral costero, la mayoría de las especies corresponden a especies nativas, sin embargo algunas especies son características de vegetación que ha sufrido perturbaciones, tal es el caso de la presencia de *Terminalia catappa* (almendro malabar) que es un árbol considerado como exótico ya que su origen ha sido señalado en la India, la península Malaya y Nueva Guinea, ampliamente utilizado como árbol ornamental. El gran tamaño de sus hojas y la abundante hojarasca que produce cubre el suelo, lo cual origina que solamente crezcan sus propias plántulas y evita la germinación natural de otras especies, situación que refleja la modificación antropogénica de la vegetación natural.

La estructura de tamaños en DAP y altura ponen en evidencia que la vegetación secundaria derivada de matorral costero, corresponde a una vegetación de baja altura y con ejemplares de pequeño DAP, lo cual es reflejo se las modificaciones que ha sufrido la vegetación tras el desarrollo continuo de los lotes en colindancia. Los árboles que sobresalen de manera dominante en la estructura corresponden al Almendro.

En el área de estudio se registró un total de 10 especies, las cuales representan 9 familias botánicas. Dichas especies se registraron en un solo tipo de vegetación: VS de matorral costero. Del mismo modo, fuera de los sitios de muestreo, se reportó la presencia de 3 especies de mangle: *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa.* Dichas especies se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que es de vital importancia mantener el flujo hidrológico que los alimenta y el aporte de materia orgánica de las especies nativas de la parte litoral.

5.3. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA TERRESTRE DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.

5.3.1. Metodología.

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo en busca de manera directa e indirecta de individuos. Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico. También se llevó a cabo el

registro de especies observadas en la colindancia del área del proyecto, en el caso de registrar avistamientos.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas para cada grupo como son: Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biosfera de Sian Ka´an de Calderón-Mandujano *et al.* (2008), Aves comunes de la Península de Yucatán de Eduardo Llamosa Neuman (2008) y Sal a Pajarear Yucatán (Guía de aves) de Bárbara McKinnon (2013):

5.3.2. Resultados.

Durante los recorridos realizados en el área de estudio, se reportó la presencia física de 4 especies: 2 del grupo de las aves y 2 del grupo de los reptiles. Así mismo se observaron madrigueras de crustáceos y de acuerdo a información bibliográfica consultada, se infiere que se trata del cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*).

De las 5 especies registradas, 1 se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 22. Listado de especies de fauna reportadas en el predio del proyecto.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
			Categoría	Distribución
REPTILES				
Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo		NE
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	**A**	E
AVES				
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate		NE
Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas		NE
Crustáceos				
Gecarcinidae	*Cardisoma guanhumi*	Cangrejo azul		NE



Figura 55. Imagen se muestra el abaniquillo pardo (izquierda) y la iguana negra (derecha).



Figura 56. Madriguera de cangrejo azul en el borde del manglar de la zona lagunar fuera de los límites de la concesión.

Debido a las alteraciones y modificaciones en la cobertura vegetal y escases de hábitat para la fauna, así como de las perturbaciones de ruido y antrópicas de los alrededores, son pocas las especies que se observaron en el área de estudio definida para la caracterización del proyecto. Las pocas especies existentes en el área son aquellas de tipo generalistas que son tolerantes a vivir en sitios urbanizados, o que sólo utilizan la zona como sitio de descanso o paso.

Hay varios factores que influyen en la poca diversidad de especies detectadas durante el muestreo. Las principales son la cantidad del hábitat disponible, su calidad y su conectividad.

No obstante, la fauna responde de diversas maneras a las perturbaciones del ambiente y algunas especies son tolerantes a permanecer en sitios perturbados, por lo que se adaptan fácilmente a vivir en zonas urbanas o semiurbanas. Sin embargo, otras son menos tolerantes y tienden a desplazarse a sitios más conservados en los que puedan habitar. Especies altamente móviles, como aves y mamíferos pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente y de las posibles barreras, ya sean naturales o artificiales, que se puedan localizar en su camino hacia un sitio mejor conservado.

De manera general se considera que dadas las condiciones del zona terrestre en el área, se ofrecen pocos espacios que pudieran ser utilizados como hábitat por la fauna, sin embargo el área es utilizada como sitio de alimentación y descanso por especies generalistas y tolerantes a estos sitios.

5.4. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA ZONA LAGUNAR.

Como se mencionó en el Capítulo II de la presente MIA-P, parte del proyecto se desplantará sobre la laguna Nichupté, por lo que se hizo una caracterización de la flora y fauna presente en la porción que ocupara el proyecto en agua.

5.4.1. Metodología.

El 20 de mayo de 2017 se llevó a cabo la prospección del sitio donde se propone el proyecto con la intención de conocer las condiciones predominantes del fondo lagunar, y poder definir un área para estudio en función de la propuesta de ubicación del proyecto. Como parte de la prospección se hicieron recorridos con ayuda de un GPS marca Spectra precisión abarcando las áreas de interés.

Uno de los resultados de la prospección fue la definición del área de estudio con base al contorno y conformación estructural del fondo lagunar de la plataforma en donde se pretende el proyecto. Así, el área de estudio definida como área de influencia inmediata del proyecto se encuentra en un polígono 11,514.73 m^2. De esta forma el trabajo de campo fue realizado sobre dicho polígono, tal y como se muestra en la imagen siguiente.

Se establecieron puntos de muestreo basados en el área definida como área de estudio, mismos que fueron objeto de recorrido en campo, se hizo un registro fotográfico del fondo lagunar y las condiciones de la vegetación del borde con ayuda de una cámara digital marca GoPro HERO 4. Al mismo tiempo se midió la profundidad y la salinidad en cada uno de los sitios de muestreo y se verificó la presencia de fauna.



Figura 57. Medición de la profundidad y registro de parámetros.

5.4.2. Resultados.

Se establecieron 15 puntos de muestreo en los que se registró la profundidad, el tipo de fondo y la salinidad registrada en cada uno de los sitios de muestreo.

Cuadro 23. Sitios de muestreo y parámetros medidos.

Sitio	Fondo	Profundidad (m)	Salinidad (psu)
1	Arenal con pastos	1.00	30
2	Arenal con pastos	1.80	30
3	Arenal con pastos	1.75	30
4	Arenal con pastos	1.75	30
5	Arenal	1.90	30
6	Arenal con pastos	1.70	30
7	Arenal	1.40	30
8	Arenal con pastos	1.10	30
9	Arenal con pastos	1.80	30
10	Arenal con pastos	1.80	30
11	Arenal con pastos	1.90	30
12	Arenal con pastos	1.75	30
13	Arenal con pastos	1.75	30
14	Arenal con pastos	1.10	30
15	Arenal con algas	0.30	30
	Promedio	**1.52**	**30**

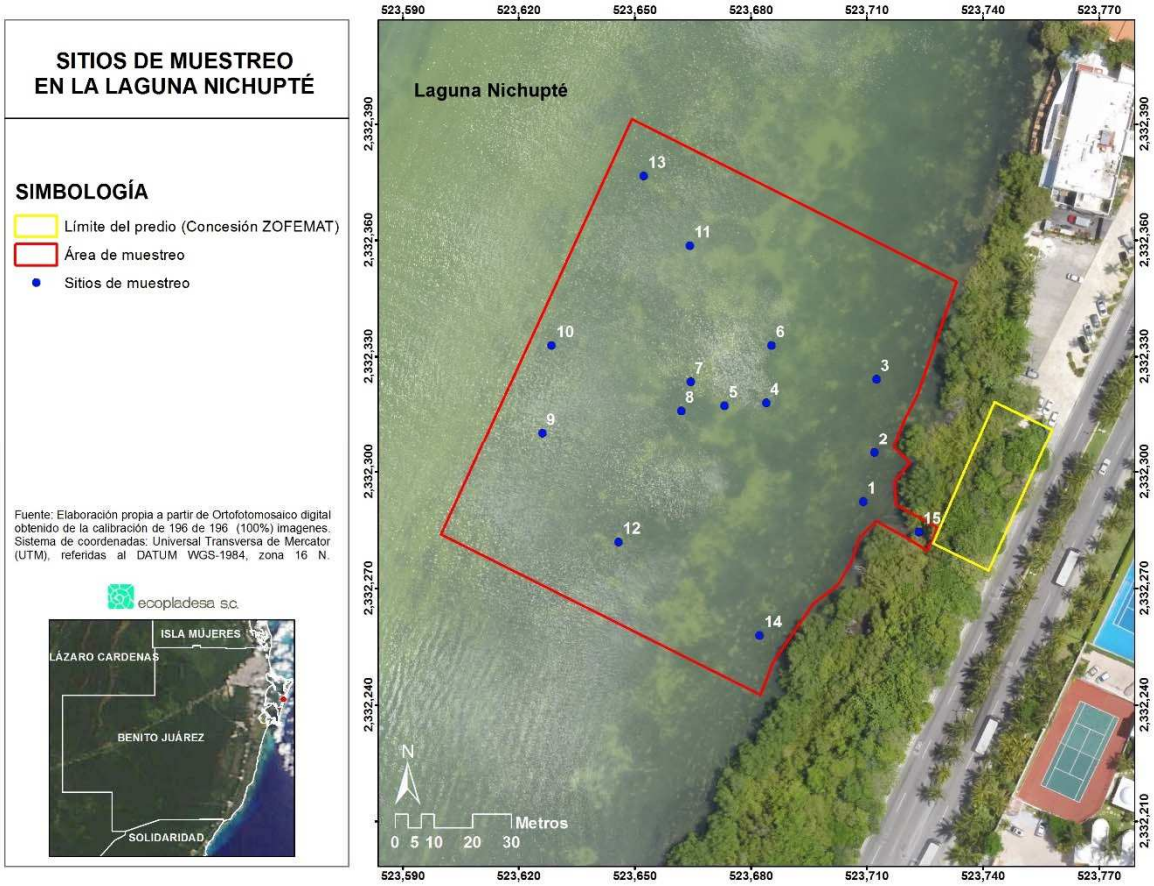


Figura 58. Polígono del área de estudio en la zona inundada de la laguna y sitios de muestreo.

Es importante mencionar que la presencia de motos acuáticas o embarcaciones de bajo calado es considerable en la zona, originando con ello la resuspensión de sedimentos por el tránsito de las mismas, así como la presencia de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos tanto en el borde de la laguna como en el fondo, lo que en general da un aspecto turbio del agua.

De acuerdo a lo anterior, se tiene que el área de estudio corresponde a una pequeña porción del Sistema Lagunar Nichupté que tiene una pendiente que llega hasta los 1.52 m de profundidad promedio y una salinidad promedio de 30 psu. Inicia con una franja de arenal con algas en el claro sin vegetación que hay entre la vegetación de manglar de borde que corresponde a la parte más somera; seguida de arenal con pastos y arenales, en las zonas más profundas que sobresalen de la franja de manglar de borde. De igual forma se registró la presencia de residuos sólidos depositados en el fondo.

El siguiente cuadro muestra las superficies que ocupa cada uno de los tipos de fondo registrados en el área de estudio aledaña al predio del proyecto y de pretendido desplante de las obras del proyecto.

Cuadro 24. Superficies de los tipos de fondo lagunar en el área de estudio.

Tipos de fondo lagunar	Superficie (m^2)	Superficie (Ha)	%
Arenal con algas	86.36	0.009	0.7
Arenal con pastos	10,027.00	1.003	87.1
Arenal	1,401.37	0.140	12.2
Total	**11,514.73**	**1.151**	**100**

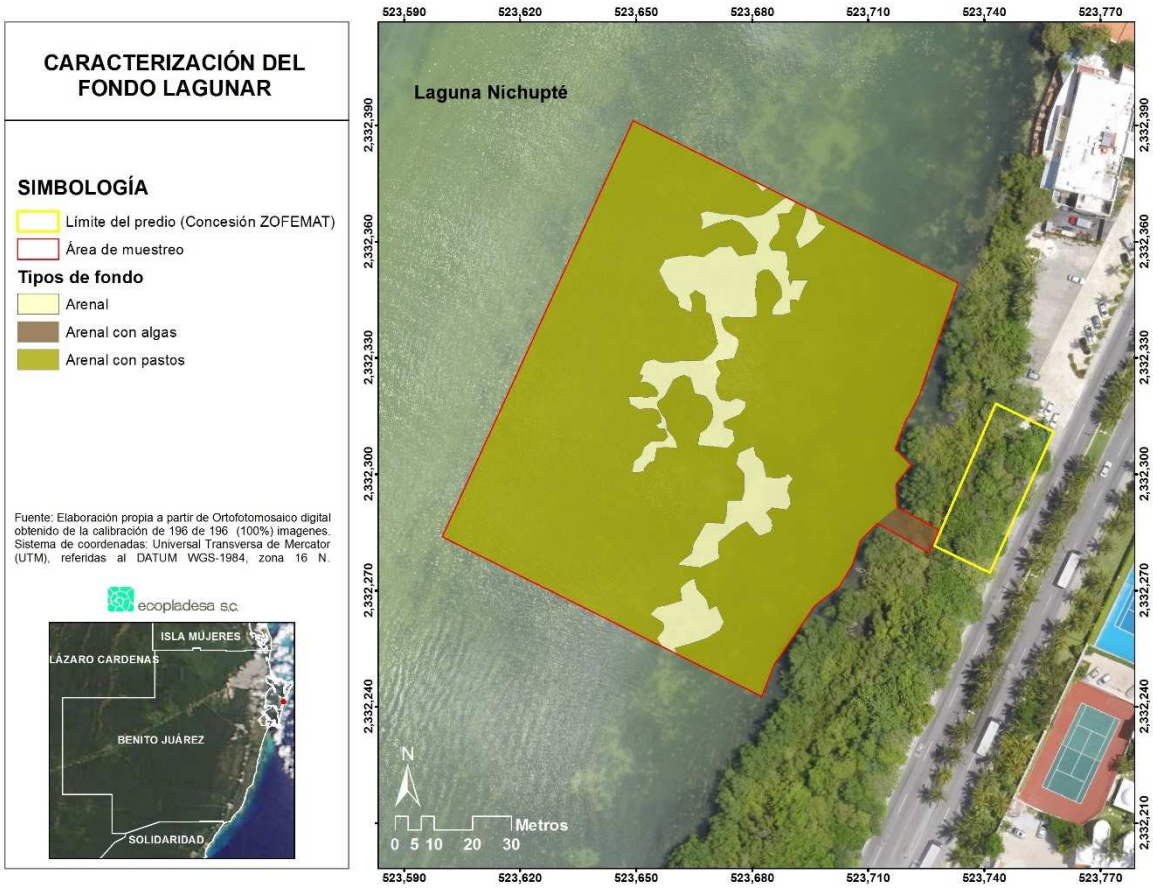


Figura 59. Caracterización de los tipos de fondo lagunar, presentes en el área de estudio.

Descripción de la vegetación acuática en el área de estudio.

La cobertura de vegetación acuática dominante en los márgenes de la Laguna, corresponde a algas en las zonas más someras y en las poco más profundas se desarrollan pastos y áreas sin vegetación.

Dentro de los sitios muestreados se reconoció la presencia de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (pastos marinos). Lo anterior coincide con los reportes bibliográficos en lo que se indica que, desde el punto de vista ecológico, Jordán *et al.*(1978)[8] describen este sistema como oligotrófico, dominado por una comunidad de *Thalassia testudinum,* típica de las zonas someras.

Los pastos en general se observan con gran cantidad de sedimentos en sus hojas, y durante las mediciones se observaron varias embarcaciones transitando por el área, lo cual incrementa la resuspensión y depositación de sedimentos en esta zona de la Laguna.

[8] Jordán, E., M. Angot y R. De La Torre, An. del Centro de Ciencias del Mar y Limnología. Nota científica. Prospección biológica de la Laguna de Nichupté, Cancún, Quintana Roo, Universidad Nacional Autónoma de México, México. 1978 179-188 (1): .5

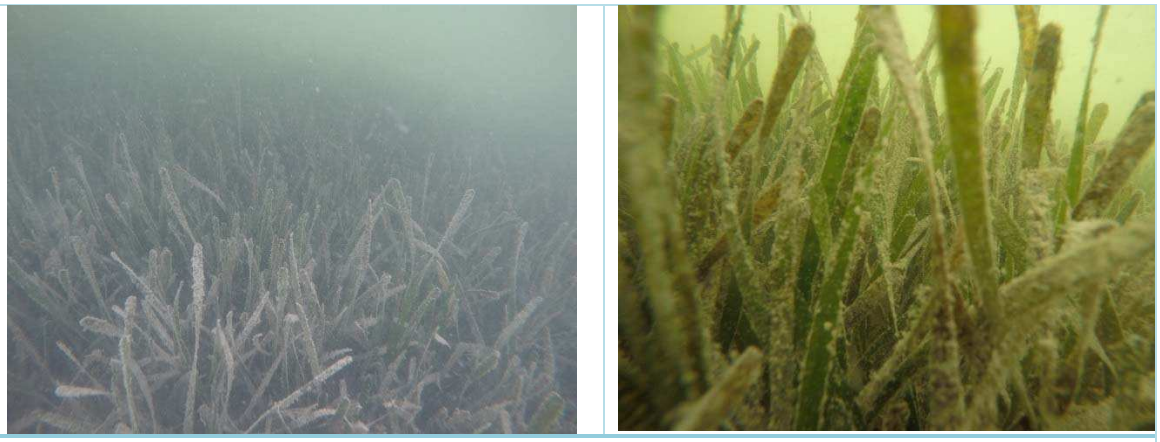


Figura 60. *Thalassia testudium* observada en los sitios de muestreo.



Figura 61. *Syringodium filiforme* observada en los sitios de muestreo.

Algas

Las algas se reportaron únicamente en el borde colindante al predio del proyecto, las especies reportadas pertenecen al grupo de las Chlorophytas (algas verdes).

Cuadro 25. Listado de especies de algas reportadas en el predio del proyecto.

Filo	Familia	Especie
Chlorophyta	Dasycladaceae	*Acetabularia crenulata*
	Dasycladaceae	*Batophora oerstedii*



Figura 62. *Batophora oerstedii.* Observada en los sitios cercanos al borde del predio del proyecto.



Figura 63. *Acetabularia crenulata.* Observada en los sitios cercanos al borde del predio del proyecto.

Lo anterior, se infiere es un posible indicador de perturbación, por ser especies reportadas para ambientes modificados. Es notorio su disturbio en las zonas de paso frecuente de embarcaciones, donde se observa una remoción del sedimento.

Los resultados muestran una correlación entre la variación de la flora y la de los factores ambientales medidos; de ellos, la profundidad resultó altamente significativa y en menor grado lo fue la salinidad. La altura de la columna de agua se incrementa lejos de la zona de los manglares y disminuye en los bajos arenosos colindante con manglares o zonas puntuales del fondo. Lo anterior implica que la flora está siendo afectada por diferencias de la incidencia lumínica, la cual se modifica con la profundidad y con la presencia del follaje del mangle. La zona de

mayor distribución de algas está menos soleada por la sombra que ofrece el manglar de borde en ciertos momentos de incidencia de luz, contrario a la demás zona acuática donde la luz incide directamente, salvo por la turbidez que pueda generar el levantamiento de sedimentos o por la calidad del agua.

La zona donde se ubica el proyecto está reportado con importante resuspensión de sedimentos ocasionada por el viento, por encontrarse cercana a los bajos que se ubican entre la cuenca centro y sur del Sistema Lagunar. Sin embargo, esta resuspensión se ve acrecentada por el tránsito continuo de embarcaciones en el área, lo que tampoco permite su completa depositación en el fondo y que los pastos puedan de alguna forma ir perdiendo los sedimentos que ya tienen en sus hojas.

Descripción de la fauna acuática en el área de estudio

La fauna acuática observada en el área de estudio en la cual pretende desarrollarse el proyecto, es escasa, encontrándose principalmente peces en las áreas cercanas a los muelles establecidos en las colindancias del predio del proyecto. Entre los individuos observados se tiene a *Lucania parva* (Sardinilla), mismo que se registró en el sitio 13 de los puntos de muestreo.



Figura 64. *Lucania parva.* Observada en el punto 13 de muestreo del área de estudio.

Ahora bien, fuera de los sitios de muestreo pero cercano al punto 15, se registró la presencia de una especie de medusa: *Cassiopeia xamachana,* esta es una especie de medusa tropical de la clase de los escifozoos que vive en manglares y lagunas litorales de escasa profundidad. Merino y Gallegos (1986)[9], González (1989)[10]

[9] Merino, M. y M. Gallegos, Informe final del Convenio de Asesoría Técnica Evaluación del Impacto Ambiental Generable sobre el Sistema Lagunar Nichupté por el dragado programado para rellenar el lote 18 "A" en Cancún, Q. Roo. PIADISA-UNAM, 1986. 87p

[10] González, A., Tesis de Maestría (Oceanografía Química). Hidrología y Nutrientes en la Laguna Bojórquez, UACPyP-CCH, UNAM, Cancún, Quintana Roo. 1989. 116 p.

consideran que éstas y otras alteraciones se deben a que Laguna está sometida a un proceso de eutrofización, causado tanto por actividades antropogénicas y descargas residuales, principalmente, así como por la reducida capacidad de la laguna para asimilar estos agentes contaminantes.



Figura 65. *Cassiopeia xamachana.* Observada fuera de los sitios de muestreo cercano al borde del predio del proyecto con el sistema Lagunar.

El área de estudio no presenta una diversidad de especies significativa, sin embargo es un sitio de alimentación y/o reproducción de especies marinas, que una parte o la totalidad de su ciclo de vida lo realiza en los diversos ambientes acuáticos que existen en el Sistema Lagunar Nichupté.

Herrera-Silveira (2006) señala que la vegetación acuática sumergida ha disminuido su cobertura por la eutrofización y tránsito de embarcaciones turísticas que se da de manera desordenada en la laguna. Asimismo, Carruthers *et al.* (2005) reporta que el contenido de nitrógeno en los tejidos de las hojas de los pastos es muy alto en comparación con el valor de referencia reportado para otras lagunas costeras, debido a un mayor aporte de este nutrimento en el agua, proveniente de descargas ricas en nitrógeno de aguas residuales previamente reportadas en la parte norte del sistema.

De tal forma que esta vegetación acuática sumergida ha mermado sus poblaciones por daños físicos de tránsito de embarcaciones y por las condiciones de eutrofización que prevalecen en el Sistema Lagunar en toda su extensión (Carbajal, 2009; Hernández-Terrones, 2014), proviniendo las mayores fuentes de aguas residuales de la parte noroeste y de la Laguna Bojórquez, pero extendiéndose por toda la laguna dada la dinámica hidrológica que ya fue descrita de los estudios de Carbajal (2009).

De tal forma que esta cobertura vegetal presenta condiciones modificadas por los factores ambientales en los que se desarrolla tanto en composición como en cobertura. De tal forma que es importante sanear el sistema lagunar para que los organismos vegetales y animales que se desarrollan en él puedan trascender a mejores condiciones.

6. PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

Conforme a lo anterior, en el SA se encuentran cuatro unidades ambientales, la primera corresponde a vegetación natural formada por vegetación de manglar y secundaria derivada de matorral costero. La segunda a la porción Este del Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez. La tercera a la playa arenosa. La última corresponde a los elementos antrópicos conformados por Infraestructura y, áreas sin vegetación.

A continuación se procede a la descripción de las unidades ambientales del SA.

Vegetación natural: Como se ha descrito líneas arriba, la vegetación natural presente el SA representa el 7.23% de este, y está conformada por vegetación de manglar y vegetación secundaria. De estas solamente el manglar ofrece aún servicios ecosistémicos para la flora y fauna, ya que la vegetación secundaria es mayormente hábitats por especies adaptadas a las condiciones de perturbación.

Cuerpos de agua: Esta categoría corresponde a la zona que ocupa la porción del SLN que fue incluida dentro del SA donde se desarrolla manglar de borde con las especies *Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus* principalmente. Este cuerpo de agua representa el 67.80% del SA.

Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Este del SA donde se desarrolla la principal actividad recreativa turística de la zona hotelera. Representa el 2.54% del SA.

Elementos antrópicos: Esta unidad ambiental corresponde al 22.43% del SA. Está conformada por elementos antrópicos como Infraestructura turística de diversa índole, carreteras y caminos. Por la escala del análisis de la fotointerpretación, no se diferenciaron las áreas con vegetación natural en las áreas de infraestructura.

Conforme a lo anterior, se determina que en el Sistema Ambiental definido para el proyecto, predominan rasgos paisajísticos de tipo antrópico y urbanizado, con elementos naturales, esto definido por que la unidad ambiental antrópica representa el 22.43% del SA y la natural el 75.03%.

6.1. EVALUACIÓN DEL PAISAJE.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

De acuerdo con la guía de la MIA-P establecida por la SEMARNAT, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, se define como sigue:

Cuadro 26. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las vialidades, zonas urbanas, tipos de vegetación, cuerpos de agua y puntos escénicos deben ser tomadas en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto “Barrio del Mar”
Área de estudio y zona de influencia.	El área de estudio corresponde al predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se ubica en la Zona Hotelera de Cancún a la altura del km. 14. El proyecto está conformado de una parte terrestre que

Actividad	Aplicación al proyecto "Barrio del Mar"
	tiene en concesión de zona federal y obras piloteadas en la zona acuática del SLN. De la superficie en concesión una parte se mantiene en conservación por presentar manglar de borde de tipo mixto. El proyecto consiste en la construcción de un proyecto de servicios de restaurante con obras asociadas en la parte acuática con una altura de 5.80 m; y un área de servicios en la parte terrestre con una altura de 2.40 m. La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, cuyos límites se establecieron en función de las UGA's del POEL del Municipio de Cancún (2014), las condiciones del sistema acuático y terrestre, así como a partir de su interacción con el medio social predominante (zona hotelera). En general es un SA fragmentado, siendo la vialidad principal que es el Blvd. Kukulcán, y al Este del cual se desarrolló la zona hotelera de Cancún porque colinda con la playa y el Mar Caribe. El oeste del Blvd. colinda con el Sistema Lagunar Nichupté donde también hay asentada infraestructura de servicios de diversa índole.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.	La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es notable tanto en la parte Este de la zona hotelera como en la parte acuática, por las embarcaciones que transitan en la laguna. La población es temporal y permanente, ya que la mayor parte de los desarrollos son hoteleros de percnocta y hay poca población que viva en residencias. Sin embargo, es mucha la afluencia turística lo que determina que todo el tiempo haya población en la zona. Además a la gran cantidad de personal que entra y sale de los centros de trabajo. De ahí que el flujo de observadores al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se da en todas las direcciones. Al norte está el restaurante Porfirio's, al Este el Blvd. Kukulcán y hoteles varios, al sur un área sin desarrollo, y al Oeste el SLN donde hay tránsito de embarcaciones. El paisaje que estos observadores perciben en esta zona es la de una zona urbanizada y turística. El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; el SLN y zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente

Actividad	Aplicación al proyecto "Barrio del Mar"
	paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre. El escenario del predio del proyecto, es muy visible para los espectadores, ya que la vegetación que se desarrolla en éste es de baja altura y está rodeado por un extremo la vialidad principal de acceso Blvd. Kukulcán, y por el otro lado los que transitan por la laguna. Cuando el proyecto se encuentra en operación, este podrá ser apreciado desde varios puntos del sistema ambiental.
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).	Para definir el componente central de paisaje para el proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del sistema ambiental lo hacen vía terrestre por el Blvd. Kukulcán. De acuerdo con la caracterización realizada en el SA convergen 4 unidades ambientales: la primera corresponde a vegetación natural formada por vegetación de manglar y secundaria derivada de matorral costero. La segunda a la porción Este del Sistema Lagunar Nichupté-Bojórquez. La tercera a la playa arenosa. La última corresponde a los elementos antrópicos conformados por Infraestructura y, áreas sin vegetación. Dado este diagnóstico de las condiciones ambientales, el componente central del análisis de paisaje se dividiría en la parte terrestre por la instalación del área de servicios y muelle de entrada, y en la parte acuática la instalación del restaurante con sus obras asociadas.
Controlar las condiciones de visibilidad.	La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores vía terrestre y en las embarcaciones. Las actividades de remoción de la vegetación y construcción solamente serán percibidas desde el Blvd. Kukulcán ya que el nivel de la laguna es más bajo y permanecerá la vegetación de manglar de borde. Adicionalmente, el proyecto también será visto desde la parte acuática por las obras que considera en esta zona.
Analizar calidad y fragilidad paisajística.	Calidad del paisaje Como se ha descrito a lo largo de este capítulo, el sistema ambiental presenta modificaciones importantes en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico y urbano. En el caso particular del proyecto se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque

Actividad	Aplicación al proyecto "Barrio del Mar"
	el POEL y PDU del Centro de Población de Cancún. De sus obras, la que sobresaldrá principalmente del paisaje será el estacionamiento en la parte terrestre y el restaurante en la parte acuática. En la parte terrestre se sumará al paisaje ya existente de restaurantes ya establecidos. En la parte acuática generará un punto focal ya que la infraestructura en la zona acuática corresponde principalmente a muelles. <u>Fragilidad</u> Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores. A nivel del SA, la unidad de paisaje con vegetación mejor conservada es la de manglar, por lo que tiene un valor de fragilidad bajo siendo que presentan condiciones más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación aparente, vegetación secundaria, infraestructura, carreteras y caminos. El predio presenta vegetación corresponde a vegetación secundaria con un sustrato irregular.

Con base en la descripción de la vegetación y el análisis del paisaje con base en los núcleos de observadores, se define que las obras del proyecto se integrarán al paisaje urbanizado que presenta el área, y que ha ido desarrollándose paulatinamente en apego a los usos de suelo y parámetros urbanos específicos.

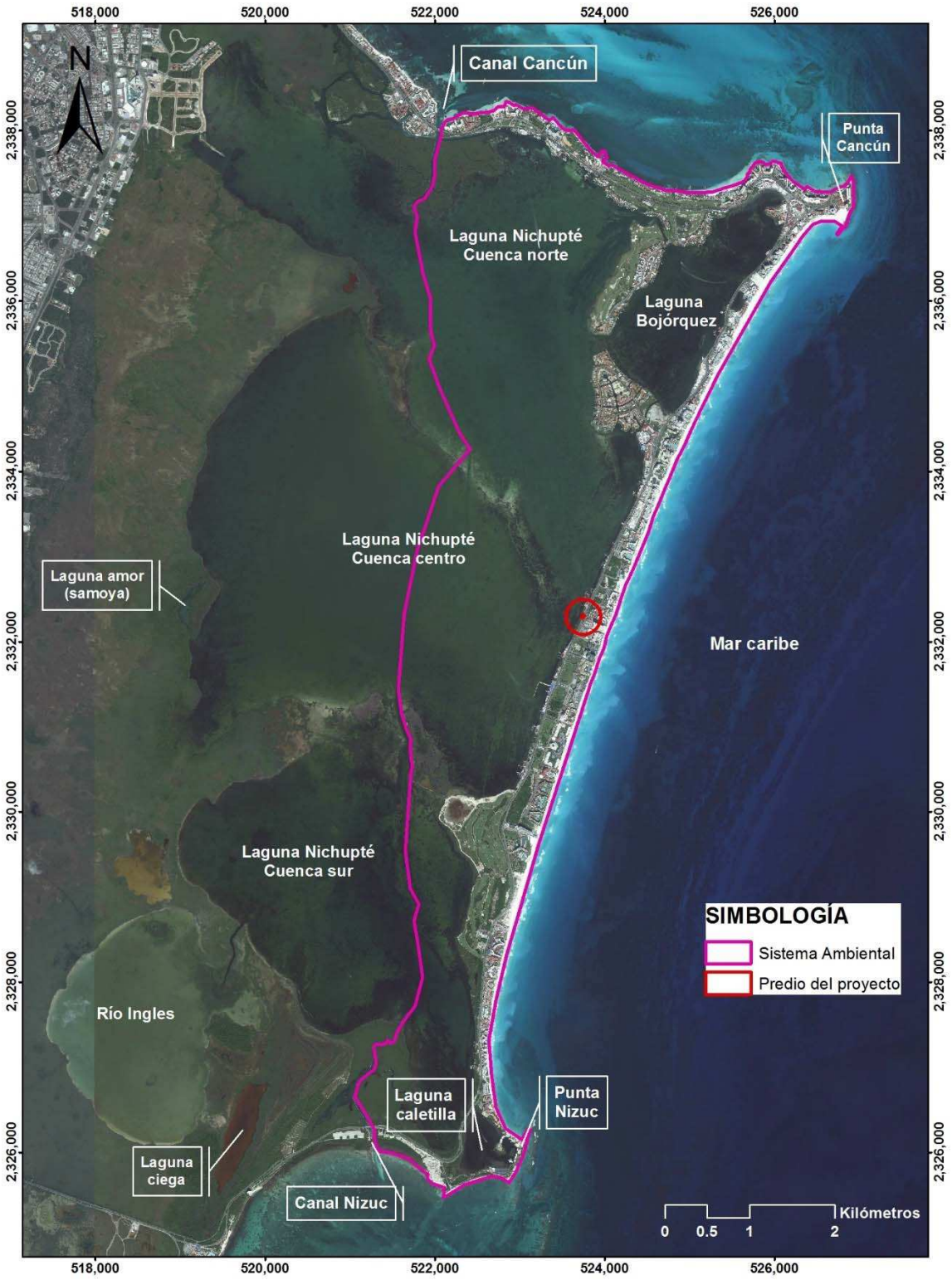


Figura 66. Vista panorámica del predio con relación a los elementos naturales y antrópicos presentes en el SA.

6.2. ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, así como con los recorridos de prospección y muestreo realizados en diversos sitios del mismo, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 27. Estado de conservación de las unidades ambientales del SA.

Alto	Medio	Bajo
Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.

A partir de lo anterior, se construyó un mapa en el que se puede observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación para unidades ambientales del SA en el área terrestre. Lo anterior se muestra que el SA presenta 6.59% de su superficie con un buen grado de conservación representado por el manglar de borde, 70.34% de su superficie con un grado de conservación Medio, mismo que comprende las zonas donde se desarrolla la playa, así como la parte acuática del SLN. El 23.07% del SA presenta un grado de conservación Bajo, determinado por la presencia de áreas con vegetación secundaria de Matorral costero o de selva, carentes de vegetación o con infraestructura.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación bajo.

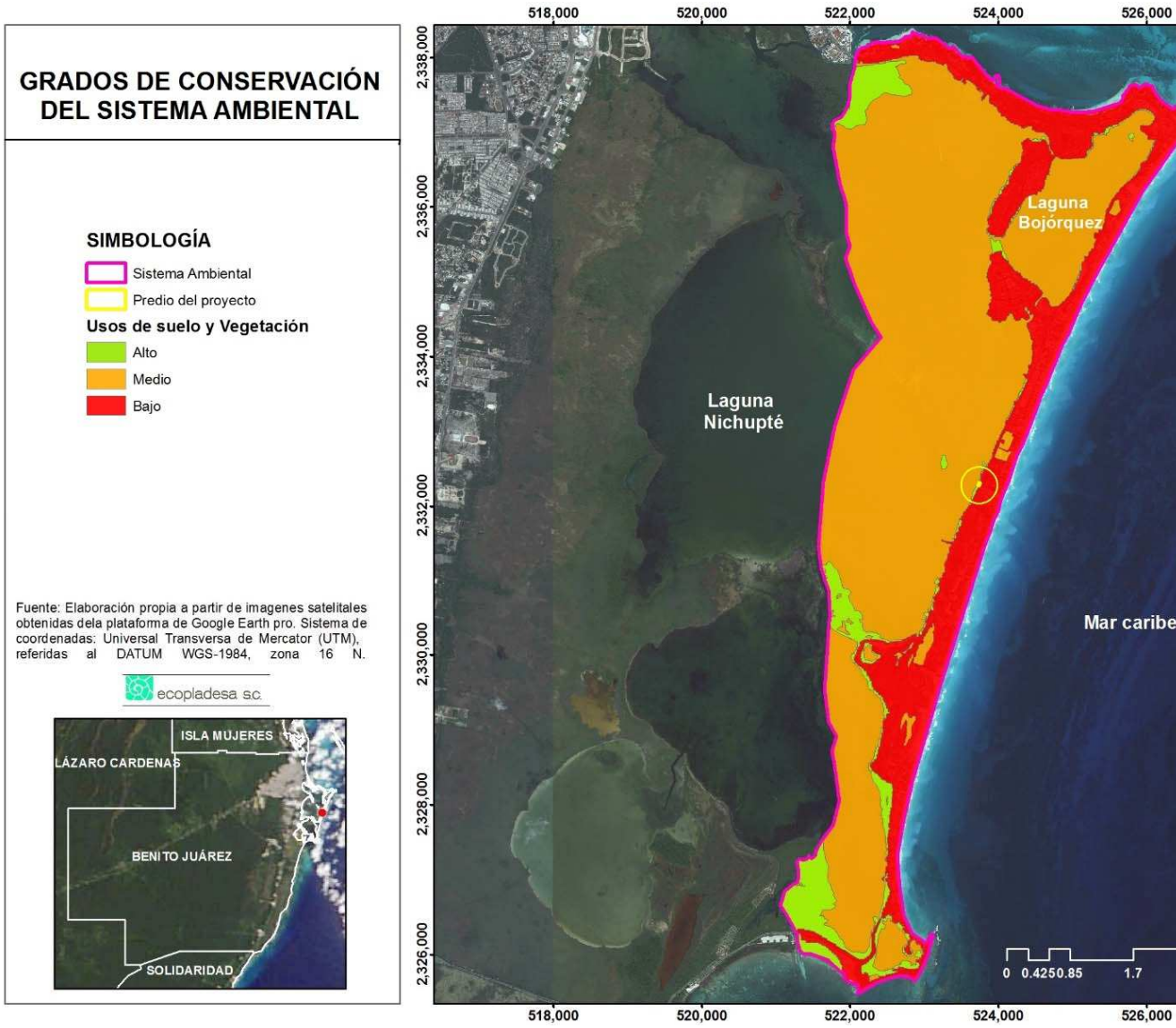


Figura 67. Grado de conservación del Sistema ambiental.

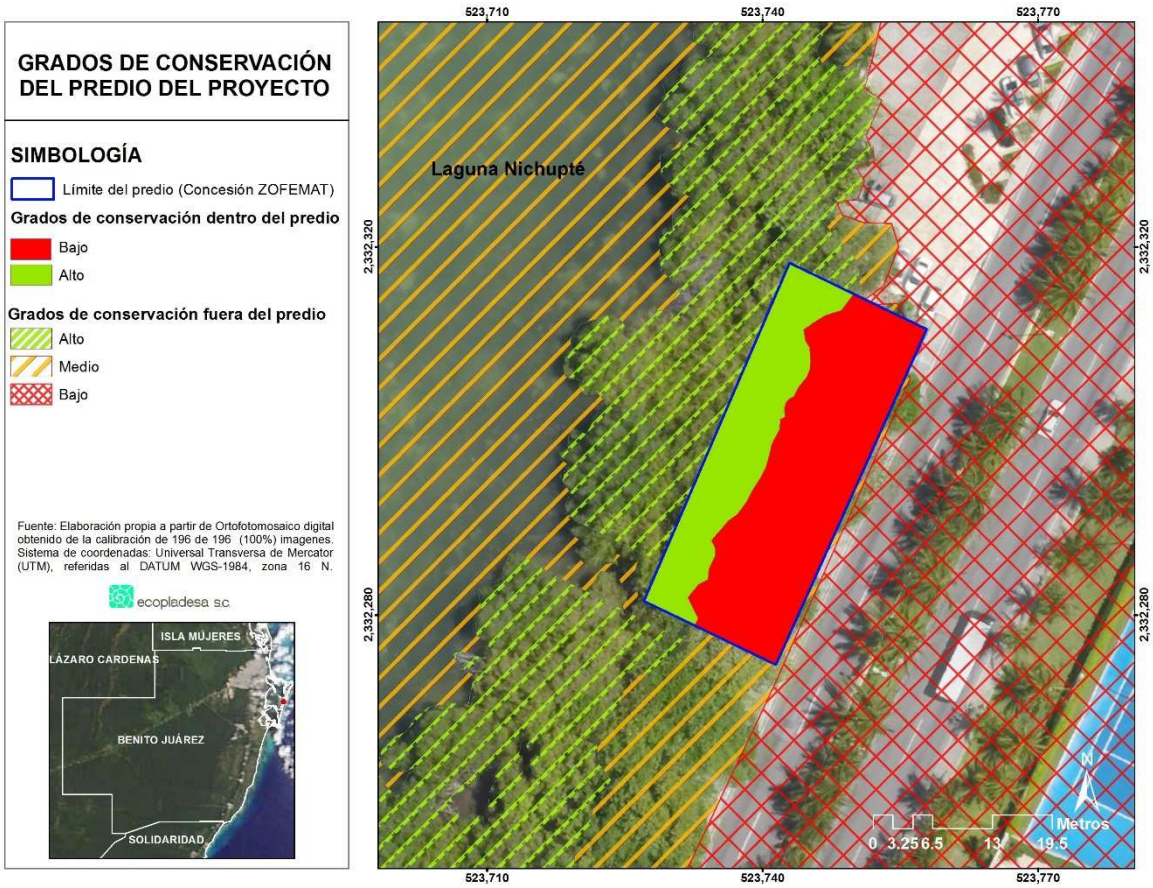


Figura 68. Grado de conservación del predio del proyecto.

7. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse medio, con base en la descripción de sus condiciones ambientales.

La vegetación terrestre solamente conserva los elementos naturales de manglar de borde, fragmentos pequeños aislados de vegetación secundaria de matorral costero o selva mediana (según nuestra fotointerpretación o según la clasificación del POEL) en la parte Oeste del Boulevard Kukulcán. El ecosistema de duna costera ha desaparecido casi en su totalidad tras la conformación del destino turístico de Cancún, sobre el cual se asentaron la totalidad de los hoteles que existen en la actualidad. Esto modificó la zona costera originando igual procesos de erosión intensa y recuperación de playas que son las que se observan actualmente, las cuales son utilizadas para actividades recreativas de diferente índole por los turistas que arriban a la zona.

El sistema lagunar Nichupté-Bojórquez presenta una problemática ambiental derivada de las actividades antropogénicas pasadas efectuadas de manera mal organizada cuando inició la conformación de Cancún, sin embargo los desarrollos actuales se considera ya no estarían uniéndose a esa cadena de impactos

negativos, dadas las actuales condiciones de infraestructura de servicios con los que ya cuenta la zona hotelera. Esta laguna también ofrece un paisaje atractivo para el turismo, por lo que se han asentado comercios de diversa índole y se hacen recorridos en embarcaciones de diferente tipo. Este atractivo también constituye una forma de disminuir la presión de actividades sobre la zona de playas, pero la falta de regulación de las embarcaciones también incrementa el problema ambiental de la laguna.

La mayor riqueza de especies de flora y fauna se encuentran en el SLN como sistema acuático, aun cuando varias de ellas son indicadoras de eutrofización. En la zona hotelera son muy pocos los hoteles que mantienen áreas verdes naturales dentro de su estructura, y solo hay algunos parches aislados en predios como las ruinas de San Miguelito, entre otras.

En la vegetación la dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna.

La vegetación del predio y en general de esa franja de vegetación que colinda al Oeste con el Boulevard Kukulcán, presenta un estado de conservación medio, ya que en muchas secciones de ella son especies oportunistas, exóticas o exóticas invasoras las que dominan en su estructura, siendo las nativas una menor proporción. Sin embargo, es de notar que hay secciones donde a pesar de su ancho tan angosto dominan en mayor proporción especies de matorral costero o bien de manglar, de ahí que su estado de conservación se haya considerado como medio.

En el caso particular del predio y con el análisis a detalle de sus condiciones ambientales, la zona terrestre presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán.

La zona donde se ubica el predio está totalmente urbanizada, ubicándose en su parte Este, el Blvd. Kukulcán que es una vialidad de alto nivel de tránsito, ya que es la única vialidad de entrada y salida de la zona hotelera. Adicionalmente, a 100 m del predio, esta vialidad entronca con otra secundaria que lleva hacia una playa pública llamada Ballenas, lo que aumenta el nivel de perturbación cerca de este. La parte acuática del SLN, es una zona de tránsito de embarcaciones en el canal de navegación.

El predio del proyecto y zona acuática se ubica en la cuenca central del Sistema Lagunar, por lo que presenta las características de hidrodinámica y calidad de agua ya estudiados y reportados para esta zona por Pedrozo (2008), Carbajal (2009), IMTA (2012), Hernández-Terrones (2014), entre los que sobresalen:

1. La zona del proyecto tiene un talud de tierra conformado a niveles topográficos de 3.50 a 0.50 msnm. Es en la cota de 1.50 msnm donde comienza a observarse el manglar de borde por la transición del sustrato.
2. El material de este talud de tierra parece piedra mal conformada que pareciera no tener un origen natural sino de terraplén conformado tiempo atrás.
3. Debido a dichas condiciones en la parte terrestre solamente se desarrolla vegetación secundaria con dominancia de *T. catappa*, por lo que el aporte de nutrientes vegetales es poco diverso hacia la laguna.
4. En el borde de la zona acuática se desarrolla manglar de borde con dominancia de *R. mangle*, que presenta buenas condiciones fisonómicas. Los individuos de mangle blanco observados presentan buenas condiciones y algunos se detectaron en la etapa reproductiva.
5. En la zona del predio y su SA no hay manantiales.
6. El predio se ubica en la cuenca centro del SLN que presenta contaminación y eutrofización pero en niveles menores que la zona norte y sur. Es una zona somera de acuerdo a los valores de profundidad y batimetría reportados para el área, fluctuando de 0.30 a 1.90 m con 1.52 m de promedio.
7. El movimiento de contaminantes en la zona está determinado por el oleaje y la dirección es desde la laguna Bojórquez hacia punta Nizuc que es por donde tienen salida al mar.
8. El predio se ubica en la ruta de movimiento de contaminantes desde la laguna Bojórquez en su camino hacia punta Nizuc.
9. El movimiento de sedimentos se da principalmente por la punta Cancún hacia los primeros bajos del sistema, por lo que la zona del predio no tiene relevancia en esta dinámica.
10. En la zona acuática del proyecto están presentes especies indicadoras de eutrofización en poca proporción, como la medusa *Cassiopea xamachana*. Así como las algas encontradas como de ambientes perturbados.
11. El proyecto considera la afectación puntual de 18.72 m^2 del fondo lagunar para el piloteo de sus obras. Este fondo es arenoso, y presenta pastos y algas dispersos característicos de la laguna.
12. Los pastos del área en general se observan con gran cantidad de sedimentos producto de su resuspensión, proceso natural en las zonas someras de la laguna cercanas a los bajos, pero también producto del tránsito continuo de embarcaciones.

Los impactos de eventos hidrometereológicos en la zona son prácticamente imperceptibles, ya que tras 11 años de haber pasado (en el caso de los huracanes Emily y Wilma que impactaron las costas en Julio y Octubre de 2005), la vegetación se observa recuperada y sin indicios de afectación por estos eventos.

La vocación de los usos de suelo establecidos por el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Benito Juárez (2014) determina para la zona terrestre del proyecto que está dentro de la zona urbana o UGA 21. Es por ello que le aplican los parámetros urbanos que marque del Programa Director del Centro de Población de Cancún. Este instrumento determina que el uso de suelo está sujeto a lo que

marque la Concesión de Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo cual la promovente cuenta con dicho título vigente para uso general y conformación de obras civiles en su superficie. Por lo que el proyecto en su conformación se estaría integrando a los usos de suelo permitidos para la zona, planeados en los instrumentos normativos vigentes.

El proyecto constituirá una fuente de empleos y fuente de ingresos para el municipio, ya que es un comercio de comida, que está considerando en su diseño los parámetros arquitectónicos necesarios para garantizar el cumplimiento de los criterios de la normatividad aplicable.

8. CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS.

La región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo, está conformada por la zona costera del Municipio de Benito Juárez (Cancún y Puerto Morelos); la zona costera del Municipio de Solidaridad así como la Isla de Cozumel e Isla Mujeres, cuya contribución conjunta a la generación de divisas, recursos fiscales, empleo y desarrollo regional por turismo es de suma importancia para la economía de México.

La información que se presenta en este apartado, se realizó tomado de referencia los resultados del censo de población y vivienda 2010 y el Censo Económico 2014, elaborados por el INEGI para el municipio de Benito Juárez.

Con la finalidad de evaluar los efectos socioeconómicos que el proyecto tendrá sobre la población, es necesario describir cada uno de sus procesos enfocándonos al municipio de Benito Juárez.

El municipio cuanta con una extensión territorial de 1,664 km^2 y 554 localidades, siendo la mayoría de estas, asentamiento y colonias irregulares conurbadas a la ciudad de Cancún. No obstante, dentro de la estatificación nacional de las regiones socioeconómicas del país, el estado de quintana roo se encuentra con un nivel bajo de marginalidad.

8.1. ANTECEDENTES.

El 8 octubre de 1974 se expidió el decreto que convertía al Territorio Federal de Quintana Roo, en Estado Libre y Soberano de Quintana Roo con siete municipios: Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas y Othón Pompeyo Blanco.

El 31 de octubre de 1973 se expidió el decreto de la conformación del Municipio de Benito Juárez con cabecera en la ciudad de Cancún limita al norte con el municipio de Isla Mujeres, al oeste con el de Lázaro Cárdenas y al sur con el de Solidaridad tiene una extensión territorial de 1,664 km² que representan el 3.27 % del total del territorio de Quintana Roo.

De acuerdo con el censo de población y vivienda, el Municipio de Benito Juárez pasó de 419,815 habitantes en el año 2000 a 1, 325,578 en el 2010[11] ocupando el primer lugar en la tasa de crecimiento promedio anual (4.49).

8.2. DINÁMICA POBLACIONAL.

El estado de Quintana Roo ocupa el lugar 26 a nivel nacional por su número de habitantes, con un total de 1,325,578 de los cuales 673,220 hombres y 652,358 mujeres.

La estructura por edad de la población se ha transformado y hace evidente los cambios demográficos a través del tiempo. En 2010 la población menor de 15 años se reportó en 29.2% con respecto a la población total, mientas que la que se encuentra en edad laboral constituye 67.8%, la población en edad avanzada es 3% de los habitantes del estado. En comparación con el año 2000 la participación de estos grupos de edad era 35, 62.6 y 2.4%, respectivamente. Esta transformación en la estructura por edad es muy importante, puesto que indica que el estado transita por una etapa donde el volumen de la población en edades laborales alcanza su mayor peso relativo, en relación con la población en edades dependientes.

8.3. MIGRACIÓN.

En el XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, el estado de Quintana Roo, -que es catalogado como de fuerte atracción de población-, registró una ganancia neta de 8.0 % de saldo neto migratorio (la diferencia de inmigrantes y migrantes interestatales), el segundo porcentaje más alto en todo el país. Del total de residentes del estado el 54% nacieron en otra entidad o país (promedio estatal), y de esta media Benito Juárez tiene un porcentaje de migración mucho menor siendo 52.57%.

8.4. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA.)

El mayor porcentaje de la población del estado de Quintana Roo es económicamente activa (61.34%), y de este el mayor porcentaje se encuentra ocupada.
De la población ocupada, el 77% trabaja en el sector terciario, es decir, en el turismo, el comercio y en la prestación de diversos servicios; el 14.5 % en el sector secundario, que comprende la industria extractiva y de la electricidad, la manufacturera y de la construcción; y sólo el 6.8% trabaja en el sector primario, en actividades como la agricultura, ganadería, apicultura y pesca.

En cuanto al salario mínimo vigente general en la zona “B”, en la cual se ubica el Municipio de Benito Juárez, este es de $ 63.77 pesos diarios, de acuerdo con la

[11] Información consultada en el sitio web http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23 el día 19 de mayo de 2017.

Comisión Nacional de Salarios Mínimos, vigentes a partir del primero de enero de 2014.

8.5. VIVIENDA.

En Quintana Roo la más alta tasa de crecimiento de viviendas particulares se observa en el Municipio de Benito Juárez que concentra poco más de la mitad de viviendas (50.7%) de la entidad; lo anterior debido en gran medida al desarrollo turístico que impulsa un acelerado incremento poblacional y con ingresos requeridos para adquirir vivienda. No obstante en el municipio de Solidaridad existe un total de 69,301 viviendas colectivas y particulares, de los cuales 48,922 están ocupadas (70.59 %). Existe un total de 68,471 viviendas particulares de las cuales 48,092 (70.24 %) se encuentran ocupadas, 14,209 (20.75 %) se encuentran desocupadas y 6,170 (9.01 %) son de uso temporal.

Las viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje son del orden de 45,227 (66.05 %), mientras que las viviendas particulares habitadas sin ningún bien (radio, televisión, refrigerador, lavadora, automóvil, computadora, teléfono fijo, celular, ni internet) es de 844 (1.23 %).

Vivienda	Año		Tasa de crecimiento	Porcentaje
	2005	2010	2005-2010	
Estado Quintana Roo	249,375	363,066	7.80	100%
Benito Juárez	123,687	184,247	8.30	50.7%*
Cancún	117,815	179,360	8.77	97.3% **
Puerto Morelos	1,100	2,636	19.10	1.4%**
Leona Vicario	1,180	1,555	5.67	0.8%**
Resto del Municipio	3,592	696	-27.98	0.4%**

Fuente: Censo de Población y vivienda 2010 y Conteo de Población y vivienda 2005.

El 64.4% de la población del Municipio de Benito Juárez es derechohabiente de un servicio de salud. En estas instituciones se beneficiaron a un total de 42,5874 personas. Los servicios de salud se concentran en la zona centro de Cancún con 36 unidades destinadas a brindar estos servicios (25 unidades de la Secretaría de Salud del estado, 10 del IMSS y 1 del ISSSTE). Con una total carencia en las zonas de asentamiento irregulares.

8.6. ASPECTOS URBANOS.

La tendencia de crecimiento de la zona urbana de Cancún es de tipo radial sea en áreas que cuentan con instrumentos de planeación o de ocupación irregular. La tendencia de expansión urbana es horizontal.

Suministro de agua

Las aguas subterráneas son las proveedoras más importantes de agua en Quintana Roo, aprovechadas básicamente por pozos y en números reducidos por aprovechamiento de manantiales.

En el citado "Los Retos del Agua en Quintana Roo" elaborado por el Gobierno del Estado señala que en la entidad existe una disponibilidad de agua de 2,959 m^3/hab/año. De este volumen, la población utiliza el 13% del agua, por lo que se infiere se cuenta con suficiente líquido por lo menos para los próximos 20 años.
El abasto del agua para el centro de población de Cancún proviene de baterías de pozos localizadas al poniente de la ciudad, que por acueductos localizados al costado de la carretera Cancún-Mérida, la Av. José López Portillo, el Blvd. Luis Donaldo Colosio y el Blvd. Kukulcán, conducen el agua hacia las diversas zonas de la ciudad. El sistema para abastecer agua potable consta de 31 tanques de agua, 3 tanques hiperbólicos y dos plantas centrales que se ubican en el aeropuerto y otra en la zona centro. El servicio de agua es por tandeos y sólo en 23 supermanzanas se realiza las 24 horas.

El municipio de Benito Juárez cuenta con 132 pozos o fuentes de abastecimiento de agua, misma que entregan un volumen promedio de poco más 154 mil m^3 de agua. De este volumen poco más de 62% está destinado al sector turístico, mientras que el 24%se destina al sector doméstico y 11% al sector industrial.

De acuerdo con el INEGI (2010) en Cancún existen 18,454 viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada y se ubican principalmente en las zonas norte, sur y poniente de la ciudad, y que coinciden con asentamientos irregulares.

Red de Drenaje Pluvial

El centro de población de Benito Juárez no cuenta con un sistema planificado de drenaje pluvial y una parte importante del desalojo se realiza a partir de 3,500 pozos de absorción, los cuales han sido perforados principalmente para evitar los encharcamientos en las vialidades sin embargo no funcionan de manera correcta debido a falta de mantenimiento o por azolves por acumulación de residuos sólidos.

Energía eléctrica

La energía eléctrica en Quintana Roo se encuentra a cargo por la CFE, la cual genera, trasmite, distribuye y comercializa este servicio. Su infraestructura principal es con base en seis centrales generadores; de las cuales dos se localizan en Benito Juárez en la ciudad de Cancún y tienen una capacidad de 102 Mw y 88 Mw. El suministro eléctrico hacia la ciudad de Cancún, se realiza atravesó de una red de alta tensión que llega desde la carretea Federal 180 la cual se bifurca a la altura de poblado de leona vicario para entrar en la Ruta de los Cenotes hasta llegar a Puerto Morelos. Existen también carias redes de distribución secundaria que corren

paralelas a la carretera libre a Mérida y que entras por diversos caminos rurales para alimentar bombas eléctricas de la zona de extracción de agua dentro del municipio.

Movilidad urbana

Las vías de comunicación de Benito Juárez están ampliamente distribuidas a lo largo y ancho de la superficie municipal. Actualmente existen vías de comunicación primaria, secundarias y terciarias. Las vías primarias son: la carretera federal 180 (Mérida-Puerto Juárez) cuya importancia radica en ser la principal vía carretera que conecta al municipio con la capital del Estado de Yucatán, otras vías es la carretera federal 307 (Reforma Agraria-Puerto Juárez), misma que conecta a Cancún con Chetumal, pasando por Puerto Morelos y la desviación hacia la llamada Ruta de los Cenotes. También existen carreteras Estatales que conectan la localidad de Leona Vicario y Puerto Morelos, pasando por Central Vallarta, y que es la zona donde está proyectado el desarrollo de la actividad inmobiliaria y turística alternativa a corto plazo, para el municipio.

La mayoría de las vialidades de la ciudad de Cancún se han desarrollado atendiendo la vertiginosa expansión de la ciudad y aprovechando en gran medida los derechos de vía de las líneas de energía eléctrica de alta tensión para el establecimiento de las avenidas principales, sin que se haya planeado su crecimiento ordenado. Es por esto que la ciudad carece de una correcta conectividad entre calles primarias, un transporte deficiente y nodos vehiculares en cruces de avenidas principales.
Cancún cuenta con más de 10 millones de metros cuadrados de vialidades que se encuentran en diferentes estados de deterioro, a pesar de constar con un constante mantenimiento de bacheos y pavimentación, el servicio es insuficiente para mantenerlas en buen estado.
Las carreteras que alimentan el tránsito vehicular del centro de población de Cancún son: la Carretera México 180 de cobro y la libre que van en dirección a la ciudad de Mérida; y la carretera que conecta al aeropuerto y entronca con la México 307 que va en dirección a Playa del Carmen.

8.7. EQUIPAMIENTO.

8.7.1. Manejo de Residuos Sólidos.

Con la finalidad de mejorar la atención del servicio de acopio, recolección, trasporte, trasferencia, almacenaje, aprovechamiento, reciclaje, trasformación, procesamiento y confinamiento de residuos sólidos urbanos de la población de Benito Juárez, se tomó la dedición de fortalecer el Organismo Público Descentralizado Denominado Solución Integral de Residuos Sólidos Urbanos Cancún (SIRESOL, Cancún por sus siglas) para desligar el servicio de recolección, traslado, valorización y disposición final de los residuos urbanos de la Secretaria de Obras Publicas y Servicio. Este Organismo, tiene por objetivo mejorar el servicio que prestaba a trasvés de la Dirección de Servicios Públicos, para dar una mejor calidad de vida a los habitantes

del Municipio de Benito Juárez y su creación fue concretada en la décima sesión extraordinaria realizada el 20 de octubre del 2001 del Cabildo del H. Ayuntamiento de Benito Juárez[12]

Los residuos sólidos en la zona norte de Quintana Roo se han convertido en un elemento de riesgo al ambiente y a la salud humana, debido a un inadecuado manejo en la planeación y en su operación, vinculado la falta de recursos y obsolescencia de los procesos y procedimientos.

Para la disposición final de los residuos sólidos en el centro de población e Isla Mujeres, se tiene un relleno sanitario localizado a 3.5 km de Rancho Viejo al norte de la ciudad. Este recibe alrededor del 85% de los residuos del municipio.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Benito Juárez es de 1.60 kg/hab/día y la generación total es de 750 Ton/día específicamente para Cancún. Los RSU en la mayoría de los municipios del Estado de Quintana Roo son de origen habitacional, residuos generados por el turismo y comercios; siendo las casas habitación, el comercio y el turismo de los mayores generadores de residuos (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013). La recolección de residuos se realiza diariamente en la zona turística, industrial, centro, comercial y residencial, mientras en las zonas rurales se realiza dos veces por semana (Colegio de Biólogos de Quintana Roo, A.C., 2006).

8.7.2. Manejo de Residuos Líquidos.

El sistema de red sanitaria en el centro de población se conforma por 11 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) casi todas en la zona centro y norte del área de estudio con un total de 8 unidades, de las cuales 6 fueron construidas en los años de 1993 a 2003. La zona hotelera cuenta con diversas unidades para completar este sistema. Esta cantidad de plantas cuenta con el 50% de la Región Caribe Norte, lo que representa el 73% del volumen de tratamiento de la región.

En la zona hotelera se tienen 10 zonas de cárcamos y estaciones de bombeo, para dirigir la materia hacia las plantas de tratamiento mencionadas. El resto del centro de población cuenta con 52 unidades. Los pozos de visita de colector se localizan en el área centro con un total de 24 unidades.

Existen zonas de la parte norte, sur y poniente que no disponen de este servicio y se conectan a fosas sépticas realizan su disposición al aire libre, principalmente en las zonas de asentamientos irregulares y Alfredo V. Bonfil.

12 http://cancun.gob.mx/gobierno-municipal/files/2014/10/MO-SIRESOL-2014p.pdf.

8.8. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

En general las actividades productivas o económicas de la región Norte del Estado de Quintana Roo, se basan en los recursos ambientales, su transformación en bienes y servicios con valor de mercado interno, y el aprovechamiento de sus beneficios, traspasando los costos a la sociedad. De esta manera, tanto los recursos y servicios prestados por el medio ambiente, como los insumos intermedios, el capital, la energía, el trabajo humano, se transforman en bienes por una parte y por la otra en perjuicios trasladados a la sociedad vía medio ambiente. Las estadísticas sobre los recursos naturales y servicios ambientales que son transformados por actividades humanas en bienes y satisfactores para la sociedad, pueden ser indicadores útiles de advertencia del cambio ambiental y pueden dar una idea de cómo intervenir a través de la gestión ambiental para un manejo sustentable de los mismos.

Cuadro 28. Actividades económicas del Estado de Quintana Roo.

Actividades	Número de empleados
Actividades Primarias	
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	1,877
Actividades Secundarias	
Minería	905
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor fina	3,625
Construcción	18,357
Industrias manufactureras	7,551
Actividades Terciarias	
Comercio	38,615
Transportes, correos y almacenamiento	16,883
Información en medios masivos	3,189
Servicios financieros y de seguros	5,318
Serv. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	27,995
Servicios profesionales, científicos y técnicos	3,194
Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	13,141
Servicios educativos	7,034
Servicios de salud y de asistencia social	4,388
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	3,465
Hoteles y restaurantes	46,901
Otros servicios excepto actividades del gobierno	14,438
Actividades del gobierno	8,794

Datos del INEGI de 2010 señalan que la población económicamente activa en el Estado de Quintana Roo es de 65.9%, mientras que para el municipio de Benito Juárez es del 61.8%, el porcentaje de personas no económicamente activa es de 36.4% y en condición de actividad no especificada representa el 1.8% del total de la población. En el municipio de Benito Juárez se encuentra el mayor número de empresas del Estado, seguida del Municipio de Solidaridad. De manera que una gran parte de estos establecimientos son micro o pequeños y orientados a la transformación de alimentos. En el rubro industrial se registran 470 micro y pequeñas industrias que se dedican básicamente al ramo alimenticio y la manufactura. Las actividades del sector primario como la agricultura y la ganadería no resultan tan significativas como el comercio.

La actividad económica básica del Municipio de Benito Juárez se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos municipios sino del Estado, ya que durante el 2012, la afluencia de turistas a estos destinos vacacionales (Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen), fue de alrededor de 5.3 millones de visitantes. La oferta habitacional del estado prevista para el 2013 fue de 85,918 habitaciones en 905 centros de hospedaje con diferentes categorías, de los cuales la mayoría se localizan en Cancún y Playa del Carmen.
En complemento con el turismo, la actividad comercial también es muy importante; existen todo tipo de establecimientos que se dedican al comercio de diferentes productos, desde ropa típica mexicana y artesanías de todo el país, hasta las marcas de prestigio internacional. Se encuentran plazas comerciales importantes, mercados públicos y diversas tiendas departamentales.

8.9. SECTOR TERCIARIO: TURISMO.

Sin duda, la actividad económica preponderante en el estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años. De acuerdo al censo 2010 el 77% de la población estatal está ocupada en el sector comercio y de servicios.

La región Caribe Norte del estado de Quintana Roo, y en especial el Municipio de Benito Juárez y Solidaridad demostraron en los últimos tiempos ser muy vulnerables a ciertas variables exógenas del desarrollo. Desde luego que esta vulnerabilidad se manifiesta de manera más fuerte por el modelo de desarrollo productivo que se tiene en la zona: dependencia casi absoluta del turismo como motor del desarrollo, y nuestro propio modelo de desarrollo turístico, basado en gran parte en la oferta de instalaciones hoteleras “todo incluido”.

En el 2015 Quintana Roo registra una afluencia de 10, 634,681 visitantes, de los cuales 4, 622,286 turistas se hospedan en Cancún, 4, 661,641 en la Riviera maya que incluye la localidad de Playa del Carmen y Tulum.

El gasto estimado por visitante tiene una relación con la estadía promedio, la oferta de servicios turísticos complementarios disponible en el destino y su calidad; por tal razón Cancún en 2011 tiene el más alto de todos los destinos turísticos de la entidad al registrarse $USD 937.17 por estancia/visitante con una derrama económica estimada en $2,920.93 (Millones de Dólares).

8.10. SECTOR PRIMARIO: AGRICULTURA.

Las actividades del sector primario que se realizan en el Municipio de Benito Juárez son: agricultura, principalmente cultivo de maíz de temporal para autoconsumo; ganadería; apicultura; y pesca.

De acuerdo al Censo 2010 solo 6.8% de la población del estado está ocupada en este sector.

La agricultura en el ámbito del centro de población es nula debido a la carencia de productos y no existes condiciones del suelo para la actividad. La ganadería se realiza en pequeña escala y también en su mayoría es para autoconsumo. La apicultura sobresale en el municipio y existe una gran potencia para su explotación.

La pesca es una actividad en declive en el ámbito municipal y sólo existen pequeños proyectos de acuacultura gracias a los apoyos gubernamentales.

8.11. SECTOR SECUNDARIO: INDUSTRIA.

De acuerdo al Censo del INEGI realizado en el año 2010, el 14.5% de la población del Estado está ocupada en el sector industrial y de la construcción. En las ciudades de Cancún, la presencia de industria manufacturera y de la construcción son las más relevantes.

CAPÍTULO V
IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....3
2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....3
2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 3
3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....13
3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 13
4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN. 17
4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).....17
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA. 20
4.2.1 Impactos residuales.....28
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL. 29

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca; en este capítulo, corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del mismo, considerando los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del predio que está incluido dentro del Sistema Ambiental del proyecto (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **"Barrio del Mar"**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes

ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática.
	3. Actividades de desmonte e instalación de obras provisionales
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Hincado de pilotes y armado de estructura y obras del muelle de entrada, plataforma y muelle de lanchas.
	6. Construcción del área de servicios y estacionamiento
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación del muelle de entrada, restaurantes, bar, terrazas, área de mesas compartidas, área de servicios y muelle de lanchas.
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Afectaciones a la flora y a la fauna.
- Afectaciones a las coberturas del fondo marino y organismos bentónicos.
- Cambios en las condiciones ecológicas de la laguna.
- Cambios en la topografía.

Es evidente que algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Ecosistemas terrestres	
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Suelo
	Agua
Medio biótico	Flora terrestre
	Fauna terrestre
Ecosistemas acuáticos	
Medio abiótico	Fondo lagunar
	Hidrodinámica de la laguna
Medio biótico	Fauna acuática
	Flora acuática
	Procesos ecológicos
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO_2, NO_X, SO_2
	Microclima	Afectación en el microclima	Temperatura
	Contaminación	Auditiva	dB
Topografía	Modificaciones	Cambios en la superficie	Superficie de afectación
Suelo	Degradación	Compactación del suelo	Velocidad en cm/año
	Erosión	Pérdida de suelo	cm/año
Agua	Características de infiltración	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	Superficies impermeables
Flora terrestre	Abundancia	Pérdida de ejemplares	No. de ejemplares Superficie desmontada
Fauna terrestre	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares	No. de individuos en el sitio.
Fondo lagunar	Modificación	Batimetría del fondo lagunar	Topobatimetría
Hidrodinámica	Cambios en el transporte de sedimentos	Dispersión de sedimentos	Sólidos totales
Flora acuática	Abundancia	Disminución de cobertura de arenales con pastos y arenales con algas	Cobertura de pastos marinos y algas
	Creación de hábitats	Ejemplares que utilicen	Cobertura de pastos

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		los pilotes como hábitat	marinos y algas
Fauna acuática	Abundancia	Pérdida de individuos	No. de ejemplares
	Generación de hábitats	Ejemplares que utilicen los pilotes como hábitat	No. de ejemplares por especie y cobertura
Procesos ecológicos	Distribución, abundancia y sobrevivencia de organismos acuáticos.	Modificaciones en la distribución, abundancia y sobrevivencia de los organismos.	Monitoreo de los organismos acuáticos.
	Crecimiento, reproducción y reclutamiento del manglar.	Cambios en el crecimiento, reproducción y reclutamiento del manglar.	Monitoreo del manglar
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclan
	Residuos Peligrosos	Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
Transporte y flujo de tráfico	Flujo de tráfico	Aumento	No. de vehículos/hora
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación	No. de empleos
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
Ecosistemas terrestres		
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Ritz Carlton, Sandos Cancún, Sunrise Golden Parnassus, Hard Rock Hotel , entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulcán, comercios y hoteles, muelles

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		en la zona marina, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Topografía	La zona del proyecto tiene un talud de tierra conformado a niveles topográficos de 3.50 a 0.50 msnm. Es en la cota de 1.50 msnm donde comienza a observarse el manglar de borde por la transición del sustrato. El material de este talud de tierra parece piedra mal conformada que pareciera no tener un origen natural sino de terraplén conformado. En términos generales la topografía del sitio es irregular, siento topográficamente más elevado en las áreas donde se presenta la vegetación secundaria derivada de matorral costero y que colindan con el Boulevard Kukulcán y bajando de manera un poco abrupta a la zona de manglar. La vegetación se desarrolla sobre un sustrato predregoso de conformación irregular, con secciones visibles de escombro.
	Suelo	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.
	Agua	En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media pér capita por habitante de 6,740.0 m^3 de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 metros cúbicos por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua. De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidad geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, la cual encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.
Medio biótico	Flora Terrestre	El sistema ambiental se encuentra representado por 5 unidades ambientales, siendo la zona urbana la que mayor cobertura ocupa, seguida del manglar, la playa, la vegetación secundaria derivada de matorral costero y finalmente áreas sin vegetación. En el predio se determinó que únicamente se presentan dos tipos de vegetación: vegetación secundaria derivada de matorral costero (VS) y vegetación de manglar (VM). En la vegetación secundaria derivada de matorral costero se registró un total de 10 especies representantes de 9 familias. Dentro de esta composición no se registraron individuos enlistados en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El manglar de borde se ubica en el borde lagunar y presenta buen estado de conservación aparente, donde domina la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con individuos aislados de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), establecidos en el borde que no está permanentemente inundado. Entre la vegetación de manglar existe un claro sin vegetación en el que se observan solo ramas en la zona terrestre y en el cuerpo de agua posee un fondo arenoso con algas. El manglar de borde del predio se extiende fuera de sus límites hacia el sistema lagunar Nichupté. Las tres especies de manglar registradas están clasificadas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna terrestre	Durante los recorridos realizados en el área de estudio, se reportó la presencia física de 4 especies: 2 del grupo de las aves y 2 del grupo de los reptiles. Así mismo se observaron madrigueras de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*).
Ecosistemas acuáticos		
Medio abiótico	Fondo lagunar	El predio se ubica en la cuenca centro del Sistema Lagunar Nichupté, que es una zona somera de acuerdo a los valores de profundidad y batimetría reportados para el área, fluctuando de 0.30 a 1.90 m con 1.52 m de promedio.
	Hidrodinámica de la laguna	El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene interacción con el mar abierto a través de las bocas Cancún en el norte y Punta Nizuc en el sur, interactúa también con el agua subterránea a través de más de 20 manantiales de agua ubicados principalmente en el lado oeste del complejo lagunar.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		Esta es afectada por la acción del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas. El movimiento de sedimentos se da principalmente por la punta Cancún hacia los primeros bajos del sistema, por lo que la zona del predio no tiene relevancia en esta dinámica. La laguna padece la acción antropogénica directa de la zona hotelera y de la ciudad de Cancún a través de las descargas de aguas residuales vertidas directamente o por conducción subterránea y que aflora en el sistema lagunar en los manantiales. Afectan la calidad del agua el paso de las innumerables lanchas, el corte de manglar y la afluencia de sustancias químicas que deterioran al sistema lagunar.
Medio biótico	Flora acuática	El sistema lagunar Nichupté-Bojórquez se caracteriza por la presencia de vegetación acuática sumergida representada por pastos marinos y algunas algas. De los pastos la especie dominante es *Thalassia testudinum*. De acuerdo con la caracterización realizada, la cobertura de vegetación acuática dominante en los márgenes de la Laguna, corresponde a algas en las zonas más someras y en las poco más profundas se desarrollan pastos y áreas sin vegetación. Dentro de los sitios muestreados se reconoció la presencia de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (pastos marinos). Las algas se reportaron únicamente en el borde colindante al predio del proyecto, las especies reportadas pertenecen al grupo de las Chlorophytas (algas verdes).
	Fauna acuática	Dentro de la fauna acuática presente en el Sistema Lagunar Nichupté se tiene registrados organismos nectónicos y bentónicos que dependen de la vegetación. La fauna acuática observada en el área de estudio en la cual pretende desarrollarse el proyecto, es escasa, encontrándose principalmente peces en las áreas cercanas a los muelles establecidos en las colindancias del predio del proyecto. Entre los individuos observados se tiene a *Lucania parva* (Sardinilla), mismo que se registró en el sitio 13 de los puntos de muestreo. Ahora bien, fuera de los sitios de muestreo pero cercano al punto 15, se registró la presencia de una especie de medusa: *Cassiopeia xamachana*, esta es una especie de medusa tropical de la clase de los escifozoos que vive en manglares y lagunas litorales de escasa profundidad.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	Procesos ecológicos	La mayor riqueza de especies de flora y fauna se encuentran en el SLN como sistema acuático, aun cuando varias de ellas son indicadoras de eutrofización (Por ejemplo *Cassiopeia xamachana*). En la zona hotelera son muy pocos los hoteles que mantienen áreas verdes naturales dentro de su estructura, y solo hay algunos parches aislados en predios como las ruinas de San Miguelito, entre otras. En la vegetación la dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna.
Medio socioeconómico	Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 Kg/persona/día.
	Transporte y flujo del tráfico	El flujo del tráfico de la zona hotelera de Cancún, es principalmente por el Boulevard Kukulcán ya que es la única vialidad de entrada y salida de la zona hotelera. Mientras que en la zona marina, el flujo de embarcaciones es constante.
	Salud humana	La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso del equipo de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.
	Economía	La Ciudad de Cancún no es un puerto, pero en ella se realizan actividades marítimo-portuarias en diferentes puntos de su litoral costero y lagunar.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		En el sistema ambiental se registran un poco más de 20 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones. Asimismo, se registraron varios restaurantes.
	Paisaje	En general es un SA fragmentado, siendo la vialidad principal que es el Blvd. Kukulcán, y al Este del cual se desarrolló la zona hotelera de Cancún porque colinda con la playa y el Mar Caribe. El oeste del Blvd. colinda con el Sistema Lagunar Nichupté donde también hay asentada infraestructura de servicios de diversa índole. El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convergen tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; el SLN y zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre. El escenario del predio del proyecto, es muy visible para los espectadores, ya que la vegetación que se desarrolla en éste es de baja altura y está rodeado por un extremo la vialidad principal de acceso Blvd. Kukulcán, y por el otro lado los que transitan por la laguna. Cuando el proyecto se encuentre en operación, este podrá ser apreciado desde varios puntos del sistema ambiental.

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Ecosistemas terrestres	
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y producción de GEI
	Afectación al microclima
	Contaminación auditiva
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Cambios en las características del suelo por las actividades de compactación.
	Pérdida de suelo
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y

Factor	Impacto Ambiental
	escorrentía superficial.
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.
	Creación de hábitats para la fauna.
Ecosistemas acuáticos	
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.
	Creación de hábitats para la flora acuática
Fauna marina	Pérdida de organismos acuáticos
	Creación de hábitats para la fauna acuática
Procesos ecológicos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia.
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar
Medio socioeconómico	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME)
	Generación de Residuos Peligrosos (RP)
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos
Paisaje	Modificación del paisaje

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia,

acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = **I** – **I**min / Imax – **I**min Expresión V.2

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:
I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en

Atributos	Escala		
	1	2	3
	ocurriendo en el presente.		el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto dura menos de 1 mes.	**Mediano:** el efecto dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es

decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 50 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 40 son adversas y 10 son benéficas.

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

	ETAPA DE PREPARACIÓN			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE OPERACIÓN		TOTAL
FACTOR/ ACTIVIDAD	Presencia de personal	Actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática	Actividades de desmonte e instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Hincado de pilotes y construcción de obras en la laguna	Construcción de área de servicios y estacionamiento	Operación de las obras del proyecto	Actividades de mantenimiento	
Ecosistemas terrestres									
Aire			A		A	A	A	A	5
Topografía			A			A			2
Suelo						A			1
Agua						A			1
Flora terrestre		B	A			A			3
Fauna terrestre		B	A			A	B		4
Ecosistemas acuáticos									
Fondo lagunar					A			A	2
Hidrodinámica de la laguna					A			A	2
Flora acuática					A		B	A	3
Fauna acuática		B			A		B	A	4
Procesos ecológicos					A	A			2
Medio socioeconómico									
Residuos	A		A	A	A	A	A	A	7
Transporte y flujo de tráfico	A			A			A		3
Salud humana	A			A				A	3
Economía	B			B			B	B	4
Paisaje			A		A	A		A	4

FACTOR/ ACTIVIDAD	ETAPA DE PREPARACIÓN			ETAPA DE CONSTRUCCIÓN			ETAPA DE OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática	Actividades de desmonte e instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Hincado de pilotes y construcción de obras en la laguna	Construcción de área de servicios y estacionamiento	Operación de las obras del proyecto	Actividades de mantenimiento	
TOTAL	4	3	6	4	8	9	7	9	50

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

ecopladesa s.c.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			O
	Negativo / Positivo / Actividades / Impacto	Presencia de personal	Actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática	Actividades de desmonte e instalación de obras provisionales.	Presencia de personal	Hincado de pilotes y construcción de obras en la laguna	Construcción de área de servicios y estacionamiento	Operación de las
Ecosistemas terrestres								
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y producción de GEI							
	Afectación al microclima							
	Contaminación auditiva							
Topografía	Alteración de las formas del terreno							
Suelo	Cambios en las características del suelo por compactación							
	Pérdida de suelo							
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial							
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.							
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.							
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.							
	Creación de hábitats para la fauna.							
Ecosistemas acuáticos								
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar							
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos							
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.							
	Creación de hábitats para la flora acuática							
Fauna acuática	Pérdida de organismos acuáticos							
	Creación de hábitats para la fauna acuática							
Procesos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia							
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar							

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 62 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 52 son adversos y 10 benéficos. A continuación se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto "Barrio del Mar" se trata de un desarrollo turístico comercial que se desplantará en la zona federal marítimo terrestre concesionada a la promovente y en la parte acuática colindante del Sistema Lagunar Nichupté. En la zona concesionada se desplantará el área de servicios con su estacionamiento y un muelle de entrada. En la laguna se instalará parte del muelle de entrada y una plataforma hincada sobre pilotes donde se colocarán las obras (dos restaurantes, un bar, terrazas y mesas compartidas), y un muelle para lanchas de pequeño calado.

El proyecto se desplantará en una superficie de 394.12 m^2 de la zona federal marítimo terrestre y 1,817.03 m^2 del sistema lagunar, sumando una superficie total de 2,211.15 m^2, de la cual solamente se aprovechará 412.84 m^2.

Para el desplante del área de servicios, estacionamiento y el muelle de entrada se aprovechará una superficie de 394.12 m^2 de los cuales, será necesario el desmonte de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero. Al mismo tiempo que se ocuparan 13.15 m^2 de un área sin vegetación y 7.32 m^2 de área sin vegetación aparente en el área concesionada.

En la laguna, fuera del área concesionada, los pilotes ocuparán 18.72 m^2, de los cuales 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con algas y 9.13 m^2 en arenales con pasto marino. De ahí que la superficie de aprovechamiento total es de 412.84 m^2.

<u>Impactos durante la etapa de preparación del sitio.</u>

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 12 impactos negativos y 4 positivos, los cuales derivan principalmente por las actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática, actividades de desmonte e instalación de obras provisionales, y por la presencia de personal.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con la reducción de la cubierta vegetal y desplazamiento de fauna, que conllevan afectaciones sobre los ejemplares de fauna, provocando su desplazamiento, sin embargo, se consideran acciones de rescate de manera previa al inicio de las actividades.

Se realizará el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, los cuales posteriormente serán incorporados en las jardineras. También se llevarán a cabo las actividades de ahuyentamiento de fauna y reubicación de la fauna de lento desplazamiento que se detecte.

En la laguna, se realizará la delimitación del área de trabajo y se podría afectar a la fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, moluscos, y esponjas, sin embargo, de manera previa a realizar las actividades serán rescatados y reubicados en sitios adyacentes a la zona de trabajo con características similares.

Las actividades de desmonte provocarán la pérdida de suelo, cambios en la topografía del terreno, cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial del área que sea ocupada.

Otros impactos adversos pero de carácter temporal, son los derivados de las actividades de trazo, marcaje, instalación de obras provisionales, así como los causados por la presencia de los trabajadores. Para estas actividades se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, así como la generación de residuos peligrosos como aceites quemados y estopas impregnadas de hidrocarburos. De la misma forma la presencia de empleados implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 26 interacciones de impactos negativos y 1 impacto positivo. Con relación a los impactos negativos que se identificaron en la etapa de preparación de sitio, en esta son mayores. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con la construcción del área de servicios y por el hincado de los pilotes y en sí la construcción del muelle de entrada, plataforma y muelle de lanchas. En primera instancia se iniciará con las actividades de nivelación del área de servicios y cimentación, de tal manera que quede un piso para disponer los materiales y se colocará un sardinel con tabique con malla electrosoldada con cubierta plática en el perímetro que colinda con la laguna para evitar que los materiales y residuos se dispersen hacia la laguna.

La construcción de las obras en la zona concesionada provocará la compactación del suelo y tendrán un efecto sobre los patrones de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje. Para la cimentación del edificio y una parte del muelle de entrada, se utilizarán pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo de agua.

El flujo superficial se verá modificado en el área que sea ocupada por el área de servicios, sin embargo, se contempla que el estacionamiento tenga pendientes que permitan que el agua se conduzca hacia la vialidad existente.

Las actividades de hincado de pilotes modificarán la batimetría del área donde sean hincados, la cual es mínima. Durante el hincado se prevé la dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades bentónicas presentes en la zona de influencia del proyecto, sin embargo,

se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta que los sedimentos se asienten en el fondo.

Las actividades de construcción de las obras implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos, que conllevan alteraciones en la calidad del agua y del suelo, sin embargo, estos tendrán un manejo adecuado y únicamente se realizará su manejo en la zona federal concesionada.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la colonización de nuevos hábitats para la fauna, ya que se proveerán nuevos sitios para refugio, alimentación y reproducción en la zona terrestre como en la zona acuática. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 19 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 14 son negativos y 5 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con las afectaciones derivadas de las actividades de mantenimiento de las obras, y en sí por su operación.

Durante la operación del proyecto se prevé la generación de residuos sólidos y de manejo especial principalmente por las actividades de preparación de alimentos y bebidas, los cuales serán separados de acuerdo con su tipo y trasladados al cuarto de basura, para su posterior entrega al servicio de limpia y/o empresas encargadas de su reciclaje. Estas actividades suponen impactos como el de generación de mayores volúmenes, y la separación inadecuada de los residuos, lo cual afectará el sitio de disposición final de residuos, sin embargo, se contempla adoptar buenas prácticas de separación y reducción para evitar que lleguen volúmenes mayores al relleno sanitario. No se dispondrán en el sistema lagunar.

También se prevé generar residuos peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento de las instalaciones del área de servicios, los cuales se dispondrán de manera adecuada y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

Durante esta etapa se podría afectar el fondo marino durante las actividades de mantenimiento, ya que se remplazarán aquellas partes de madera que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse, lo cual podría generar la dispersión de sedimentos, afectaciones a la flora y fauna acuática.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la creación de hábitats para la fauna terrestre y la generación de nuevos hábitat para la flora y fauna acuática que colonizarán los pilotes.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	R
Ecosistemas terrestres										
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	1	1	1	3	1	3	1	
	Afectación al microclima	N	1	3	1	3	3	1	3	
	Contaminación auditiva	N	3	1	1	3	1	3	1	
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	3	3	1	3	3	1	3	
Suelo	Cambios en las características del suelo por compactación	N	3	3	1	3	3	1	3	
	Pérdida de suelo	N	3	3	1	3	3	1	3	
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N	3	3	1	3	3	1	3	
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.	N	3	3	3	2	3	1	3	
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.	N	3	1	1	2	2	1	1	
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.	N	3	3	3	3	2	1	1	
	Creación de hábitats para la fauna.	P	3	3	3	3	3	1	3	
Ecosistemas acuáticos										
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar	N	3	3	1	3	3	1	3	
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos	N	3	1	3	3	1	3	1	
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.	N	3	3	3	3	3	1	3	
	Creación de hábitats para la flora acuática	N	3	3	3	3	3	1	3	
Fauna acuática	Cambios en abundancia de organismos acuáticos	N	3	1	1	3	3	1	1	
	Creación de hábitats para la fauna acuática	N	3	3	3	3	3	1	3	
Procesos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia	N	3	3	3	3	3	1	1	
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y	N	1	3	3	3	3	1	1	

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto Significativo (S) No significativo (NS) Despreciable (D)	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Ecosistemas terrestres				
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	0.25	D
	Afectación al microclima	N	0.62	NS
	Contaminación auditiva	N	0.37	NS
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	0.62	NS
Suelo	Cambios en las características del suelo por compactación	N	0.75	S
	Pérdida de suelo	N	0.75	S
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N	0.75	S
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.	N	0.68	S
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.	N	0.25	D
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.	N	0.56	NS
	Creación de hábitats para la fauna.	P	0.75	S
Ecosistemas acuáticos				
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar	N	0.75	S
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos	N	0.50	NS
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.	N	0.87	S
	Creación de hábitats para la flora acuática	P	0.75	S
Fauna acuática	Cambios en abundancia de organismos acuáticos	N	0.50	NS
	Creación de hábitats para la fauna acuática	P	0.75	S
Procesos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia	N	0.62	NS
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar	N	0.50	NS
Medio socioeconómico				
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	0.75	S
	Generación de Residuos Peligrosos	N	0.50	NS
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	N	0.62	NS
Salud humana	Exposición de personas a riesgos de salud	N	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	0.75	S
Paisaje	Modificación del paisaje	N	0.75	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 16 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 25 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Barrio del Mar".

De los 25 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 21 son negativos y 4 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 20 impactos se calificaron como directos y 5 como indirectos, es decir, que el 80.00 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 20.00 % tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos se derivan de las actividades de construcción de las obras del proyecto, que están relacionados en la porción terrestre con alteraciones en las formas del terreno, de los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía, así como la pérdida de individuos de flora terrestre, cambios en la abundancia de la fauna, afectación de especies de fauna baja protección e importancia ecológica, así como la creación de hábitats para la fauna. Los impactos directos en la zona acuática están vinculados a cambios en la batimetría del fondo lagunar, cambios en la calidad del agua por la dispersión de sedimentos, disminución de las coberturas de flora acuática, cambios en la abundancia de organismos acuáticos, afectaciones en los procesos ecológicos y la generación de hábitats de flora y fauna en la laguna. De la misma forma, los impactos de generación de residuos, aumento del flujo vehicular, generación de empleos y modificación del paisaje son directos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con los cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera, la afectación al microclima, los cambios en el crecimiento y procesos de reproducción del manglar, así como la exposición de personas a riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 19 (76.00 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con la afectación al microclima, la alteración de las formas de terreno y de los índices de infiltración del agua, la pérdida de individuos de flora terrestre, los cambios en la abundancia de la fauna y especies bajo protección. También se suman a los impactos los cambios en la batimetría del fondo lagunar, la disminución de coberturas de vegetación acuática, los cambios en la abundancia de fauna acuática, los cambios en los patrones de distribución de organismos, abundancia y sobrevivencia, entre otros. El resto de los impactos (6) se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y ruido, cambios en la calidad del agua de mar por dispersión de sedimentos,

cambios en abundancia de organismos acuáticos, y la exposición a personas a riesgos de salud.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 9 (36.00 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con la pérdida de individuos y disminución de cobertura de flora, la creación de hábitats para la fauna, los cambios en la calidad de agua por la dispersión de sedimentos, la disminución de coberturas de vegetación acuática, la creación de hábitats para la flora y fauna acuática, las afectaciones en los procesos ecológicos, entre otros. Los que se clasificaron como no sinérgicos están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en las características del suelo, de la infiltración de agua, los cambios en la abundancia de fauna, en la batimetría del fondo lagunar, en la abundancia de organismos acuáticos, la generación de residuos, el aumento del flujo vehicular, la exposición a personas a riesgos de salud, generación de empleos y modificación al paisaje.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 92.0 % (23) de los impactos tendrán un efecto de largo plazo; y dos de los impactos tendrán un efecto a mediano plazo y están relacionados con la pérdida de individuos y disminución de cobertura de flora y con los cambios en la abundancia de fauna.

En cuanto a la periodicidad, el 76.0 % (19) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con las alteraciones de las formas del terreno, los cambios en los índices de infiltración de agua, los cambios del suelo, las afectaciones a la flora y fauna terrestre, las afectaciones a la flora y fauna acuática, la modificación de la batimetría del fondo lagunar, la creación de hábitats, la exposición a personas a riesgos de salud, entre otros. Solo 6 (24.0 %) de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la calidad de agua por la dispersión de sedimentos en las actividades de mantenimiento, la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, el aumento del flujo vehicular y la generación de empleos.

Para el caso de la permanencia, 8 impactos son temporales y 17 son permanentes. Los impactos temporales están relacionados con las emisiones de gases, los cambios en la abundancia de fauna, los cambios en la calidad del agua por dispersión de sedimentos, las modificaciones de la abundancia de organismos acuáticos y las afectaciones en los procesos ecológicos.

- Reversibilidad del impacto

El 72.0 % (18) de los impactos se consideran como irreversibles y el 28.00 % como reversibles a corto y mediano plazo. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con la afectación al microclima, la alteración de la topografía, los cambios en los índices de infiltración de agua, los cambios del suelo, las afectaciones a

la flora, los cambios en la batimetría del fondo lagunar, la disminución de coberturas de flora acuática, los cambios en los procesos ecológicos, la generación de residuos, la modificación del paisaje, entre otros.

- Recuperabilidad.

El 64.00 % (16) de los impactos se consideraron como recuperables y el otro 36.00 % como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con las modificaciones a la topografía, al suelo, al agua, en la batimetría del fondo lagunar, la disminución de coberturas de vegetación acuática, la generación de hábitats y la modificación del paisaje. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 21; 8 fueron significativos, 10 fueron no significativos y 3 despreciables.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Cambios en las características del suelo por compactación
- Pérdida de suelo
- Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial
- Pérdida de individuos y disminución de cobertura de flora.
- Cambios en la batimetría del fondo lagunar
- Disminución de las coberturas de vegetación acuática.
- Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.
- Modificación del paisaje.

Los no significativos corresponden a:

- Afectación al microclima
- Contaminación auditiva
- Alteración de las formas del terreno
- Afectación a especies de fauna bajo protección y con importancia ecológica.
- Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos
- Cambios en la abundancia de organismos de fauna acuática.
- Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia
- Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar
- Generación de Residuos Peligrosos
- Aumento del flujo vehicular

Los impactos negativos despreciables fueron:

- Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
- Cambios en la abundancia de fauna terrestre.
- Exposición a personas a riesgos de salud

En el caso de los impactos positivos, que en total fueron 4 que se calificaron como significativos.

- Creación de hábitats para la fauna.
- Creación de hábitats para la flora acuática
- Creación de hábitats para la fauna acuática.
- Generación de empleos.

4.2.1 Impactos residuales.

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Aire	Afectación al microclima		*
Topografía	Alteración de las formas del terreno		*
Suelo	Cambios en las características del suelo por compactación		*
	Pérdida de suelo	*	
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial		*
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar		*
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.		*
Paisaje	Modificación del paisaje.		*

De los ocho impactos residuales identificados en el cuadro anterior, siete son residuales por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación. Los impactos residuales representan el 87.50 % de los impactos, mientras que los impactos recuperables representan el 12.50 % de los impactos potenciales evaluados.

En cuanto a los impactos sobre el aire, la remoción de la vegetación tiene un impacto sobre la proporción de calor en el suelo, sobre la absorción y la evaporación de agua, generando alteraciones en el microclima, lo cual no será recuperable, dado que esa área será ocupada por el área de servicios y estacionamiento.

En cuanto a los impactos sobre la topografía, el suelo y el agua, se consideraron como residuales y sin posibilidad de medidas de mitigación a excepción de la pérdida de suelo, dado que se modificarán con las actividades de nivelación durante la construcción del área de servicios y estacionamiento, cambiando los índices de absorción, escurrimiento superficial y pautas de drenaje. El impacto en el área que ocupará será permanente e impide que el predio tenga un uso natural sin la aplicación de medidas de restauración. Sin embargo, cabe señalar que en el predio ya se había modificado la topografía, el suelo y la infiltración de agua, ya que se removió su vegetación original desde que fue construido el Blvd. Kukulkán.

Con respecto al impacto sobre la pérdida de suelo, se consideró como recuperable, ya que se considera rescatar el escaso suelo que haya en el área de desplante del área de servicios.

En cuanto a los impactos en la laguna, se consideró como residual el impacto sobre la batimetría del fondo lagunar, ya que esta será modificada en los sitios donde sean hincados los pilotes. Este impacto será permanente y no se consideran medidas de mitigación.

Con respecto a la disminución de coberturas del fondo lagunar en los sitios donde sean hincados los pilotes, este impacto se considera como irrecuperable, sin embargo, solo se afectará una superficie de 18.72 m^2 y se prevé que los pilotes sean colonizados por algas y otros organismos.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

Ecosistemas terrestres

- Aire

Para esta factor se consideraron 3 impactos, dos de los impactos considerados para este factor se calificaron como despreciables y están relacionados con la emisión de contaminantes, partículas de polvo y gases de efecto invernadero y por la generación de ruido. El otro impacto se calificó como no significativo y está vinculado a la modificación del microclima.

Los cambios en el uso del suelo, y principalmente la deforestación, generaron en los últimos 20 años entre el 10 y el 30% de las emisiones antropogénicas mundiales de bióxido de carbono (CO_2). La emisión de bióxido de carbono (CO_2) derivada del consumo

de combustibles fósiles es responsable de la mayor parte del incremento de la concentración atmosférica de ese gas. De los gases de efecto invernadero (GEI), el CO_2 es considerado el más importante, ya que se caracteriza por una elevada persistencia en la atmósfera, que varía entre los 5 y 200 años. En el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO_2 equivalente.

Durante la preparación del sitio se emitirá CO_2 derivado del desmonte de la vegetación. La eliminación de la cubierta vegetal altera el balance del flujo de carbono, ya que con ella se reduce la cantidad de carbono que puede ser fijado por las plantas y se genera la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca la emisión de CO_2. Es importante señalar que el grado de emisión de CO_2 a la atmósfera por el desmonte, se basa en el aporte de la biomasa aérea por la descomposición de los tallos de la vegetación, de tal forma que una vegetación en buen estado de conservación con tallos con gran desarrollo secundario del cambium aporta mucho más que si se trata de una vegetación con tallos delgados y de especies que no presentan un crecimiento secundario del tallo (crecimiento secundario del cambium). De ahí que el desmonte de una vegetación pionera de tipo secundario aporta mucho menos CO_2 que una selva primaria; el aporte en CO_2 de una selva baja es menor que el de una selva mediana en cuanto a la biomasa aérea, etc. (Masera *et al*., 2001).

En la zona concesionada del proyecto, la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán. En la vegetación se registraron los tres estratos, para los ejemplares arbóreos se registraron diámetros de 2 a 6.5 cm de diámetro, además de que su densidad es muy baja, lo cual deja en evidencia que se trata de vegetación joven y poco desarrollada, reforzando su clasificación de carácter secundario. De acuerdo con lo anterior se espera que la biomasa aérea por la descomposición de los tallos sea baja. Además considerando que el proyecto desmontará solo 373.65 m^2 de este tipo de vegetación, se reduce el aporte de CO_2.

Por otra parte, una superficie de 256.57 m^2, que representa el 39.43% del área concesionada, se destinará para áreas de conservación que seguirán absorbiendo el CO_2, mitigando parte de la emisión que se generará por el desmonte.

Adicionalmente, se consideran acciones de reforestación del área terrestre junto a la vegetación secundaria y de manglar de borde (206.36 m^2), que se mantendrá en el área de conservación (40.08 m^2), en la sección de terreno que colindará con las obras del área de servicios empleando ejemplares de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), lo que incrementará la cobertura de manglar y la absorción de CO_2. Asimismo, se propuso como medida de compensación de reforestación con manglar en un sitio del ANP Manglares de Nichupté, lo cual también ayudará a mitigar el impacto generado por la emisión de este gas.

El desmonte trae consigo también la modificación del microclima, esto es debido a que durante la preparación del sitio se retira la cubierta vegetal requerida para las obras, la

carencia de vegetación altera la humedad y la temperatura del sitio, no obstante, este se verá mitigado con la conservación de la mayor parte de la vegetación natural y con las acciones de reforestación que se llevarán a cabo.

De acuerdo con los datos del Inventario Nacional de Emisiones de México de la SEMARNAT, en el 2008 en el Estado de Quintana Roo se emitieron 135,070.64 Ton de CO, 47 291.63 Ton de NO_x y 2 752.42 Ton de SO_2, entre otras partículas, que representó el 2.03 % de las emisiones totales.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se espera la emisión de contaminantes durante la operación de maquinaria en las actividades de desmonte de vegetación, la operación de la motobomba y motosierras. Cabe señalar que la madera ya se llevará cortada al sitio, sin embargo, en caso de requerir realizar cortes de la madera, se llevarán a cabo en la plataforma de desplante del área de servicios. Este impacto se calificó también como no significativo, ya que tiene un efecto temporal y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo.

Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos durante el uso de las máquinas para la construcción del proyecto, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. También se generará un gas de efecto invernadero como es el CO_2 durante el uso de las máquinas, sin embargo solo se utilizará en las actividades de construcción del proyecto.

Por otra parte, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal y el que se genere por el incremento del tránsito vehicular, etc. El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente y se calificó como no significativo, ya que será temporal y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto.

Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones para que se respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas.

Durante la operación del proyecto, se prevé generar emisiones de gases de efecto invernadero durante el consumo de gas LP para preparar alimentos, sin embargo, se considera que las emisiones serán mínimas. También se producirá ruido por parte de los comensales que utilizarán los restaurantes, el bar, las terrazas y las mesas compartidas, el cual se sumará al existente en la zona producido por los negocios, hoteles y por el tránsito de vehículos.

De manera global se tiene que hay actividades y equipos que generarán emisiones a la atmósfera sea de gases o ruido que se han calificado como mínimos, y que en conjunto no representarán una afectación significativa, ya que se implementarán las medidas para que su condición de operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable.

- Topografía

Para este factor se registró un impacto negativo que se calificó como significativo y está relacionado con las alteraciones a las formas del terreno.

Las actividades de construcción de las obras en el área concesionada causarán cambios en la topografía, ya que se pretende realizar su excavación. Este impacto será permanente e irreversible, sin embargo, cabe señalar que la topografía original fue modificada previamente, ya que la vegetación existente se desarrolló sobre material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán, por lo que este impacto queda reducido. Solo se contempla ocupar una superficie de 394.12 m^2, que representa el 60.57 % del área concesionada y el 0.001 % del sistema ambiental. La superficie que no sea ocupada, que corresponde al 256.57 m^2, (39.43 %) se mantendrá con su vegetación natural, por lo que no se afectará una superficie mayor a la señalada.

- Suelo

Para este factor se identificaron dos impactos que se calificaron como negativos significativos, que están relacionados con la pérdida de suelo y la degradación del suelo por compactación.

Durante las actividades de desmonte, se removerá la vegetación y el suelo del área de desplante, sin embargo, se prevé que el suelo sea escaso, dado que la vegetación original fue removida. En las áreas que así lo permitan, ya que mucho del sustrato es rocoso y hay poco tierra fértil, se realizará la recuperación de la tierra vegetal. El suelo que sea recuperado será empleado en las actividades de ajardinado y reforestación.

De acuerdo con lo anterior, el impacto sobre la pérdida del suelo queda reducido, ya que se perdió una parte desde que fue removida la vegetación original con la construcción del Blvd. Kukulkán.

Las actividades de construcción de las obras causarán la modificación de las características del suelo por compactación en el área que ocupe, este impacto se calificó como permanente e irreversible, sin embargo, solo se realizará esta actividad en el área que sea utilizada por el área de servicios y muelle de entrada, que corresponde a 394.12 m^2.

- Agua

Se determinó un impacto negativo relacionado con la modificación de las corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje, el cual se calificó como significativo.

En relación con la modificación de las corrientes naturales, patrones de absorción y pautas de drenaje, son impactos que serán ocasionados al llevar a cabo las actividades de nivelación y construcción de las obras en la zona concesionada. Este impacto se

calificó como significativo, sin embargó se reduce debido a que las obras en la zona concesionada solo ocuparán una superficie de 394.12 m^2, que representa el 60.57 % del área, y el 0.001 % del sistema ambiental del proyecto, lo que es mínimo.

Además cabe señalar que estos índices fueron modificados desde que se realizaron las actividades de remoción de vegetación y relleno en la zona concesionada de interés durante la construcción del Blvd. Kukulkán, por lo que se ocupará un sitio previamente impactado donde ya se alteraron sus características originales. Asimismo, está reportado para el Sistema Lagunar que el agua de lluvia no se acumula y se filtra inmediatamente, desconociéndose la estructura del flujo subterráneo de agua. No hay descargas de agua dulce por ríos, todos los flujos al sistema son por filtraciones subterráneas y por lluvia directa sobre su superficie.

En el proyecto solo el edificio de servicios (con sus sanitarios, oficina, cisterna, cuarto de máquinas y cuarto de basura) requiere cimentación, por lo que se realizará utilizando pilotes, quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación se realizará la excavación del terreno sin llegar al nivel de la laguna y se colocarán los pilotes de acuerdo con el estudio de mecánica de suelos que se realice, garantizando con ello la seguridad de las instalaciones y que se mantenga el flujo de agua natural de la laguna. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo de agua.

El flujo superficial se verá modificado en el área que sea ocupada por el área de servicios, sin embargo, se contempla que el estacionamiento tenga pendientes que permitan que el agua se conduzca hacia la vialidad existente.

- Flora terrestre

Para este factor se determinó un impacto relativo a la pérdida de individuos y la disminución de cobertura, el cual se calificó como significativo.

El área del sistema ambiental definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse medio, con base en la descripción de sus condiciones ambientales. La vegetación terrestre solamente conserva los elementos naturales de manglar de borde, fragmentos pequeños aislados de vegetación secundaria de matorral costero o selva mediana (según nuestra fotointerpretación o según la clasificación del POEL) en la parte Oeste del Boulevard Kukulcán. El ecosistema de duna costera ha desaparecido casi en su totalidad tras la conformación del destino turístico de Cancún, sobre el cual se asentaron la totalidad de los hoteles que existen en la actualidad. Esto modificó la zona costera originando igual procesos de erosión intensa y recuperación de playas que son las que se observan actualmente, las cuales son utilizadas para actividades recreativas de diferente índole por los turistas que arriban a la zona.

En general es un sistema ambiental fragmentado. La zona donde se ubica el predio está totalmente urbanizada, ubicándose en su parte Este, el Blvd. Kukulcán que es una vialidad de alto nivel de tránsito, ya que es la única vialidad de entrada y salida de la zona hotelera. Adicionalmente, a 100 m del predio, esta vialidad entronca con otra secundaria

que lleva hacia una playa pública llamada Ballenas, lo que aumenta el nivel de perturbación cerca de este. La parte acuática del Sistema Lagunar Nichupté, es una zona de tránsito de embarcaciones en el canal de navegación.

En el caso particular de la zona concesionada y con el análisis a detalle de sus condiciones ambientales, la zona terrestre presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán. En la zona concesionada de interés también se desarrolla manglar de borde, que presenta buenas condiciones fisonómicas.

La superficie de concesión de ZOFEMAT otorgada a la promovente cuenta con una superficie total de 650.69 m^2, distribuida en 413.73 m^2 de vegetación secundaria de matorral costero, 206.36 m^2 de manglar de borde, 23.28 m^2 de un claro sin vegetación entre dos segmentos de manglar y un área de 7.32 m^2 de un área sin vegetación aparente.

El proyecto se desplantará en vegetación de matorral costero, en el claro sin vegetación, y en la zona acuática del sistema lagunar Nichupté. En la vegetación secundaria derivada de matorral costero, se registraron un total de 10 especies representantes de 9 familias distribuidas en los tres estratos. En el estrato arbóreo se registraron individuos de 2 a 6.5 cm de diámetro, en baja densidad, lo cual deja en evidencia que se trata de vegetación joven y poco desarrollada, reforzando su clasificación de carácter secundario.

Para la construcción del proyecto se pretende remover una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de matorral costero, la cual representa el 57.42% del área concesionada y el 0.0012 % del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo. Además que se trata de vegetación secundaria que ya fue previamente impactada y que no provee servicios ambientales importantes, ya en su estructura predomina la especie exótica *Terminalia catappa*, que si bien no es invasora, los individuos arbóreos crean un microambiente bajo de ellos que no permite el establecimiento de varias especies nativas, por la sombra y por la gran cantidad de materia orgánica que genera en la caída de sus hojas y frutos.

El impacto relativo a la pérdida de ejemplares se calificó como significativo, dado que se perderán algunos ejemplares propios de vegetación de matorral costero, sin embargo, de manera previa a las actividades del proyecto se realizará el rescate de los ejemplares de flora que sean susceptibles de ello, los cuales posteriormente serán incorporados a las áreas de reforestación y ajardinadas del proyecto. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Flora anexo a la presente MIA-P.

Con las actividades de desmonte se reducirá la cobertura de este tipo de vegetación, sin embargo, se consideran acciones de reforestación del área terrestre junto a la vegetación secundaria (40.08 m^2) y de manglar de borde (206.36 m^2) que se mantendrá en el área de conservación, en la sección de terreno que colindará con las obras del área de

servicios empleando ejemplares de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), para incrementar la cobertura de manglar en las zonas que no están inundadas permanentemente, y de esta manera se incrementarán los servicios ambientales que prestan. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Reforestación y Ajardinado anexo a la presente MIA-P.

Lo anterior incrementará la cobertura de manglar y la absorción de CO2.

Por otra parte, el manglar de borde con el que colinda el proyecto, y entre el cual pasará el muelle de entrada, se preservará como comunidad vegetal, ya que para las obras no se aprovechará ninguna superficie de su conformación.

El humedal con manglar de borde, se encuentra a distancias entre 0.15 m, 1.0 m y 81.00 m de las obras que se proponen, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar que los residuos y materiales se dispersen hacia esta zona mediante la colocación de un sardinel con tabique y malla electrosoldada con cubierta plástica en el perímetro que colinda con la laguna. Las obras que se desplantan en el claro sin vegetación en el área concesionada, quedarán sobre el área sin vegetación, en un área que carece de vegetación de manglar, y cuya altura de las ramas de dosel de este comunidad, permitirá el trazo del muelle de entrada, sin que represente una obstrucción al desarrollo superior del follaje del mangle rojo, blanco y botoncillo que pudiera desarrollarse en el borde colindante con las obras.

Las actividades y obras propuestas para el proyecto “Barrio del Mar” no conllevan alguna afectación del humedal, toda vez que no alterará la continuidad, contigüidad y funcionalidad ecosistémica e hídrica del mismo, ya que se conservarán los flujos naturales, su productividad, integridad y servicios ecológicos.

Se mantendrá el aporte actual de agua superficial desde la parte terrestre hacia el manglar de borde proviene de la lluvia que se logre infiltrar al suelo y los escurrimientos que se canalizan directamente desde el Blvd. Kukulcán. Cabe señalar que el desplante de las obras en la parte terrestre tampoco interferirá con el flujo de agua superficial y subterráneo hacia el manglar de borde, debido a que serán construcciones piloteadas, se mantendrá una superficie con conservación que será reforestada. Asimismo, está reportado para el Sistema Lagunar que el agua de lluvia no se acumula y se filtra inmediatamente, desconociéndose la estructura del flujo subterráneo de agua. No hay descargas de agua dulce por ríos, todos los flujos al sistema son por filtraciones subterráneas y por lluvia directa sobre su superficie.

Debido a que las obras se encuentran a una distancia menor a los 100 m establecidos en los puntos 4.14 y 4.16 de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, se está proponiendo como medida de compensación la reforestación con manglar de 1,000.0 m^2 de un sitio dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté previa asignación de esta por parte de la CONANP con la cual se coordinará el promovente. Una vez que la CONANP indique la ubicación del área donde se contribuirá con la reforestación, los métodos y otros parámetros de dicha actividad, se informará a la Delegación Federal de la SEMARNAT, para dar seguimiento a esta medida de

compensación.

Por otra parte, se conservará el 39.43 % (que incluye vegetación de manglar, vegetación secundaria de matorral costero) como áreas de conservación, que continuarán proveyendo sus servicios ambientales, heterogeneidad de hábitats y podrán ser utilizadas por la fauna. Se mantendrá la conectividad biológica con la vegetación del predio colindante ubicado al sur.

Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto lograrán una continuidad con la vegetación aledaña y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locales de la flora y fauna.

- Fauna terrestre

Para este factor se determinó un impacto negativo despreciable, un adverso no significativo y uno positivo significativo. Los impactos adversos están relacionados con cambios en la abundancia de ejemplares y la afectación de especies bajo protección o de importancia ecológica. El impacto positivo está vinculado a la creación de nuevos hábitats.

El área del sistema ambiental definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse medio, con base en la descripción de sus condiciones ambientales. La vegetación terrestre solamente conserva los elementos naturales de manglar de borde, fragmentos pequeños aislados de vegetación secundaria de matorral costero o selva mediana (según nuestra fotointerpretación o según la clasificación del POEL) en la parte Oeste del Boulevard Kukulcán. El ecosistema de duna costera ha desaparecido casi en su totalidad tras la conformación del destino turístico de Cancún, sobre el cual se asentaron la totalidad de los hoteles que existen en la actualidad. Esto modificó la zona costera originando igual procesos de erosión intensa y recuperación de playas que son las que se observan actualmente, las cuales son utilizadas para actividades recreativas de diferente índole por los turistas que arriban a la zona.

La zona terrestre de interés presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán. En la zona concesionada de interés también se desarrolla manglar de borde, que presenta buenas condiciones fisonómicas.

El desmonte es una de las actividades que más impactos generan en la fauna, ya sea un bosque bien conservado o vegetación en algún estado de sucesión, siempre sirve de zona de refugio, alimentación o reproducción, sin embargo, mientras más conservada esté, presta mayores y mejores servicios.

Conforme a lo señalado, la vegetación que se desarrolla en el predio es un estado de sucesión secundaria con predominancia de una especie exótica, la cual no provee servicios ambientales y por tanto no es un sitio idóneo para el desarrollo de la fauna, aunque algunas especies características de áreas perturbadas lo utilizan como sitio de descanso. De esta manera, al realizar el desmonte de la vegetación también se perderán hábitats para la fauna, provocando su desplazamiento hacia el sur del predio, que aún posee vegetación.

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como aves y mamíferos, pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones; sin embargo su traslado también depende de la velocidad con que se producen los cambios en el ambiente.

Como se mencionó, la vegetación del predio se encuentra fragmentada y con desarrollo secundario, condición que si bien en algunos casos resulta funcional como hábitat para el establecimiento de la fauna, en otros casos no lo es. Esto dependerá del tamaño de los parches de la vegetación, la disponibilidad de alimento, refugio, etc., qué demande la especie que lo va utilizar. Adicionalmente, se crean barreras que impiden el flujo de la fauna, provocando la dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones, tanto de flora como de fauna nativa (Arroyave *et al.,* 2006).

Debido a las alteraciones y modificaciones en la cobertura vegetal y escasez de hábitats para la fauna, son pocas las especies que se observaron en el área de estudio definida para la caracterización del proyecto. Se registró la presencia de ejemplares de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), lagartija (*Anolis sagrei*), paloma (*Zenaida asiatica*) y zanate (*Quiscalus mexicanus*), también se registraron madrigueras de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*). De estas especies solo la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) está catalogada como especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las pocas especies existentes en el área son aquellas de tipo generalistas que son tolerantes a vivir en sitios urbanizados, o que sólo utilizan la zona como sitio de descanso o paso.

Para aminorar el impacto sobre las especies registradas u otras que pueden utilizar el predio, se considera que de manera previa a iniciar las actividades de desmonte se lleven a cabo actividades de ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechamiento se desplacen hacia el área del sur, que aún posee vegetación. En el caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación. Por lo tanto, los impactos a la fauna que originaría el proyecto por el retiro de la vegetación se reducirían, dado que se prevé que los ejemplares se desplacen a otros sitios.

En el caso de los ejemplares de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), seguirán utilizando el predio como hábitat ya que sus madrigueras se encuentran en el manglar de borde que se mantendrá como conservación.

Por otra parte, durante la temporada de reproducción de esta especie, se espera que estos organismos salgan en las colindancias por los predios aledaños para llegar al Blvd. Kukulkán. Cabe señalar que la construcción de la vialidad existente y los desarrollos frente a esta, generaron un impacto de barrera para los cangrejos, ya que tienen que cruzarla para poder llegar al mar, sin embargo, estos pueden ser aplastados por los vehículos que cruzan por el Blvd. Kukulkán. De acuerdo con lo anterior, se propone como medida de mitigación participar con el Municipio Benito Juárez en las acciones de protección del cangrejo azul, que llevan de manera anual en la zona hotelera de la ciudad de Cancún.

En el área destinada para conservación donde se desarrolla vegetación secundaria derivada de matorral costero y vegetación de manglar de borde, se propone realizar su reforestación con ejemplares nativas y con *Conocarpus erectus*, con el fin de mejorar sus condiciones y generar hábitats para la fauna.

Ecosistemas acuáticos

- Fondo lagunar

Se determinó un impacto relacionado con cambios de la batimetría en el fondo lagunar derivado de las actividades de construcción de las obras del muelle de entrada, plataforma y muelle de lanchas durante el proceso de hincado de los pilotes. El fondo lagunar es predominantemente arenoso, lo cual caracteriza al sistema lagunar, ya que tiene su origen, como otras muchas lagunas, a consecuencia del transporte de litoral de arena y sedimentos.

Las obras que quedan en la laguna se desplantarán en una superficie total de 1,817.03 m^2, sin embargo, solo se considera una superficie de afectación de 18.72 m^2, que corresponde al área que será ocupada por los pilotes que sostendrán el muelle de entrada, la plataforma donde van las obras y el muelle de lanchas. De acuerdo con lo anterior, en la laguna, los pilotes ocuparán 18.72 m^2, de estos 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con algas y 9.13 m^2 en arenales con pasto marino.

Se utilizarán pilotes de madera dura de la región-zapote (*Manilkara zapota*)- de 12 cm de diámetro. Estos serán sembrados en el fondo marino hasta encontrar terreno firme. El hincado será por medio del uso de motobomba, con la cual se inyecta agua a presión al fondo marino para el procedimiento del hincado, se colocan andamios formando un cuadro alrededor de pilote a hincar y por medio de polispastos se eleva el pilote para ponerlo en posición. Estos serán hincados entre 3 y 6 m dependiendo del sondeo de subsuelo que se realice. Los pilotes estarán distribuidos a cada 2.40 m de distancia de manera lineal y a cada 2.40 m de manera paralela entre sí.

Las obras que quedan en la laguna se desplantarán sobre 407 pilotes de 12 cm y considerando que cada uno ocupa una superficie de 0.046 m^2, se utilizará una superficie total de 18.72 m^2. Estos pilotes modificarán la batimetría del área donde sean hincados, sin embargo, solo ocuparán la superficie señalada que representa el 0.00006 % del sistema ambiental, que se considera mínimo.

- Hidrodinámica de la laguna.

Para este factor se consideró un impacto relacionado con los cambios en la calidad del agua de la laguna por la dispersión de sedimentos durante el proceso de hincado de los pilotes.

Es importante mencionar que la presencia de motos acuáticas o embarcaciones de bajo calado es considerable en la zona, originando con ello la resuspensión de sedimentos por el tránsito de las mismas, por tratarse de un área con agua somera; así como la presencia de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos tanto en el borde de la laguna como en el fondo, lo que en general da un aspecto turbio del agua.

Durante las actividades de construcción de las obras del muelle de entrada, la plataforma y muelle de lanchas, que estarán sostenidas por pilotes, se pueden suspender los sedimentos en la columna de agua y pueden viajar grandes distancias, afectando los ecosistemas marinos, sin embargo, se contempla la instalación de mallas anti dispersión de sedimentos en el área de trabajo del proyecto, con el fin de contener y controlar la dispersión de finos y sedimentos en el cuerpo de agua. De la misma forma, la madera del muelle no contendrá tratamientos químicos que pudieran modificar la calidad del agua marina una vez que hayan sido hincados los pilotes.

El área de trabajo del muelle se delimitará con la malla geotextil conforme se vaya avanzando en su construcción, y con base en las autorizaciones obtenidas por la SCT para el uso de esta zona marina. Si bien los sedimentos quedarán contenidos en la superficie que delimite la malla, no representará un volumen que represente un riesgo para la flora y fauna que queden dentro de esta área. Cabe recordar que la zona del proyecto está reportada como un área somera, cercana a los bajos que dividen el cuerpo central de la laguna con el cuerpo del sur, por lo que hay una resuspensión de sedimentos natural por la acción del viento y por tratarse de una zona de somera en profundidad, el cual se incrementa de manera considerable por el tránsito de embarcaciones, razón por la cual la flora acuática se observa con abundantes sedimentos pegados a su superficie. Cuando el proyecto se construya, se eliminará esta fuente adicional de resuspensión, ya que las embarcaciones no podrán transitar por el área que se delimite, y la malla geotextil evitará que los sedimentos que se resuspendan por el tránsito de las embarcaciones a distancia, lleguen hasta esta área.

Los 407 pilotes que soportarán las obras serán circulares con un diámetro de 12 cm (área de cada uno de 0.046 m^2) representando una afectación puntual de 18.72 m^2; estarán separados entre ellos por una distancia de 2.40 m, y las obras estarán a una distancia de 1 m sobre el nivel del agua de la laguna. Estos factores permitirán que el flujo del agua siga su curso actual natural, entre los pilotes, lo cual no interfiere en el movimiento del agua que se da tanto en la parte más somera que colinda con la parte terrestre, como en la parte más profunda donde se ubicará el muelle.

El movimiento del agua está determinado por la acción de los vientos del noreste y este principalmente, siendo el efecto de la marea de casi nula influencia en el sistema, por lo que la distribución de los pilotes no interferirá con este movimiento tanto del agua como

de los sedimentos y contaminantes que se da actualmente.

- Flora acuática.

Para este factor se identificó un impacto adverso relativo a la disminución en las coberturas de vegetación acuática el cual se calificó como significativo.

La vegetación dominante en los márgenes de la Laguna, corresponde a manglar de borde dominado por *Rhizophora mangle*, mientras que la vegetación acuática presente en los sitios de muestreo corresponde las algas y pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*).

De acuerdo con las obras propuestas, en la laguna, los pilotes ocuparán 18.72 m^2, de los cuales 1.07 m^2 quedan sobre arenales, 8.52 m^2 en arenales con algas y 9.13 m^2 en arenales con pasto marino. De acuerdo con lo anterior, se ocupará una superficie de 17.65 m^2 de arenales cubiertos con vegetación acuática, que representa el 0.00006 % del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo.

Este impacto se consideró como significativo, dado que los pilotes se desplantarán sobre arenales con algas y pastos, que sirven de alimento y zonas de refugio para los organismos acuáticos, sin embargo solo se prevé afectar una superficie mínima y para evitar afectaciones sobre estas comunidades se contempla el uso de mallas antidispersión para evitar que los sedimentos lleguen a otros sitios.

Cabe señalar que la vegetación acuática del Sistema Lagunar ha mermado sus poblaciones por daños físicos de tránsito de embarcaciones y por las condiciones de eutrofización que prevalecen en el Sistema Lagunar en toda su extensión, derivado de las descargas de aguas residuales existentes. De tal forma que esta cobertura vegetal presenta condiciones modificadas por los factores ambientales en los que se desarrolla tanto en composición como en cobertura. De esta manera, el proyecto ocupará una superficie mínima de vegetación acuática que ha sido modificada por las condiciones ambientales que prevalecen en la laguna.

Los sedimentos que se generen por la construcción del proyecto en la zona lagunar, serán contenidos en la zona que se delimite con la malla geotextil. Sin embargo, este volumen no representará un riesgo de daño para la vegetación acuática que quede contenida en dicha superficie. Los pastos están sujetos constantemente a resuspensión de sedimentos por las condiciones naturales del sistema y por el tránsito de embarcaciones, estos últimos son fuente externa de estos, que se eliminará al momento de delimitar el área con malla para construir las obras. Por lo que no se someterán a una presión adicional a la vegetación acuática por el hincado de los pilotes.

El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL del Municipio Benito Juárez (2014), para una adecuada construcción y manejo de residuos, estaría protegiendo los procesos que se dan en el sitio y con ello la integralidad del ecosistema del fondo lagunar, al no generar una fuente adicional de contaminantes urbanos que se dirijan a la laguna y vegetación sumergida.

En el sistema ambiental existen muelles, marinas y restaurantes en operación, donde no se observan afectaciones en las zonas cubiertas por pastos y algas adyacentes a ellos. Se anticipa que el proyecto tampoco afecte a estas comunidades.

Los pilotes que sostendrán las obras del muelle de entrada, plataforma y muelle, proveerán de una superficie firme e inerte, parecida a la roca, en donde pueden adherirse algas, que proveerán sitios de alimentación a otros a organismos como peces, moluscos y equinodermos, por lo que se generarán nuevos hábitats.

- Fauna acuática

Para este factor se definieron dos impactos, uno adverso no significativo que está relacionado con los cambios en la abundancia de organismos acuáticos y uno benéfico no significativo relacionado con la generación de nuevos hábitats.

La fauna acuática observada en el área de estudio en la cual pretende desarrollarse el proyecto, es escasa, encontrándose principalmente peces en las áreas cercanas a los muelles establecidos en las colindancias del área concesionada. Entre los individuos observados se tiene a *Lucania parva* (Sardinilla).

Fuera de los sitios de muestreo, se registró la presencia de una especie de medusa: *Cassiopeia xamachana*, esta es una especie de medusa tropical de la clase de los escifozoos que vive en manglares y lagunas litorales de escasa profundidad, la cual es indicadora de eutrofización de sistemas acuáticos.

El área de estudio no presenta una diversidad de especies significativa, sin embargo es un sitio de alimentación y/o reproducción de especies marinas, que una parte o la totalidad de su ciclo de vida lo realiza en los diversos ambientes acuáticos que existen en el Sistema Lagunar Nichupté.

Durante las actividades de hincado de los pilotes, se podrían provocar daños a los organismos bentónicos que están fijos al fondo marino, o bien, que se encuentren enterrados bajo la arena, sin embargo, no se registraron organismos bentónicos como moluscos y equinodermos, lo que reduce considerablemente la probabilidad de dañarlos durante el desarrollo de las actividades mencionadas. Además de que de manera previa a las actividades propuestas, se contempla realizar el rescate de los organismos bentónicos, que se encuentren en las áreas de desplante de los pilotes, los cuales serán reubicados en un sitio dentro de la laguna. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Los pilotes que sostendrán las obras del muelle de entrada, plataforma y muelle de lanchas, proveerán de una superficie firme e inerte, parecida a la roca, en donde pueden adherirse organismos bentónicos sésiles o de movimientos lentos, y proporcionarán sitios de refugio y alimentación a organismos como peces, moluscos y equinodermos, por lo que se generarán nuevos hábitats.

- Procesos ecológicos.

Para este factor se determinaron dos impactos que se calificaron como significativos, uno está relacionado con los cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia, y el otro con los cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar.

Durante las actividades de hincado de los pilotes, se podrían provocar daños a los organismos bentónicos que están fijos al fondo marino, o bien, que se encuentren enterrados bajo la arena, sin embargo, no se registraron organismos bentónicos como moluscos y equinodermos, lo que reduce considerablemente la probabilidad de dañarlos durante el desarrollo de las actividades mencionadas. Además de que de manera previa a las actividades propuestas, se contempla realizar el rescate de los organismos bentónicos, que se encuentren en las áreas de desplante de los pilotes, los cuales serán reubicados en un sitio dentro de la laguna. Estas actividades se realizarán conforme al Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

Una vez que sean reubicados los organismos en el sistema lagunar, se podría dar el caso que estos no lleguen a adaptarse a las condiciones, por lo que podrían llegar a morir, sin embargo, se prevé llevar a cabo un monitoreo de la eficiencia de la reubicación de los ejemplares que sean producto del rescate.

En cuanto al impacto relativo sobre los cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar, se podría dar de manera indirecta por las condiciones que se mantienen en la laguna, ya que este humedal está creciendo en una laguna que tiene reporte de niveles de contaminación y eutrofización, por lo que sus funciones como filtro se llevan al máximo, y vive en un sistema con un grado considerable de degradación. De ahí que el proyecto haya considerado en su diseño, proceso constructivo, y operación, elementos para evitar incrementar el aporte de residuos y contaminantes que se viertan al sistema lagunar, traduciéndose en que no haya una presión adicional sobre este ecosistema.

La totalidad del manglar de borde comprendido en la concesión se mantendrá como área de conservación, y se reforestará el borde aledaño al área de servicios y muelle de entrada, con mangle botoncillo, para que se incremente la cobertura de manglar en esta zona. El establecimiento de esta especie se considera favorecerá el humedal con manglar dado que habrán más ejemplares que se unan a los servicios ambientales que proporciona el humedal.

El desplante de las obras en la parte terrestre no interferirá con el flujo de agua superficial y subterráneo hacia el manglar de borde, debido a que serán construcciones piloteadas, se mantendrá una superficie de vegetación secundaria como conservación (140.87 m^2), y se reforestará está área. El desplante del área de servicios en la parte terrestre se ubicará a una distancia de 0.15 a 1m del manglar de borde, donde hay ejemplares aislados de mangle y se reforestará con ejemplares de mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*), para incrementar la cobertura y retención de sedimentos.

La interacción del humedal con el manglar de borde y el mar se da por medio de las bocas de comunicación del SLN ubicadas una al norte y otra al sur. De acuerdo a los estudios de hidrodinámica, el proyecto al no interferir con el movimiento de agua, no tendría injerencia alguna en este movimiento de agua, que además es muy lento y se da principalmente entre la zona norte y sur del sistema. Igualmente se mantendrá la integridad del humedal como hábitat para la fauna que ahí alberga.

El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL del Municipio Benito Juárez (2014), para una adecuada construcción y manejo de residuos, estaría protegiendo los procesos que se dan en el sitio y con ello la integralidad del ecosistema de manglar.

De acuerdo con lo anterior, las actividades propuestas no conllevarán alguna afectación del humedal, toda vez que no alterará la continuidad, contigüidad y funcionalidad ecosistémica e hídrica del mismo, ya que se conservarán los flujos naturales, su productividad, integridad y servicios ecológicos.

Para verificar que se mantenga en buenas condiciones el manglar, se realizarán evaluaciones periódicas de su fisonomía, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar.

- Residuos

En este factor se determinaron dos impactos adversos, uno se calificó como significativo y está vinculado con la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y el otro se calificó como no significativo y se relaciona con la generación de residuos peligrosos.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos, tales como material vegetal, restos de madera, metales ferrosos, pedazos de tubos de PVC, los cuales serán acopiados en el área de aprovechamiento de la zona concesionada.

De la misma forma, se espera generar residuos por la presencia de los trabajadores de tipo orgánico e inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el área de aprovechamiento del área concesionada y serán trasladados al relleno sanitario. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio Benito Juárez o entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

De la misma forma, se prevé que se generen cantidades mínimas de residuos peligrosos, tales como botes vacíos de pegamento y estopas impregnadas con hidrocarburos o solventes por el uso de motosierras, los cuales se dispondrán en contenedores y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora.

En la zona de aprovechamiento del área concesionada se colocará un piso para disponer los materiales, contenedores para residuos y sanitarios portátiles, y se colocará un sardinel con tabique y malla electrosoldada con cubierta plástica en el perímetro que colinda con la laguna para evitar que los materiales y residuos se dispersen hacia la vegetación de manglar y la laguna.

En la operación del proyecto, los residuos que generen los comensales y personal serán acopiados y separados en contenedores ubicados en el área de servicios y en los restaurantes, bar, terrazas y mesas compartidas. Posteriormente, estos serán trasladados al cuarto de basura y dispuestos mediante el servicio de limpia municipal. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio Benito Juárez o entregados a una empresa encargada de su reciclaje. Cuando así se requiera, se generarán residuos de mantenimiento, principalmente clavos (metales ferrosos) y madera.

Las aguas residuales derivadas de la operación de las obras serán conducidas a través de la red de drenaje interna ubicada en la plataforma, que se conectará al área de servicios, y a su vez a la red de drenaje municipal. En la plataforma se contará con un borde de contención para conducir el agua derivada de las actividades de limpieza de las instalaciones, la cual se une con la red interna de drenaje interna, que se conecta al sistema de drenaje municipal.

También se prevé la generación de residuos de manejo especial como el aceite vegetal usado derivado de la preparación de alimentos, el cual se dispondrá en un contenedor que se ubicará en el área de servicios, para su posterior entrega a una empresa encargada de su procesamiento para generar diésel.

En esta etapa, la generación de residuos peligrosos será mínima y de forma muy puntual, ya que solo se generarán en caso que se realice la sustitución de las tuberías de PVC, actividades de pintura del área de servicios. Estos residuos serán dispuestos en contenedores y entregados a una empresa autorizada en su manejo.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presenta MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos.

En el proyecto se prevé realizar la separación de los residuos reciclables, reutilizar los que sean susceptibles de ello y reducir el consumo de productos con embalajes, con el fin de adoptar buenas prácticas ambientales que coadyuven con la reducción del volumen de generación de residuos, lo que a su vez reducirá el impacto del proyecto sobre el sitio de disposición final de residuos.

- Transporte y flujo de tráfico

El impacto relacionado con el transporte y flujo de tráfico se refiere al movimiento adicional de vehículos derivado del traslado de materiales al sitio del proyecto. Este impacto se calificó como despreciable, dado que los vehículos que trasladen el material del proyecto hacia al predio, se sumarán al flujo existente en la zona hotelera. Junto a la zona concesionada de interés hay un estacionamiento donde se podrán estacionar los vehículos, por lo que no se obstruirá la circulación del Blvd. Kukulkán (previo consenso con el propietario aledaño).

Durante la etapa operativa, los vehículos que lleguen a hacer uso de las instalaciones del proyecto se sumarán a los existentes y el proyecto contará con su propio estacionamiento. En el área del sistema lagunar, se prevé que lleguen al muelle lanchas de pequeño calado que transiten por la zona para hacer uso de los restaurantes, bar, comedor compartido y beach club, por lo que no se considera un aumento en el flujo de embarcaciones a causa del proyecto.

- Salud humana

Para este factor se determinó un impacto derivado de la exposición de personas a riesgos a la salud, el cual se calificó como despreciable.

El personal que participe en la construcción del proyecto estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, los trabajadores estarán en riesgo de caer al agua o de golpearse durante el hincado de los pilotes y armado de la estructura de las obras, lo que puede generar cortaduras u otras lesiones.

Durante la etapa operativa, podría ocurrir algún accidente durante las actividades de mantenimiento, en caso que se requiera remplazar aquellas partes de madera que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse.

En todos los casos se definirá a donde se podrá acudir para asistencia médica de manera pronta.

- Economía

Se determinó un impacto sobre la economía, el cual se calificó como significativo y está vinculado con la generación de empleos.

La economía de la región se verá impactada de manera positiva ya que generará empleos temporales del ramo de la construcción para los habitantes de la región durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto. Asimismo, se impactará la economía local por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto.

En la etapa operativa también se generarán empleos durante la operación de los restaurantes, bar, beach club, comedor compartido y área de servicios, ya que se

contratará personal para la preparación de alimentos y bebidas, para la atención de personal y actividades de mantenimiento. Asimismo, tendrá un impacto positivo en la economía local por la adquisición de insumos para la operación del proyecto.

- Paisaje

Para este factor se definió un impacto relacionado con los cambios en el paisaje, el cual se calificó como significativo, ya que éste se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción ya que será removida la vegetación y se construirán las obras en la zona concesionada y en el sistema lagunar. Las actividades se llevarán a cabo realizando en todo momento un manejo adecuado de los residuos y manteniendo el mayor orden posible para evitar dar un mal aspecto a la obra.

El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos, así como muelles y atracaderos, y tránsito de embarcaciones por la parte lagunar; el SLN y zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre.

En el caso particular del proyecto, la obra que sobresaldrá principalmente del paisaje será el estacionamiento en la parte terrestre y los restaurantes en la parte acuática. En la parte terrestre se sumará al paisaje ya existente de restaurantes ya establecidos. En la parte acuática generará un punto focal ya que la infraestructura en la zona acuática corresponde principalmente a muelles.

El proyecto “Barrio del Mar” resulta compatible con la estética paisajística de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún y del Sistema Lagunar Nichupté, sin que altere la visibilidad de los espectadores.

El proyecto se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el POEL y PDU del Centro de Población de Cancún.

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN. 3
2 MEDIDAS GENERALES. 3
3 MEDIDAS ESPECÍFICAS. 5
3.1 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL AIRE. 6
3.2 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA TOPOGRAFÍA Y SUELO. 7
3.3 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA. 8
3.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA TERRESTRE. 9
3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA TERRESTRE Y ACUÁTICA. 11
3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS SOBRE LA HIDRODINÁMICA DE LA LAGUNA. 13
3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL MANEJO DE RESIDUOS. 14
3.8 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO. 15
3.9 ESTRATEGIAS PARA EVITAR LA AFECTACIÓN A LA SALUD HUMANA. 16
3.10 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE. 16

1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo tiene como objetivo, establecer las acciones que permitan prever, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados por el desarrollo del proyecto Barrio del Mar con la finalidad de cumplir con lo establecido en el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) que a letra dice:

> *"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 contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente."*

El establecimiento de dichas medidas permitirá reducir los efectos que se han previsto sobre los componentes al ambiente o a los procesos ecológicos de los ecosistemas producto de las acciones del proyecto o en su caso, evitar que ocurran. Es importante mencionar que desde la planificación del proyecto se buscó mitigar posibles impactos ambientales a los ecosistemas, dado que el proyecto se ha ajustado a una detallada caracterización y zonificación ambiental sustentada en los estudios ambientales.

Por lo anterior, a continuación se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto "Barrio del Mar", por lo que empezaremos describiendo aquellas de carácter general, para posteriormente continuar con las específicas para cada etapa del proyecto, en las que se incluirán una serie de programas y acciones orientadas a minimizar los impactos ambientales descritos en el capítulo anterior.

Es importante señalar que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en este capítulo, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales específicas del predio, y sustentadas en información técnica, así como en instrumentos jurídicos, de planeación y ambientales, vigentes y aplicables al proyecto.

2 MEDIDAS GENERALES.

A partir de la identificación y evaluación de impactos realizada en el Capítulo V, y y en apego al Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Benito Juárez aplicable al proyecto, se diseñaron programas enfocados a la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio y a la protección del sistema ambiental, mismos que forman parte de la presente MIA-P del proyecto, los cuales se mencionan a continuación.

- Programa de Manejo de Residuos
- Programa de Rescate de Fauna
- Programa de Rescate de Flora
- Programa de Reforestación y Ajardinado

Dada la naturaleza del proyecto, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del mismo, se llevarán a cabo actividades comunes, por lo que las medidas generales establecidas se agruparon por etapa, factor y componente ambiental para el proyecto (Cuadro 1).

Cuadro 1. Agrupación de impactos ambientales susceptibles de generarse por etapa y factor.

Etapas	Factor	Impacto	Medidas	Indicador
Preparación, construcción y operación.	Aire Suelo Agua	Contaminación por disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Reglamento interno de obra.	• Presencia / ausencia de residuos dispersos. • Presencia/ausencia de fugas o escurrimientos de residuos. • Presencia de señalización. • Presencia de contenedores diferenciados para el acopio de residuos. • Presencia y organización de los sitios de acopio de residuos. • Presencia de suficientes baños de obra. • Baños limpios y en buen estado. • Máquinas y equipos en buen estado. • Comprobantes de disposición final adecuada de los residuos. • Bitácora. • Implementación de pláticas de concientización. • Las ramas del dosel de manglar se sujetarán a los troncos principales para evitar ser dañadas. • Acopio, mantenimiento y sobrevivencia de las plantas producto del rescate.
			Difusión y Concientización ambiental.	
			Instalación de sanitarios 1 por cada 20 trabajadores, se colocarán en la plataforma donde se construirá el área de servicios, porque tendrá un sardinel que evitará el escurrimiento fortuito de residuos.	
			Limpieza de los sanitarios cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, que extraerá y trasladará el agua residual a la planta de tratamiento más cercana.	
			Ejecución del Programa de Manejo de Residuos.	
Preparación y Construcción	Vegetación y fauna	Pérdida de ejemplares.	Difusión y Concientización ambiental.	
		Afectación a especies bajo protección y/o endémicas.	Ejecución de programas de rescate de flora y fauna.	
		Cambios en la abundancia de ejemplares.	Ejecución de programa de reforestación y ajardinado.	

Etapas	Factor	Impacto	Medidas	Indicador
				• Sobrevivencia de los ejemplares reforestados y de las jardineras.

3 MEDIDAS ESPECÍFICAS.

De acuerdo a la evaluación de impactos ambientales adversos, se analizaron un total de 16 factores ambientales, dando como resultado total 25 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que corresponden a posibles impactos que pueden generarse principalmente en la etapa de preparación del proyecto.

A continuación se presentan los impactos ambientales identificados por cada factor evaluado.

Cuadro 2. Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

Factor	Impacto Ambiental
Ecosistemas terrestres	
Aire	Contaminación por emisiones a la atmósfera y producción de GEI
	Afectación al microclima
	Contaminación auditiva
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Cambios en las características del suelo por las actividades de compactación.
	Pérdida de suelo
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.
	Creación de hábitats para la fauna.
Ecosistemas acuáticos	
Fondo lagunar	Cambios en la batimetría del fondo lagunar
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.
	Creación de hábitats para la flora acuática
Fauna marina	Pérdida de organismos acuáticos
	Creación de hábitats para la fauna acuática

Factor	Impacto Ambiental
Procesos ecológicos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia.
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar
Medio socioeconómico	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME)
	Generación de Residuos Peligrosos (RP)
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos
Paisaje	Modificación del paisaje

A continuación se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación por etapa basados en cada uno de los factores evaluados.

3.1 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL AIRE.

Durante la preparación del sitio se emitirá CO_2 derivado del cambio de uso de suelo o desmonte de la vegetación. La eliminación de la cubierta vegetal altera el balance del flujo de carbono, ya que con ella se reduce la cantidad de carbono que puede ser fijado por las plantas y se genera la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca la emisión de CO_2.

El desmonte trae consigo también la modificación del microclima, debido a que durante la preparación del sitio se retira la cubierta vegetal requerida para las obras, la carencia de vegetación altera la humedad y la temperatura del sitio.

Por otra parte, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal y el que se genere por el incremento del tránsito vehicular, entre otros.

Siendo entonces que las medidas de mitigación a implementarse, tienen como objetivo:

- Disminuir la afectación y contaminación a la atmósfera por las emisiones fuera de norma que pudieran generarse por un mal funcionamiento de los equipos y/o las máquinas, así como atenuar la generación de ruido que pudiera afectar a la fauna de la zona, o bien, afectación auditiva al personal de la obra.

Cuadro 3. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre las emisiones a la atmósfera.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Contaminación por emisiones a la atmósfera.	El material que se acopié en el sitio será en pequeño volumen y cubierto con malla para evitar su dispersión.	x	x		Equipos y máquinas en buen

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Afectación al microclima. Contaminación auditiva.	Se verificará que la maquinaria y equipo antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.	x	x		estado de afinación. Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos.
	La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se requiera.	x	x		
	Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.	x	x		Ausencia parcial de polvo dispersado sobre las hojas de la vegetación natural.
	Solamente se laborará en un horario de 7:00 a 17:00 hr.	x	x		
	Se mantendrá como área de conservación una superficie de 256.57m^2 de los cuales se reforestarán 222.40 m^2 con especies nativas en la parte que no esté inundada permanentemente, y se acondicionarán 4.7 m^2 como área ajardinada con especies nativas y ornamentales, en los cuales podrán darse los procesos de absorción de CO_2 de la atmósfera y mitigar una parte del nivel de ruido que se genere.	x	x	x	Niveles de ruido aceptables. Verificación del mantenimiento de la superficie y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas verdes.

3.2 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA TOPOGRAFÍA Y SUELO.

Dentro del predio del proyecto, se ha considerado dejar como área de conservación una superficie 256.57 m^2 de los cuales serán reforestados 222.40 m^2 con especies de mangle botoncillo en una superficie de 172.19 m^2, mientras que en los 50.21 m^2 restantes se reforzará la cubierta vegetal actual con material del rescate vegetal.

En cuanto a la pérdida de suelo, se tiene que el material producto del desmonte será triturado en su mayor parte para después ser utilizado en el acondicionamiento de las jardineras y del área de reforestación con el fin de enriquecer el sustrato.

Es importante mencionar que el establecimiento del proyecto será sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán.

Las medidas de mitigación para los impactos generados a la topografía y el suelo tienen como objetivo principal:

- Minimizar la perdida de suelo y los cambios en las características del suelo por las actividades de compactación así como evitar la modificación significativa de los escurrimientos superficiales de agua de la zona terrestre.

Cuadro 4. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la topografía y el suelo.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Alteraciones a las formas del terreno. Cambios en las características del suelo por las actividades de compactación. Pérdida de suelo.	Las obras de desplante del proyecto serán piloteadas, permitiendo así la escorrentía natural y la filtración del agua al subsuelo.	x	x	x	Volumen del sustrato vegetal que será acopiado posterior al desmonte de la vegetación. Reutilización del sustrato cribado en las actividades de rescate de flora, reforestación y ajardinado del proyecto.
	Limitar el retiro de suelo natural y las excavaciones únicamente a las zonas definidas por el proyecto.	x	x		
	Se realizará el rescate de suelo posterior al desmonte del terreno en las áreas de aprovechamiento. Este suelo será cribado y reutilizado en el acondicionamiento de las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto.		x		

3.3 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA.

Partiendo de que el desplante del proyecto en su totalidad será piloteado, se ha considerado que la escorrentía superficial no se vería afectada ya que no se estaría interrumpiendo la recarga del acuífero con el desarrollo del mismo, por lo que desde la planificación del diseño del proyecto se consideró un área de conservación con vegetación en estado natural, lo que se traduce en un área permeable que ocupará 256.57m^2 dentro del polígono de la concesión. Las obras en agua serán permeables ya que son sobre una plataforma de pilotes. No obstante, se ha considerado que para mitigar los impactos generados al factor agua, se proponen las medidas descritas en el siguiente cuadro, las cuales tienen como objetivo principal:

- Favorecer la absorción de agua al subsuelo y permitir la escorrentía superficial de manera natural.

Cuadro 5. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos al factor agua.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.	Las obras de desplante del proyecto serán piloteadas, permitiendo así la escorrentía natural y la filtración del agua al subsuelo.	x	x	x	Conformación e integridad de las áreas ajardinadas y áreas de conservación.
	Se mantendrá una superficie de 256.57m^2 (39.43%) como área de conservación con vegetación en estado natural.	x	x		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Se hará la reforestación de una superficie total de 222.40 m^2 con especies propiamente nativas y ornamentales no invasoras, lo que favorecerá la filtración del agua al subsuelo.		x		

3.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA TERRESTRE.

Una de las actividades iniciales al desarrollar el proyecto, es el desmonte de la vegetación, actividad que causa el mayor impacto sobre la vegetación y a su vez a la fauna provocando en primera instancia la fragmentación de los ecosistemas y la modificación del microclima, modificando los gradientes de temperatura y precipitación, así como cambios y modificación de las características del suelo y del paisaje. Al mismo tiempo, se provoca la pérdida de hábitats, situación que trae consigo cambios en la abundancia y la distribución de las especies, dentro del sitio donde pretende llevarse a cabo el proyecto y el sistema ambiental, de igual forma se puede causar la afectación a especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y especies endémicas.

En términos generales, el predio del proyecto se encuentra ocupado por vegetación secundaria derivada de matorral costero y un área de manglar de borde. Es importe señalar que las tres especies de manglar registradas dentro del predio del proyecto, se encuentran enlistadas en alguna de las categorías de la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se mantendrá la superficie donde se ubican como área de conservación del proyecto, por lo que se infiere que los organismos no se verán afectados.

Por lo antes expuesto y de acuerdo con los impactos que el desarrollo del proyecto causará, las medidas de mitigación implementadas para estos impactos tienen como objetivo:

- Rescatar el mayor número de ejemplares susceptibles de ello, y garantizar la sobrevivencia de los mismos para posteriormente ser reincorporados al medio, poniendo especial atención a las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 6. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la vegetación.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Pérdida de individuos y disminución de cobertura.	El proyecto mantendrá como área de conservación 256.57 m^2 donde contará con cubierta vegetal en su estado natural y 4.7 m^2 de áreas ajardinadas.	x	x	x	Presencia y condición de la malla electro soldada que delimita el área de conservación.
	Las áreas que serán intervenidas deberán de estar delimitadas con una malla electrosoldada para evitar que los operadores de las máquinas afecten las	x	x		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	áreas que no son parte del aprovechamiento.				Inspección visual del estado de conservación de las ramas del dosel de manglar, para evitarles cualquier daño mecánico. Verificación del amarre de las ramas de manglar que tuvieran que sujetarse para evitar afectaciones. Presencia o ausencia de materiales de obra sobre la vegetación natural. Presencia de señales informativas y restrictivas. Presencia o ausencia de reglamento de obra. Impartición de capacitación ambiental al personal de obra. Presencia o ausencia de residuos sólidos en áreas de conservación.
	Previo al inicio de las actividades de desmonte, las ramas de manglar que se encuentran sobre el claro sin vegetación, tanto en la parte terrestre como en la laguna, se amarraran cuidadosamente a los troncos principales, posteriormente se irán soltando conforme se vaya habilitando o terminando la construcción del muelle de entrada y acceso de servicios y/o se garantice que al momento de soltarlas estas no se verán afectadas por el tránsito mecánico de los trabajadores.	x	x	x	
	Las actividades de desmonte serán supervisadas por personal capacitado con la finalidad de evitar la afectación innecesaria a la vegetación, quién podrá ordenar en todo momento la inmediata detención de las actividades.	x			
	Se vigilará que no se deposite material vegetal o de construcción alguno sobre la vegetación que no será intervenida.	x	x	x	
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de reforestación y ajardinado de las áreas verdes del proyecto.	x	x		
	Se colocarán letreros de señalización para evitar que se invadan las áreas con vegetación destinadas a conservación.	x	x		
	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de vegetación conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate de Flora, en el cual se establecen las especies y número de ejemplares a rescatar.	x			
	En las actividades de rescate de vegetación se dará prioridad a especies de mayor importancia ecológica y plántulas, ya que son las que tiene más probabilidades de sobrevivencia.	x			

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	El rescate de la vegetación se realizará en las primeras horas del día para evitar el daño de las raíces por la exposición al sol y al viento.	x			Manutención de plantas en área de conservación. Traslado y mantenimiento de las plantas rescatadas a un vivero de la ciudad. Porcentaje de sobrevivencia y estado fitosanitario de los ejemplares rescatados. Adaptación y sobrevivencia de las especies reforestadas y acondicionadas en las áreas ajardinadas. Verificación de la superficie y condiciones óptimas de la vegetación en las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto.
	Manutención de las plantas rescatadas en la zona de conservación del proyecto en tanto se adaptan a su trasplante. Posteriormente se considera sería necesario trasladarlas a un sitio seguro y donde se les pueda dar el mantenimiento adecuado, por lo que se propone trasladarlas a un vivero de la ciudad que las resguarde en tanto se reincorporan en las actividades de reforestación de dicha área de conservación.	x	x		
	Se mantendrán sin alteraciones las áreas destinadas a conservación.	x	x	x	
	Reforestación de 201.75 m^2 dentro del área de conservación con especies de mangle botoncillo y especies nativas producto del rescate.	x	x		
	Se dará el cuidado necesario a las plantas rescatadas y se conservarán en el vivero con la finalidad de mantenerlas aclimatadas y en óptimas condiciones, hasta su posterior trasplante en las zonas de reforestación y ajardinado del proyecto.	x	x		

3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA TERRESTRE Y ACUÁTICA.

Como se mencionó, el desmonte es una de las actividades que más impactos generan sobre la fauna silvestre, ya sea un bosque bien conservado o una vegetación en algún estado de sucesión, siempre funciona como zona de refugio, alimentación o reproducción para animales, sin embargo mientras más conservada se encuentre la vegetación, presta mayores y mejores servicios ambientales. De esta manera, al realizar el desmonte de la vegetación del área de aprovechamiento también se afectará la fauna, provocando su desplazamiento hacia los predios aledaños, disminuyendo el número de ejemplares que transitan por el área durante las actividades del proyecto.

De acuerdo con la lista de especies reportada para el predio del proyecto y basados en los criterios de selección de especies sujetas a rescate y reubicación, nos permite determinar que las especies sobre las cuales habrá interés particular serán *C. similis* (Iguana negra de cola espinosa), siendo una especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con amplia tolerancia a las condiciones de perturbación, y por lo tanto pudiera verse afectada directamente por las actividades del proyecto. Al mismo tiempo y dado que el proyecto también pretende llevarse a cabo en la zona acuática que colinda con el Sistema Lagunar Nichupté, se tiene conocimiento de que el cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*) se presenta en el borde lagunar que colinda con el área donde se desplantara el proyecto.

Derivado de lo anterior, se ha considerado la implementación de las medidas de mitigación que tienen como objetivo:

- Evitar la afectación de la fauna que se desarrolla en el sitio donde se pretende construir el proyecto, especialmente a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro 7. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la fauna.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la abundancia. Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica. Creación de hábitats para la fauna. Pérdida de organismos acuáticos.	Se llevarán a cabo las actividades de rescate de fauna conforme a las acciones establecidas en el Programa de Rescate, enfocándose en las áreas que serán intervenidas, donde se dará prioridad a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de lento desplazamiento.	x			Presencia-ausencia de fauna dañada. Reporte de atención y liberación de especies de fauna que sean objeto de rescate. Cumplimiento o desacato al reglamento de obra. Presencia o ausencia de gatos, perros domésticos u otras especies ferales o nocivas.
	Previo al inicio de las labores de preparación del sitio se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, adicionalmente se generará ruido o movimiento turbulento para ahuyentar a las especies que se encuentren dentro de las áreas a intervenir.	x			
	El desmonte se realizará de manera gradual a efecto de que la fauna que no haya logrado salir de las áreas de aprovechamiento, se desplace a otros sitios por el ruido que generen las máquinas y motosierras.	x			
	Se realizará la captura y reubicación de los individuos de lento desplazamiento que se localicen dentro del área de aprovechamiento, hacia sitios similares en la colindancia cercana.	x	x		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Se elaborará y aplicará el reglamento interno de obra.	x	x		Participación en el programa de protección del cangrejo azul.
	Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera dolosa a alguna especie de flora o fauna.	x	x		
	Quedará prohibida la caza y captura de animales.	x	x	x	
	Se contará con personal calificado para supervisar las actividades de rescate de fauna, así como para impartir las capacitaciones en materia de educación ambiental.	x	x		
	Si alguna especie de fauna nativa resultara herida o lastimada por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso a la PROFEPA en el caso de ser necesario.	x	x		
	El promovente se pondrá en coordinación con el H. Ayuntamiento del municipio de Benito Juárez, para participar en el Programa de protección al cangrejo azul, que se realiza cada año y en el cual participa el sector hotelero y la ciudadanía.			x	

3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS SOBRE LA HIDRODINÁMICA DE LA LAGUNA.

El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene interacción con el mar abierto a través de las bocas Cancún en el norte y Punta Nizuc en el sur, interactúa también con el agua subterránea a través de más de 20 manantiales de agua ubicados principalmente en el lado oeste del complejo lagunar. La hidrodinámica lagunar se encuentra inducida por las acciones del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas.

El movimiento de sedimentos se da principalmente por la punta Cancún hacia los primeros bajos del sistema, por lo que la zona del predio no tiene relevancia en esta dinámica. Sin embargo, se han propuesto han tomado medidas necesarias para mitigar los cambios a la calidad del agua de la laguna.

Cuadro 8. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados a la hidrodinámica de la laguna.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Cambios en la calidad del agua de la laguna por la dispersión de sedimentos	Se realizará la delimitación de la zona de trabajo utilizando malla o barrera anti-dispersante o de contención de sedimentos (malla geotextil), con el objeto de evitar la dispersión de sedimentos durante el trabajo de hincado de los pilotes.	x	x		Estado físico de las mallas geotextiles. Permanencia de la malla geotextil hasta el final de la etapa de construcción. Medición del valor de turbidez del agua.
	Se colocará un sardinel con tabique y malla electro soldada y cubierta plástica en el perímetro que colinda con la laguna para evitar que los materiales y residuos se dispersen hacia la laguna.	x	x		

3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL MANEJO DE RESIDUOS.

Los impactos derivados de la generación de residuos sólidos, de manejo especial y residuos peligrosos se calificaron como adversos significativos.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción se espera generar residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos; correspondientemente derivados del consumo de alimentos, del empleo de materiales de la construcción y los derivados del uso de la maquinaria.

Durante la etapa de preparación del sitio se generarán residuos sólidos provenientes del consumo de alimentos de los trabajadores, los cuales se dispondrán en tambos debidamente identificados y diferenciados para la recuperación por separado de los subproductos, de conformidad con el Programa de Manejo de Residuos del proyecto, documento que forma parte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.
Los residuos peligrosos que se generen en las etapas de preparación y construcción, se prevé sean los derivados del empleo de sustancias peligrosas, como estopas impregnadas de solventes, envases de pegamento de PVC, envases de pintura, etc.

El objetivo principal de las medidas de mitigación propuestas para este factor es:

- Evitar la contaminación y la afectación de la vegetación, fauna, suelo y agua por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en las diferentes atapas del proyecto.

Cuadro 9. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por residuos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. Generación de Residuos Peligrosos. Dispersión y contaminación de suelo y agua.	Se aplicará el Programa de Manejo de Residuos, en el cual se establecen los mecanismos, acciones y medidas para el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, así como aquellos líquidos en las diferentes etapas del proyecto.	x	x	x	Ausencia o presencia de residuos dispersos, ni fugas ni escurrimientos hacia el suelo o laguna. Presencia de contenedores debidamente etiquetados y colocados en sitios estratégicos, suficientes en número y capacidad. Presencia-Ausencia de fauna nociva por mala disposición de residuos. Buen estado de la infraestructura por medio de la cual se canalizan o acopian temporalmente los residuos, sólidos, líquidos y peligrosos. Uso del almacén y manejo adecuado de residuos peligrosos. Separación y valorización de residuos. Disposición final adecuada a cada tipo de residuo, con comprobantes correspondientes.
	Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados. Serán almacenados en un sitio habilitado para tal fin para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo.	x	x	x	

3.8 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO.

Este impacto está relacionado con la circulación de vehículos de carga y materiales, que ingresan al predio, mismos que pueden ocasionar atropellamiento de fauna, generar dispersión de polvo e incrementar el flujo de tráfico en la zona, que aunado a la operación de la maquinaria para la construcción incrementarán el nivel de ruido. Como objetivo de las medidas propuestas se busca:

- Evitar afectación a la fauna por atropellamiento vehicular, minimizar la afectación de la zona por la afluencia de vehículos.

Cuadro 10. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por el aumento del flujo vehicular.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Aumento del flujo vehicular	El horario de trabajo se limitará de 07:00 a 17:00 hr para fomentar el uso del transporte público.	x	x		Presencia-Ausencia de atropellamientos de fauna, su causa y ubicación. Presencia de señalizaciones para control vehicular.
	El movimiento de material se programará en un horario adecuado con el fin de no provocar conflictos viales en la zona.	x	x		
	Se colocarán señalizaciones para el control de los vehículos que ingresen en el predio.	x	x	x	

3.9 ESTRATEGIAS PARA EVITAR LA AFECTACIÓN A LA SALUD HUMANA.

Principalmente, durante la etapa de construcción del proyecto y en algunas ocasiones durante la operación como parte de las actividades de mantenimiento del mismo, se utilizan diversas sustancias que pueden ser tóxicas, nocivas, irritantes, corrosivas, inflamables, explosivas y/o comburentes tanto para la salud como para el ambiente. Así mismo, se ha considerado la aplicación de medidas básicas de seguridad para salvaguardar la salud y seguridad del personal.

Cuadro 11. Medidas a implementarse para la mitigación de la afectación a la salud humana.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Exposición de personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Se tendrá siempre a mano la hoja de seguridad de cada sustancia y se clasificarán según el riesgo de cada una de ellas.		x	x	Ubicación adecuada de la hoja de seguridad de las sustancias peligrosas. Uso de equipo de seguridad: calzado, guantes, casco, protectores auditivos etc.
	Utilización de dispositivos, accesorios y vestimenta que deba emplear el trabajador para protegerse contra posibles lesiones o contaminantes durante la realización de sus tareas habituales.	x	x	x	

3.10 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente por la remoción de la vegetación, así como por la presencia de maquinaria y de personal. Sin embargo, debido a que el proyecto se desarrollará en un lote inmerso en una zona ya fraccionada, se espera que la imagen final se incorpore al urbanismo de la zona. Por lo que con las medidas propuestas se busca:

- Minimizar la afectación del paisaje de la zona y la incorporación a la imagen urbanística.

Cuadro 12. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por la modificación al paisaje.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Modificación del paisaje.	Diseño arquitectónico armonioso con el paisaje urbano de la ciudad de Cancún y la zona hotelera.			x	Visualización de un concepto arquitectónico armonioso acorde con el concepto de la zona. Vegetación libre de residuos dispersos. Predio y sus colindancias libres de residuos sólidos dispersos.
	Las áreas ajardinadas, y de conservación se mantendrán en buen estado con ejemplares nativos.		x	x	
	Delimitación de las áreas con malla electrosoldada y potencialmente con cubierta plástica para disminuir el impacto visual de las obras.	x	x		
	Manejo adecuado de los residuos para evitar su dispersión y evitar dar un aspecto que se contraponga con la Ciudad.	x	x		

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

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3
2. SISTEMA AMBIENTAL. 3
2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL. 5
2.2. PREDIO DE INTERÉS. 7
3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. 7
4. IMPACTOS POTENCIALES. 9
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS. 11
6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS. 12
6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS. 13
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 28
8. CONCLUSIONES. 29

1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del sistema ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

2. SISTEMA AMBIENTAL.

El Sistema Ambiental definido para el proyecto **"Barrio del Mar"**, se determinó a partir de las unidades del paisaje, discontinuidades naturales o artificiales de la vegetación; ecosistemas acuáticos.

Conforme a lo anterior, a continuación se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Al norte, con referencia al límite continental entre Punta Cancún y el canal Cancún.
- Al sur, hasta punta Nizuc y el canal Nizuc.
- Al oeste, con la Laguna Nichupté en su parte central y los distintos canales de comunicación.
- Al este, de punta Cancún a punta Nizuc en el límite continental colindando con el mar caribe.

Conforme a lo anterior, el sistema ambiental presenta una superficie de 29, 090,300.00m^2 (2,909.03 ha).

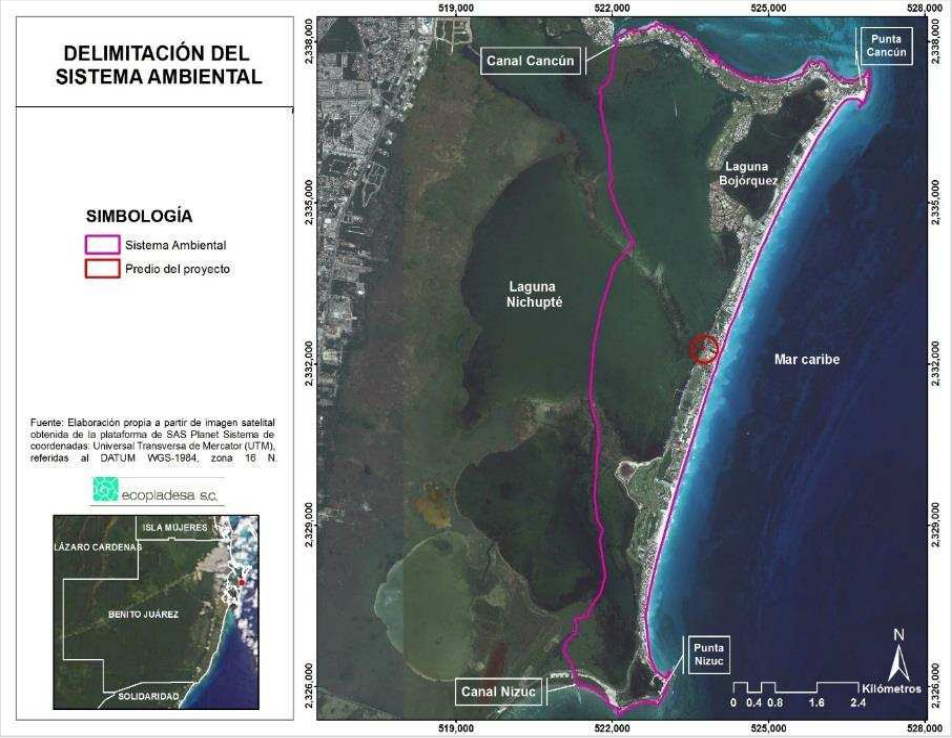


Figura 1. Sistema ambiental definido para el proyecto.

A partir de un mosaico fotogramétrico construido a partir de imágenes satelitales, obtenidas de la plataforma de Google Earth pro, se efectuó una rodalización digital en el Programa Arcgis versión 10.2, utilizando los elementos de fotointerpretación (forma, tono, tamaño, textura). Con esto se construyó el mapa de uso de suelo y vegetación para el SA, el cual presenta un mayor detalle con relación con la carta de vegetación y uso de suelo serie V del INEGI y el mapa de vegetación y uso de suelo de la Caracterización de la Modificación del POEL BJ. Cabe señalar que la asignación de las unidades ambientales al mapa de uso de suelo y vegetación para el SA se reforzó con las visitas de campo. Siendo entonces que la distribución, tipos de vegetación y usos de suelo, son los que se enlistan en el siguiente cuadro y figura.

Cuadro 1. Distribución de superficies del sistema ambiental de acuerdo a la caracterización elaborada a partir de imágenes del Google Earth.

SA	Cobertura	Superficie m^2	superficie Ha	%
Terrestre	Manglar	1,917,389.28	191.74	6.59
	Vegetación secundaria derivada de matorral costero	186,457.12	18.65	0.64
	Sin vegetación	4,765.97	0.48	0.02
	Playa	738,761.22	73.88	2.54
	Zona Urbana	6,518,421.14	651.84	22.41
	Subtotal	**9,365,794.73**	**936.58**	**32.20**
Lagunar	Cuerpo de Agua	19,724,505.27	1,972.45	67.80
	Subtotal	**19,724,505.27**	**1,972.45**	**67.80**
	Total general	**29,090,300.00**	**2,909.03**	**100.00**

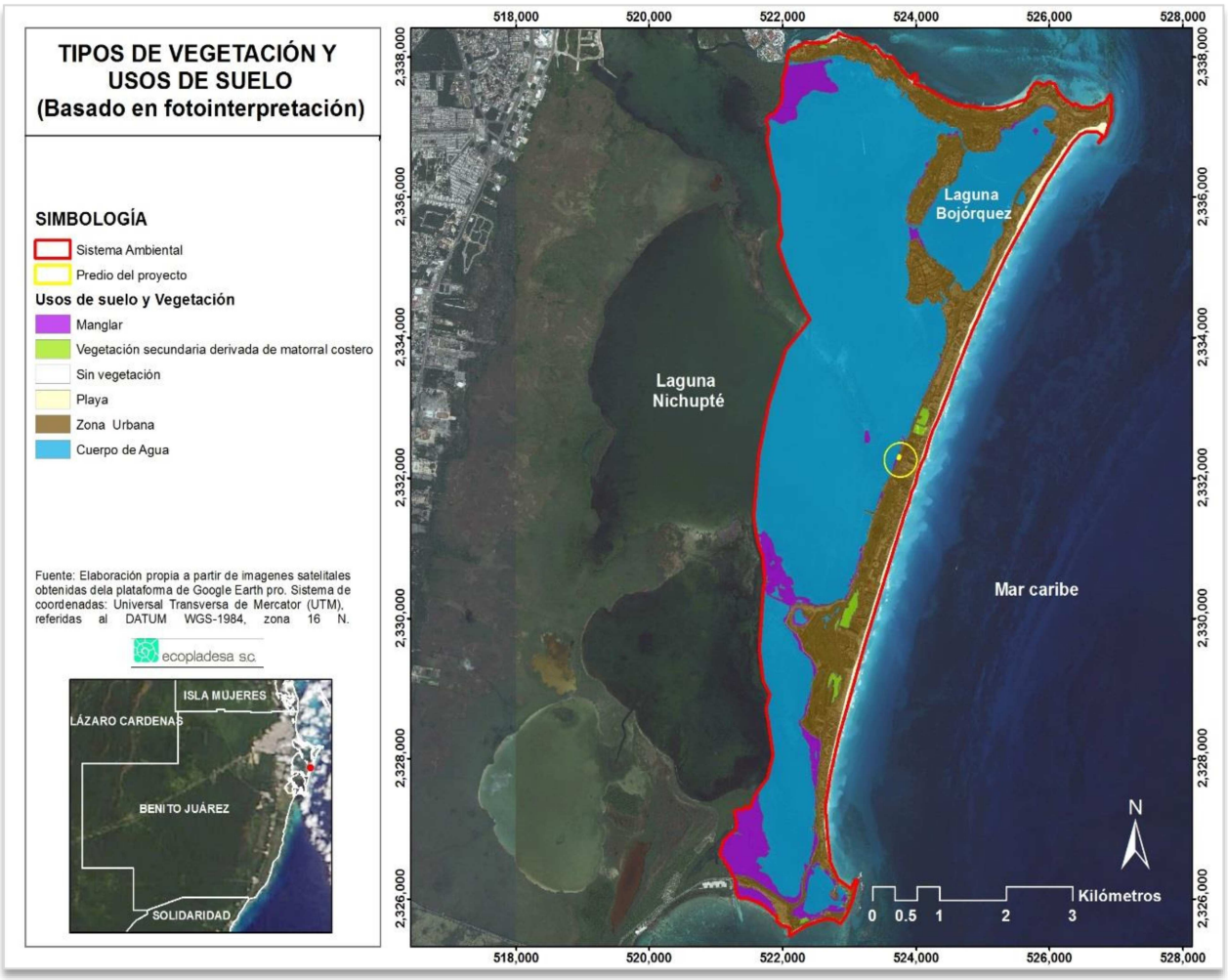


Figura 2. Mapa de vegetación y uso de suelo del SA de acuerdo a la fotointerpretación.

Basándonos en la caracterización de la parte terrestre del sistema ambiental, este se encuentra representado por 5 unidades ambientales, siendo la zona urbana la que mayor cobertura ocupa, seguida del manglar, la playa, la vegetación secundaria derivada de matorral costero y finalmente áreas sin vegetación.

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse medio, con base en la descripción de sus condiciones ambientales.

La vegetación terrestre solamente conserva los elementos naturales de manglar de borde, fragmentos pequeños aislados de vegetación secundaria de matorral costero o selva mediana (según nuestra fotointerpretación o según la clasificación del POEL) en la parte Oeste del Boulevard Kukulcán. El ecosistema de duna costera ha desaparecido casi en su totalidad tras la conformación del destino turístico de Cancún, sobre el cual se asentaron la totalidad de los hoteles que existen en la actualidad. Esto modificó la zona costera originando igual procesos de erosión intensa y recuperación de playas que son

las que se observan actualmente, las cuales son utilizadas para actividades recreativas de diferente índole por los turistas que arriban a la zona.

El sistema lagunar Nichupté-Bojórquez presenta una problemática ambiental derivada de las actividades antropogénicas pasadas efectuadas de manera mal organizada cuando inició la conformación de Cancún, sin embargo los desarrollos actuales se considera ya no estarían uniéndose a esa cadena de impactos negativos, dadas las actuales condiciones de infraestructura de servicios con los que ya cuenta la zona hotelera. Esta laguna también ofrece un paisaje atractivo para el turismo, por lo que se han asentado comercios de diversa índole y se hacen recorridos en embarcaciones de diferente tipo. Este atractivo también constituye una forma de disminuir la presión de actividades sobre la zona de playas.

La mayor riqueza de especies de flora y fauna se encuentran en el SLN como sistema acuático, aun cuando varias de ellas son indicadoras de eutrofización. En la zona hotelera son muy pocos los hoteles que mantienen áreas verdes naturales dentro de su estructura, y solo hay algunos parches aislados en predios como las ruinas de San Miguelito, entre otras.

En la vegetación la dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna.

La vegetación del predio y en general de esa franja de vegetación que colinda al Oeste con el Boulevard Kukulcán, presenta un estado de conservación medio, ya que en muchas secciones de ella son especies oportunistas, exóticas o exóticas invasoras las que dominan en su estructura, siendo las nativas una menor proporción. Sin embargo, es de notar que hay secciones donde a pesar de su ancho tan angosto dominan en mayor proporción especies de matorral costero o bien de manglar, de ahí que su estado de conservación se haya considerado como medio.

En el caso particular del predio y con el análisis a detalle de sus condiciones ambientales, la zona terrestre presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán.

La zona donde se ubica el predio está totalmente urbanizada, ubicándose en su parte Este, el Blvd. Kukulcán que es una vialidad de alto nivel de tránsito, ya que es la única vialidad de entrada y salida de la zona hotelera. Adicionalmente, a 100 m del predio, esta vialidad entronca con otra secundaria que lleva hacia una playa pública llamada Ballenas, lo que aumenta el nivel de perturbación cerca de este. La parte acuática del SLN, es una zona de tránsito de embarcaciones en el canal de navegación.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

Vegetación y fauna terrestre

En el predio se determinó que únicamente se presentan dos tipos de vegetación: vegetación de manglar (VM) y vegetación secundaria derivada de matorral costero (VS).

En el área de estudio se registró un total de 10 especies, las cuales representan 9 familias botánicas. Dichas especies se registraron en un solo tipo de vegetación: VS de matorral costero. Del mismo modo, en la vegetación de manglar de borde se reportó la presencia de 3 especies de mangle: *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa.* Dichas especies se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante los recorridos realizados en el área de estudio, se reportó la presencia física de 4 especies de fauna: 2 del grupo de las aves y 2 del grupo de los reptiles. Así mismo se observaron madrigueras de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*). De las 5 especies registradas, 1 se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Vegetación y fauna acuática

La cobertura de vegetación acuática dominante en los márgenes de la Laguna, corresponde a algas en las zonas más someras y en las poco más profundas se desarrollan pastos y áreas sin vegetación.

Dentro de los sitios muestreados se reconoció la presencia de *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (pastos marinos). Las algas se reportaron únicamente en el borde colindante al predio del proyecto y en claro sin vegetación, las especies reportadas pertenecen al grupo de las *Chlorophytas* (algas verdes).

La fauna acuática observada en el área de estudio en la cual pretende desarrollarse el proyecto, es escasa, encontrándose principalmente peces en las áreas cercanas a los muelles establecidos en las colindancias del predio del proyecto. Entre los individuos observados se tiene a *Lucania parva* (Sardinilla).

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

Para la planeación y diseño del proyecto fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, ingenieros y arquitectos), quienes determinaron a través de diversos estudios (caracterización de flora y fauna, etc.), las áreas más susceptibles de ser aprovechadas.

De esta manera, y bajo los lineamientos establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Cancún y la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez el proyecto consideró que:

- ✓ El proyecto “Barrio del Mar” se trata de un desarrollo turístico comercial que se desplantará en la zona federal marítimo terrestre concesionada a la promovente y en la parte acuática colindante del Sistema Lagunar Nichupté. En la zona concesionada se desplantará el área de servicios con su estacionamiento, un muelle de entrada y acceso de servicios de manera piloteada. En la laguna se instalará una plataforma hincada sobre pilotes donde se colocarán las obras (dos restaurantes, un bar, terrazas, área de mesas compartidas y un muelle para el amarre de embarcaciones de pequeño calado.

- ✓ El proyecto se desplantará en una superficie de 394.12 m^2 de la zona federal marítimo terrestre y 1,817.03 m^2 del sistema lagunar, de la cual solamente se aprovechará 412.84 m^2.

- ✓ Para el desplante de las obras en la zona federal marítimo terrestre se removerá una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de vegetación de matorral costero. En la laguna, fuera del área concesionada, los pilotes ocuparán 18.72 m^2, de los cuales 8.52 m^2 quedan sobre arenales con algas, 1.07 m^2 en arenales y 9.13 m^2 en arenal con pasto marino. De ahí que la superficie de aprovechamiento total es de 412.84 m^2.

- ✓ Para el desplante de las obras en la zona federal marítimo terrestre se removerá una superficie de 373.65 m^2 de vegetación secundaria derivada de vegetación de matorral costero. Esta actividad está exceptuada de autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo con la fracción I del inciso O del artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, ya que se trata de un proyecto turístico comercial donde se removerá una superficie menor a 500.00m^2 de vegetación, un predio de 650.69 m^2 (menor a 1,000.00 m^2) y que no corresponde a un ecosistema de selva.

- ✓ Las actividades y obras propuestas para el proyecto “Barrio del Mar” no conllevan alguna afectación del humedal, toda vez que no alterará la continuidad, contigüidad y funcionalidad ecosistémica e hídrica del mismo, ya que se conservarán los flujos naturales, su productividad, integridad y servicios ecológicos.

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego a la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (2014), se presentan junto con la MIA-P los programas requeridos con estrategias enfocadas a la conservación de diversos recursos, entre ellos destacan:

1. Programa de Rescate de Flora
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo de Residuos.
4. Programa de Reforestación y Ajardinado.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 16 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 25 posibles impactos potenciales que se pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Barrio del Mar".

De los 25 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 21 son negativos y 4 son positivos.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se derivan principalmente por las actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática, actividades de desmonte e instalación de obras provisiones, y por la presencia de personal.

Los impactos que se pudieran generar en esta etapa están relacionados con la reducción de la cubierta vegetal y desplazamiento de fauna, que conllevan afectaciones sobre los ejemplares de fauna, provocando su desplazamiento, sin embargo, se consideran acciones de rescate de manera previa al inicio de las actividades.

Se realizará el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, los cuales posteriormente serán incorporados en las jardineras. También se llevarán a cabo las actividades de ahuyentamiento de fauna y reubicación de la fauna de lento desplazamiento que se detecte.

En la laguna, se realizará la delimitación del área de trabajo y se podría afectar a la fauna sésil y de lento desplazamiento, principalmente organismos bentónicos como equinodermos, moluscos, y esponjas, sin embargo, de manera previa a realizar las actividades serán rescatados y reubicados en sitios adyacentes a la zona de trabajo con características similares.

Las actividades de desmonte provocarán la pérdida de suelo, cambios en la topografía del terreno, cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial del área que sea ocupada.

Otros impactos adversos pero de carácter temporal, son los derivados de las actividades de trazo, marcaje, instalación de obras provisionales, así como los causados por la presencia de los trabajadores. Para estas actividades se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes y el incremento en los niveles de ruido, así como la generación de residuos peligrosos como aceites quemados y estopas impregnadas de hidrocarburos. De la misma forma la presencia de empleados implica la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos y la generación de aguas residuales.

Impactos durante la etapa de construcción

Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con la construcción del área de servicios y por el hincado de los pilotes y en sí la construcción del muelle de entrada, acceso de servicios, plataforma y muelle para lanchas. En primera instancia se iniciará con las actividades de nivelación del área de servicios y cimentación, de tal manera que quede un piso para disponer los materiales y se colocará un sardinel con tabique con malla electrosoldada con cubierta plática en el perímetro que colinda con la laguna para evitar que los materiales y residuos se dispersen hacia la laguna.

La construcción de las obras en la zona concesionada provocará la compactación del suelo y tendrán un efecto sobre los patrones de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje. Para la cimentación del edificio, muelle de entrada y acceso de servicios, se utilizarán pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo de agua.

El flujo superficial se verá modificado en el área que sea ocupada por el área de servicios, sin embargo, se contempla que el estacionamiento tenga pendientes que permitan que el agua se conduzca hacia la vialidad existente.

Las actividades de hincado de pilotes modificarán la batimetría del área donde sean hincados, la cual es mínima. Durante el hincado se prevé la dispersión de sedimentos, que si no se contienen adecuadamente, pueden llegar a causar un impacto mayor a las comunidades bentónicas presentes en la zona de influencia del proyecto, sin embargo, se contempla el uso de mallas antidispersantes para que estos no se trasladen a otros sitios, además se contempla retirar estas mallas hasta que los sedimentos se asienten en el fondo.

Las actividades de construcción de las obras implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos, que conllevan alteraciones en la calidad del agua y del suelo, sin embargo, estos tendrán un manejo adecuado y únicamente se realizará su manejo en la zona federal concesionada.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la colonización de nuevos hábitats para la fauna, ya que se proveerán nuevos sitios para refugio, alimentación y reproducción en la zona terrestre como en la zona acuática. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa los impactos negativos están relacionados con las afectaciones derivadas de las actividades de mantenimiento de las obras, y en sí por su operación.

Durante la operación del proyecto se prevé la generación de residuos sólidos y de manejo especial principalmente por las actividades de preparación de alimentos y bebidas, los cuales serán separados de acuerdo con su tipo y trasladados al cuarto de basura, para

su posterior entrega al servicio de limpia y/o empresas encargadas de su reciclaje. Estas actividades suponen impactos como el de generación de mayores volúmenes, y la separación inadecuada de los residuos, lo cual afectará el sitio de disposición final de residuos, sin embargo, se contempla adoptar buenas prácticas de separación y reducción para evitar que lleguen volúmenes mayores al relleno sanitario. No se dispondrán en el sistema lagunar.

También se prevé generar residuos peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento de las instalaciones del área de servicios, los cuales se dispondrán de manera adecuada y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

Durante esta etapa se podría afectar el fondo acuático durante las actividades de mantenimiento, ya que se remplazarán aquellas partes de madera que por uso continuo llegasen a romperse o deteriorarse, lo cual podría generar la dispersión de sedimentos, afectaciones a la flora y fauna acuática.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la creación de hábitats para la fauna terrestre y la generación de nuevos hábitat para la flora y fauna acuática que colonizarán los pilotes.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el sistema ambiental considerando:

- Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
- Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
- Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
Estado de Conservación de los Ecosistemas	El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse medio, con base en la descripción de sus condiciones ambientales. La vegetación terrestre solamente conserva los elementos naturales de manglar de borde, fragmentos pequeños aislados de vegetación secundaria de matorral costero o selva mediana (según nuestra fotointerpretación o según la clasificación del POEL) en la parte Oeste del Boulevard Kukulcán. El ecosistema de duna costera ha desaparecido casi en su totalidad tras la conformación del destino turístico de Cancún, sobre el cual se asentaron la totalidad de los hoteles que existen en la actualidad. Esto modificó la zona costera originando igual procesos de erosión intensa y recuperación de playas que son las que se observan actualmente, las cuales son utilizadas para actividades recreativas de diferente índole por los turistas que arriban a la zona. El sistema lagunar Nichupté-Bojórquez presenta una problemática ambiental derivada de las actividades antropogénicas pasadas efectuadas de manera mal organizada cuando inició la conformación de Cancún, sin embargo los desarrollos actuales se considera ya no estarían uniéndose a esa cadena de impactos negativos, dadas las actuales condiciones de infraestructura de servicios con los que ya cuenta la zona hotelera. Esta laguna también ofrece un paisaje atractivo para el turismo, por lo que se han asentado comercios de diversa índole y se hacen recorridos en embarcaciones de diferente tipo. Este atractivo también constituye una forma de disminuir la presión de actividades sobre la zona de playas. En la vegetación, la dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna. En el caso particular del predio y con el análisis a detalle de sus condiciones ambientales, la zona terrestre presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán. Al dejarse en las condiciones actuales el predio, continuarían propagándose los ejemplares de *Terminalia catappa*, los cuales no permitirían el desarrollo de plantas nativas. El área seguiría siendo	El diseño de criterios ecol Ordenamiento Juárez y lo Urbano de la El proyecto no tanto se perde área de aprov No se señaliz destinada a co La construcci medidas de pr a la flora y la f Se afectaría desmontaría la Se conformari especies exót nativas y se pr Se generaría adecuado pue su vez, puede Los residuos empeorando s En caso de d estas se infil contaminación Se realizaría contaminación

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
	utilizada para la disposición de residuos y material de construcción, que seguirían repercutiendo en sus condiciones ambientales tanto en la parte terrestre como acuática.	
Vegetación	El sistema ambiental se encuentra representado por 5 unidades ambientales, siendo la zona urbana la que mayor cobertura ocupa, seguida del manglar, la playa, la vegetación secundaria derivada de matorral costero y finalmente áreas sin vegetación. En el predio se determinó que únicamente se presentan dos tipos de vegetación: vegetación de manglar (VM) y vegetación secundaria derivada de matorral costero (VS). En la vegetación secundaria derivada de matorral costero se registró un total de 10 especies representantes de 9 familias. Dentro de esta composición no se registraron individuos enlistados en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El manglar de borde se ubica en el borde lagunar y presenta buen estado de conservación aparente, donde domina la especie de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), con individuos aislados de mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), establecidos en el borde que no está permanentemente inundado. Entre la vegetación de manglar existe un claro sin vegetación donde sólo se observa el cuerpo de agua con fondo arenoso con algas. El manglar de borde del predio se extiende fuera de sus límites hacia el sistema lagunar Nichupté. Las tres especies de manglar registradas están clasificadas como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin el proyecto, se mantendría la vegetación del predio, sin embargo, continuarían propagándose los ejemplares de *Terminalia catappa*, los cuales no permitirían el desarrollo de plantas nativas. La vegetación existente no aporta importantes servicios ambientales por sus condiciones.	Al llevar a cab se afectaría aledaña a las No se impler previa al inici especies de aprovechamie Se incrementa secundaria de Se reducirían tendría que de Se alteraría e mayor superfi Debido a qu afectaciones verse afectad poda, o por construcción. En las activi exóticas consi las nativas. No se llevaría No se erradica *catappa*, en el De la misma f colonización d mantener.
Fauna terrestre	Debido a las alteraciones y modificaciones en la cobertura vegetal y escases de hábitats para la fauna, son pocas las especies que se observaron en el área de estudio definida para la caracterización del proyecto. Se registró la presencia de ejemplares de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), lagartija (*Anolis sagrei*), paloma (*Zenaida*	Al desarrollar afectaría la v fauna asociad

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARI COMPENSA
	asiatica) y zanate (*Quiscalus mexicanus*), también se registraron madrigueras de cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*). De estas especies solo la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) está catalogada como especie amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las pocas especies existentes en el área son aquellas de tipo generalistas que son tolerantes a vivir en sitios urbanizados, o que sólo utilizan la zona como sitio de descanso o de paso. Sin el proyecto, el predio seguiría siendo utilizado por la escasa fauna que se presenta en el sitio. Se mantendrán los procesos que se desarrollan en el sitio, que seguirá siendo utilizado para tránsito o refugio.	La presencia ya sea por la algunas espec La presencia del suelo y ag residuos, lo c fauna nociva. El uso de r provocarían q sitios. El trán llevaría a cabo fauna por atro Al no realizar dañar a indivi enlistadas e pudieran enco Existiría un ma fauna.





Vegetación secundaria de matorral costero



Desnivel topográfico



Acumulación de residuos de manejo especial e vegetación

Sin medidas de mitigación, el proyecto no realizará el rescate de fauna que se detecte en las áreas de aprovechamiento.

Con medidas. El proyecto realizará el rescate y reubicación de fauna que se ubique en áreas de aprovechamiento hacia el área con vegetación colindante al sur del predio.







Sin medidas de mitigación, no se realizaría el rescate de la flora susceptible de ello, perdiéndose los ejemplares de flora susceptibles de ello.

Con medidas, el proyecto implementará acciones de rescate de la vegetación. Las plantas rescatadas serán embolsadas y recibirán mantenimiento, para su posterior uso en las jardineras.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
Suelo y topografía	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. La zona del proyecto tiene un talud de tierra conformado a niveles topográficos de 3.50 a 0.50 msnm. Es en la cota de 1.50 msnm donde comienza a observarse el manglar de borde por la transición del sustrato de manera un poco abrupta. El material de este talud de tierra parece piedra mal conformada que pareciera no tener un origen natural sino de terraplén conformado. Sin el proyecto, el suelo y la topografía se mantendrán en las mismas condiciones.	No se reali desmonten Se remove contención al manglar Se realizar sólidos, de ocasionar laguna. El proyecto modificando
Agua	De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidad geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, la cual encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre. Sin el proyecto, los flujos superficiales del agua se mantendrían en el predio, los cuales se interrumpen por la vialidad existente. Continuará el flujo que existe actualmente en la laguna.	La construc cabo confor de suelos, instalacione En la cime poniendo e hidrología s La mayor pa superficies superficial.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENAR COMPENS
Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Ritz Carlton, Sandos Cancún, Sunrise Golden Parnassus, Hard Rock Hotel , entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulcán, comercios y hoteles, muelles en la zona marina, así como el que generan las personas que se transitan por la zona. En relación con la emisión de contaminantes en el 2008, en el Estado de Quintana Roo se emitieron 135,070.64 Ton de CO, 47 291.63 Ton de NOx y 2,752.42 Ton de SO_2, entre otras partículas. En relación con la emisión de gases de efecto invernadero en el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO_2 equivalente.	Se increme atmósfera p lo que rep principalme No se resp mucho ruido especies de Se generarí materiales construcció Las partícul de conserva por el aum laguna.

Con medidas, se realizará el manejo adecuado de los residuos, conforme al Programa de Manejo de Residuos.

Sin medidas de mitigación, se llevaría la disposición inadecuada de los residuos que se generen, provocando contaminación al suelo y al agua.





Con medidas, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones de afinación para reducir las emisiones de humos y ruido.



Sin medidas de mitigación, no se realizaría el mantenimiento de la maquinaria y equipo, lo que podría ocasionar mayores emisiones de contaminantes, ruido y provocar fugas de aceite.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
Ecosistemas acuáticos		
Fondo lagunar	El predio se ubica en la cuenca centro del Sistema Lagunar Nichupté, que es una zona somera de acuerdo a los valores de profundidad y batimetría reportados para el área, fluctuando de 0.30 a 1.90 m con 1.52 m de promedio.	Se utilizarí desplantarí batimetría Se realizar marinos, lo
Hidrodinámica de la laguna	El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene interacción con el mar abierto a través de las bocas Cancún en el norte y Punta Nizuc en el sur, interactúa también con el agua subterránea a través de más de 20 manantiales de agua ubicados principalmente en el lado oeste del complejo lagunar. Esta es afectada por la acción del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas. El movimiento de sedimentos se da principalmente por la punta Cancún hacia los primeros bajos del sistema, por lo que la zona del predio no tiene relevancia en esta dinámica. Es importante mencionar que la presencia de motos acuáticas o embarcaciones de bajo calado es considerable en la zona, originando con ello la resuspensión de sedimentos por el tránsito de las mismas, por tratarse de un área con agua somera; así como la presencia de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos tanto en el borde de la laguna como en el fondo, lo que en general da un aspecto turbio del agua. La zona del proyecto está reportada como un área somera, cercana a los bajos que dividen el cuerpo central de la laguna con el cuerpo del sur, por lo que hay una resuspensión de sedimentos natural por la acción del viento y por tratarse de una zona de somera en profundidad, el cual se incrementa de manera considerable por el tránsito de embarcaciones, razón por la cual la flora acuática se observa con abundantes sedimentos pegados a su superficie.	Durante las llevaría a c por lo que l zonas. Continuaría no se delim El hincado interfiriendo
Vegetación acuática	La vegetación dominante en los márgenes de la Laguna, corresponde a manglar de borde dominado por *Rhizophora mangle*, mientras que la vegetación acuática presente en los sitios de muestreo corresponde las algas y pastos marinos (*Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*).	Se afectarí algas y pa reduciendo Durante las llevaría a c

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	Las algas se reportaron únicamente en el borde colindante al predio del proyecto, las especies reportadas pertenecen al grupo de las Chlorophytas (algas verdes). La vegetación acuática del Sistema Lagunar ha mermado sus poblaciones por daños físicos de tránsito de embarcaciones y por las condiciones de eutrofización que prevalecen en el Sistema Lagunar en toda su extensión, derivado de las descargas de aguas residuales existentes. De tal forma que esta cobertura vegetal presenta condiciones modificadas por los factores ambientales en los que se desarrolla tanto en composición como en cobertura. La vegetación marina continuará su desarrollo en la laguna.	por lo que l zonas, pro pastos y al Al generar afectaría el de estudio.
Fauna acuática	La fauna acuática observada en el área de estudio en la cual pretende desarrollarse el proyecto, es escasa, encontrándose principalmente peces en las áreas cercanas a los muelles establecidos en las colindancias	Durante la podrían pro están fijos enterrados

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	del área concesionada. Entre los individuos observados se tiene a *Lucania parva* (Sardinilla). Fuera de los sitios de muestreo, se registró la presencia de una especie de medusa: *Cassiopeia xamachana*, esta es una especie de medusa tropical de la clase de los escifozoos que vive en manglares y lagunas litorales de escasa profundidad, la cual es indicadora de eutrofización de sistemas acuáticos. El área de estudio no presenta una diversidad de especies significativa, sin embargo es un sitio de alimentación y/o reproducción de especies marinas, que una parte o la totalidad de su ciclo de vida lo realiza en los diversos ambientes acuáticos que existen en el Sistema Lagunar Nichupté. Sin el proyecto, se mantendrá la diversidad existente en el sitio y las condiciones bajo las cuales sobreviven los organismos.	Los pilotes realizar el reubicación la laguna. Se extraer naturales d Se realiza comercializ
Procesos	La mayor riqueza de especies de flora y fauna se encuentran en el Sistema Lagunar Nichupté como sistema acuático, aun cuando varias de ellas son indicadoras de eutrofización. En la zona hotelera son muy pocos los hoteles que mantienen áreas verdes naturales dentro de su estructura, y solo hay algunos parches aislados en predios como las ruinas de San Miguelito, entre otras. La vegetación dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna. Sin el proyecto, se mantendrían los procesos existentes en el sistema lagunar, el cual tiene reporte de niveles de contaminación y eutrofización, por lo que sus funciones como filtro se llevan al máximo, y vive en un sistema con un grado considerable de degradación.	Durante la podrían pro están fijos enterrados Los pilotes realizar el reubicación la laguna. Durante las vegetación los ejempla Se reducir procesos mantienen No se llev como medi

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN

Con medidas, se realizará el rescate de organismos bentónicos de las áreas de aprovechamiento en la zona acuática, con el fin de aminorar el impacto sobre los mismos.

Sin medidas de mitigación, no se realizaría el rescate de los organismos acuáticos, afectando su abundancia.



Con medidas, se realizará la reforestación de los bordes del área de conservación, con ejemplares de *Conocarpus erectus*, con el fin de incrementar la cobertura de manglar.





Sin medidas de mitigación, no se realizarían las actividades de reforestación, lo que repercutiría en la aportación de materia orgánica al humedal, y no se generaría un hábitat para la fauna.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 Kg/persona/día.	En el proye de los resi la calidad d laguna. No se real que llegue Los residu residuos s llevarían a impactos y
Transporte y flujo de tráfico	El flujo de tráfico es constante en la zona hotelera de Cancún, es principalmente por el Boulevard Kukulcán. De la misma forma, en el sistema lagunar el flujo de embarcaciones es constante.	Los vehícu velocidad. Se obstruir traslado y c
Salud humana	Se pueden causar riesgos a la salud durante las actividades de construcción de cualquier proyecto.	Los trabaj personal. No se conta posible la a No se conta está herido
Paisaje	En general es un SA fragmentado, siendo la vialidad principal el Blvd. Kukulcán, y al Este de la cual se desarrolló la zona hotelera de Cancún porque colinda con la playa y el Mar Caribe. El oeste del Blvd. colinda con el Sistema Lagunar Nichupté donde también hay asentada infraestructura de servicios de diversa índole.	No se colo daría un m Las afecta maquinaria inadecuada

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENA COMPEN
	El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; el SLN y zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre. El escenario del predio del proyecto, es muy visible para los espectadores, ya que la vegetación que se desarrolla en éste es de baja altura y está rodeado por un extremo la vialidad principal de acceso Blvd. Kukulcán, y por el otro lado los que transitan por la laguna.	Una vez qu residuos q aspecto.
Economía	En la Ciudad de Cancún se realizan actividades marítimo-portuarias en diferentes puntos de su litoral costero y lagunar. En el sistema ambiental se registran un poco más de 20 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones. Asimismo, se registraron algunos restaurantes.	El proyecto mitigación funcionami economía e Cancún.

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintos programas o medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental,* exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobretodo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Este Programa Integral de Manejo Ambiental se ha integrado de los siguientes programas incluidos en esta MIA-P, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Rescate de Flora
2. Programa de Rescate de Fauna.
3. Programa de Manejo de Residuos.
4. Programa de Reforestación y Ajardinado.

<u>Preparación del sitio, Construcción y Operación</u>.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 2. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local	Contratación de personal local
Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
Instalación de sanitarios portátiles.	Limpieza de los sanitarios portátiles.	Conexión de las obras del proyecto al drenaje municipal.
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Medidas de seguridad en caso de accidentes
Rescate de flora y fauna	Actividades de reforestación y conformación de jardineras.	Mantenimiento de áreas reforestadas y de conservación. Mantenimiento de jardineras.
Colocación de borde perimetral con tabiques y malla electrosoldada	Actividades dentro del área de aprovechamiento.	Monitoreo y vigilancia del área de conservación
Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Instalación de equipos ahorradores, buenas prácticas ambientales
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Mantenimiento periódico de equipos y de las instalaciones.
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

8. CONCLUSIONES.

El proyecto “Barrio del Mar” propone un desarrollo que se ejecutará de manera adecuada para evitar impactos negativos por malas prácticas en materia ambiental.

Por las características del proyecto y los resultados de su evaluación ambiental, se considera que este es viable de construir, toda vez que se trata de un proyecto turístico comercial que se llevará a cabo tomando las medidas necesarias para reducir los impactos previstos y coadyuvará con el cuidado al ambiente mediante la ejecución de buenas prácticas ambientales.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- El proyecto “Barrio del Mar” se trata de un desarrollo turístico comercial que se desplantará en la zona federal marítimo terrestre concesionada a la promovente y en la parte acuática colindante del Sistema Lagunar Nichupté. En la zona concesionada se desplantará el área de servicios con su estacionamiento, un

muelle de entrada y acceso de servicios de manera piloteada. En la laguna se instalará una plataforma hincada sobre pilotes donde se colocarán las obras (dos restaurantes, un bar, terrazas, área de mesas compartidas y un muelle para el amarre de embarcaciones de pequeño calado.

- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apegarse a las estrategias de protección del sistema ambiental.

- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos permanentes, asimismo se consideran acciones de reforestación que promoverán la creación de hábitats de fauna.

- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.

- En el predio se destinará el 39.43% (256.57 m^2) como áreas de conservación, donde se mantendrá la vegetación natural y los arenales con algas, que continuarán proveyendo sus servicios ambientales y servirá como hábitat para la fauna.

- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentarán el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICE

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO. 3
1.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA. 3
1.2 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA SECCIÓN TERRESTRE DE LA ZOFEMAT. 11
2. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO. ..12
3. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA ZONA LAGUNAR. 12
4. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 14
5. REFERENCIAS. 27

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO.

1.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA.

El día 5 de mayo de 2017 se llevó a cabo la prospección del sitio con la intención de reconocer las condiciones actuales de la vegetación. Como parte de la prospección se hicieron recorridos en el predio y con un GPS se registró la geolocalización de las zonas o puntos de interés particular. Posteriormente, el 15 de mayo de 2017 se realizó un sobrevuelo con ayuda de un Drone de la marca 3D Robotics. Posteriormente, las imágenes aéreas se procesaron en el software Pix4D para obtener un ortofotomosaico digital.



Figura 1. Equipo para sobrevuelo.

El análisis espacial se realizó con el software de sistemas de información geográfica (SIG) Arcmap 10.1, y para la cartografía básica del predio se utilizó el software de diseño asistido Autocad.

Con base en el ortofotomosaico obtenido se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró mediante el trabajo de campo que comprendió recorridos prospectivos y de muestreo.

Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Sony Cyber –shot de 10.1 mega pixeles.

El método de muestreo que se aplicó ha sido sugerido, aplicado y adaptado por diversos ecólogos en evaluación de comunidades biológicas densas, y ha sido recomendado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), mismo que a continuación se describe.

DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO.

El presente estudio trata de describir de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio. Los resultados se presentan de acuerdo con las definiciones de Macario-Mendoza (1990, 2003), donde se especifica que la estructura de la vegetación es la organización en el espacio de los individuos que componen una asociación vegetal, con elementos primarios, como son forma de vida, estratificación y cobertura de la vegetación, y se presenta en tres componentes: 1) *La estructura vertical*, como el arreglo de las especies en capas o estratos. 2) *La estructura horizontal*, como la distribución espacial de los individuos a partir de la cual se reconocen patrones de distribución para cada especie y en la vegetación en su conjunto, y 3) *La estructura cuantitativa*, definida en función de cálculos tales como: densidad, cobertura, biomasa o área basal, etc.

Para realizar la descripción del sitio, se llevaron a cabo diversos análisis, tanto cuantitativos como cualitativos de la flora, apoyados en las técnicas y recomendaciones metodológicas descritas en el material bibliográfico especializado que a continuación se enlista: Krebs (1985 y 1989); Begon *et al.* (1986); Fredericksen y Mostacedo (2000); Conesa *et al.* (2003), y Bautista-Zuñiga *et al.* (2004).

a) Tamaño de muestra y registro de datos.

El muestreo de la vegetación en el predio donde pretende desarrollarse el proyecto, se realizó el 5 y 15 de mayo de 2017. Partiendo de la distribución de la vegetación con diferentes grados de perturbación, se planteó un muestreo en 3 sitios separados entre ellos por una distancia aproximada de 7 m y una superficie de 25 m^2 cada uno (5 m x 5 m), lo cual representa un 11.53% de muestreo respecto de la superficie total del predio. Estos sitios se distribuyeron en la superficie que ocupa la vegetación secundaria derivada de matorral costero (Figura 2).



Figura 2. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes aspectos de la vegetación:

- Familia botánica.
- Nombre científico.
- Nombre común.
- Número de individuos por especie y estrato vegetal al que pertenecen.
- Altura promedio por individuo. Estimada visualmente.
- Diámetro a la altura del pecho de todos los árboles o individuos de especies que tuvieran más de 10 cm. La excepción de la medición de diámetro mínimo fue para especies protegidas o especiales o que por su frecuencia y complexión difícilmente alcanzarían este diámetro. En el caso de especies con estatus se midieron todos los individuos. Este parámetro de se midió con una cinta diamétrica.
- Diámetro basal en aquellas que no dieron el DAP a 1.30 m.
- Estimación del porcentaje total de la cobertura de cada especie. En el caso de alguna especie herbácea o postrada se estimó midiendo el área que ocupaba con un flexómetro.

La estimación de cobertura se hizo particularmente para los ejemplares juveniles (plántulas), arbustivas y herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.

En las imágenes siguientes se ilustra la metodología antes descrita.

Trazo de cuadrantes



Medición y marcaje



Registro



Figura 3. Trabajo de campo realizado para el levantamiento de información sobre la vegetación presente en el predio.

En el manglar de borde solamente se identificó la especie, se midió el DAP y altura de los individuos dentro de la concesión de ZOFEMAT y en el borde lagunar, para tener parámetros de referencia para la descripción de sus características fisonómicas, y se registró la presencia de eventos de reproducción y plántulas. En el área concesionado son muy pocos los ejemplares de manglar, de ahí que no haya sido establecido un muestreo sistemático, se realizó un inventario. En el manglar de borde lagunar solamente hay mangle rojo, por lo que las mediciones generales efectuadas fueron solo para su descripción general.



Figura 4. Medición del diámetro de los ejemplares de manglar.

b) Análisis de resultados.

Con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros de la comunidad vegetal que a continuación se describen, utilizando las siguientes definiciones y fórmulas:

- **Riqueza Especifica**

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra “S”.

- **Índice de Diversidad**

La diversidad de especies, en su definición, considera tanto al número de especies (riqueza), como el número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. El índice de diversidad permite evaluar numéricamente la relación entre la riqueza y la abundancia de especies. El índice de Simpson es la probabilidad numérica de que dos individuos elegidos al azar en una población sean de la misma especie. Para medir la diversidad en la comunidad vegetal motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula estadística:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi$$

Donde:

S= Riqueza específica de la comunidad.
Pi= Proporción de individuos de la especie i en la comunidad =
Número de individuos de la especie “X” / Número total de individuos.

- **Equitabilidad**

Toma valores entre 0 y 1 y compara los valores de diversidad observados y la diversidad máxima que es un supuesto que implica que todas las especies tengan un mismo número de individuos. D max = S. La equitabilidad se calculó como:

$$E = \frac{D}{D\ max}$$

Dónde:

D=Diversidad y D max es la diversidad máxima.

- **Abundancia**

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Sin embargo, bajo algunas circunstancias donde las formas de crecimiento no permiten contar o evaluar el número de individuos de cada especie de forma independiente, debido a su forma de vida rastrera o postrada que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterrada bajo el suelo, como el caso de la mayoría de las herbáceas, también puede medirse en función de la Cobertura.

- **Cobertura**

La cobertura también ha sido utilizada para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad es muy difícil, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies o formas de vida. La cobertura es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos. En el método de cuadrantes, la cobertura se expresa en términos del porcentaje del espacio que ocupa una especie dentro de la unidad de muestreo.

- **Densidad**

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie o una clase de plantas, principalmente cuando las formas de vida permiten el conteo independiente de cada individuo. La densidad definida con la letra "D" es el número de individuos de una especie, presentes en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa "Dr" o absoluta "Da".

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{número\ de\ individuos\ \mathrm{X}}{total\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie "X" presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

$$Dr = \frac{número\ de\ individuos\ de\ la\ especie\ \mathrm{X}}{área\ muestreada\ en\ m^2} x\ área\ total$$

- **Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ X}{suma\ de\ los\ valores\ de\ frecuencia\ de\ todas\ la\ especies} x\ 100$$

- **Diámetro**

El diámetro del tronco de un árbol consiste en determinar la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia. Este parámetro se midió utilizando una cinta métrica a una altura promedio de 1.3 m de la superficie del suelo, obteniendo el perímetro del tronco a la altura del pecho.

El nivel de 1.3 m de altura para realizar la medición sólo se utilizó para estimar el perímetro de los individuos con formas de vida arbóreas. Para el caso de los individuos que se ramifican desde la base, se midieron los diámetros de todos los tallos y sus áreas se sumaron. Uno de los supuestos de este cálculo es que se considera que los troncos tengan una forma circular perfecta al corte. Esta medida también es una forma de calcular la dominancia. Con estos datos se calculó el diámetro mediante las siguientes fórmulas:

$$D = \frac{P}{\pi}$$

Donde:

D = Diámetro a la altura del pecho
P = Perímetro o circunferencia a la altura del pecho (1.30 m).
π = 3.14159226

- **Dominancia**

Considerada como el área que ocupa una especie, la Dominancia relativa (Dor) es el área que ocupa una especie con relación al resto de las especies, es una medida que se expresa en porcentaje y se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$Dor = \frac{Área\ ocupada\ por\ el\ tronco\ a\ la\ del\ pecho\ de\ la\ especie\ \ X}{Área\ ocupa\ por\ el\ tronco\ a\ la\ altura\ del\ pecho\ de\ todas\ las\ especies} x\ 100$$

- **Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)**

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad, frecuencia y dominancia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad, frecuencia y dominancia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 300.

$$I.V.I = Densidad\ relativa + Frecuencia\ relativa + Dominancia\ relativa$$

Calculando el I.V.I, sobresale el hecho de que no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros individualmente, resultan ser las de mayor importancia ecológica.

- **Taxonomía**

La información taxonómica y los datos sobre toponimia (nombre común utilizado localmente) se apoyaron en los trabajos y determinaciones realizadas por Cabrera *et al*., (1982); Pulido y Serralta (1993); Duran *et al*. (2000); Orellana *et al.,* (2001); Arellano *et*

al. (2003); Gómez y Flores (2003); Rodríguez *et al.* (2003); Mackinnon y Flores (2005); Fernández-Concha (2010); y el Atlas de Plantas Vasculares de Florida (www.plantatlas.usf.edu), el Sitio web de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Malezas de México (www.conabio.gob.mx/malezasdemexico, consultado en marzo 2016).

- **Estratificación**

Para analizar la estructura vertical de la vegetación del área de estudio se contabilizaron a los individuos de la siguiente forma:

- *Estrato arbóreo*: individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP.
- *Estrato arbustivo*: individuos menores de 10 cm de DAP (parcela 25 m^2).
- *Estrato herbáceo*: individuos de todos los tamaños (parcela 2 m^2). Aquí se incluyen las formas de vida herbácea, epífitas, plántulas de otras formas de vida y especies trepadoras con crecimiento ascendente y procumbente.

1.2 CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA SECCIÓN TERRESTRE DE LA ZOFEMAT.

Basados en los antecedentes de la vegetación presente en el predio de pretendida ubicación del proyecto, en el trabajo de campo y en el ortofotomosaico generado para el área de estudio, se integró un mapa de vegetación, donde se determinó que únicamente se presentan dos tipos de vegetación: vegetación de manglar (VM) y vegetación secundaria derivada de matorral costero. Es importante mencionar al interior del predio se distinguen áreas desprovistas de vegetación.

En términos generales la topografía del sitio es irregular, siento topográficamente más elevado en las áreas donde se presenta la vegetación secundaria derivada de matorral costero y bajando paulatinamente a la zona de manglar.

Como se mencionó con anterioridad, el predio se encuentra cubierto en su mayoría por vegetación secundaria derivada de matorral costero, misma que ocupa el 64.12% del total de la superficie, mientras que el manglar se encuentra ocupando el 35.88% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficies de los tipos de vegetación y usos de suelo en el área de estudio.

Tipos de vegetación y usos de suelo	Superficie m^2	Superficie Ha	%
Manglar	182.74	0.018	28.08
Claro-Ramas del dosel del manglar	34.62	0.00	5.32
Vegetación secundaria derivada de matorral costero	433.33	0.043	66.60
Total	**650.69**	**0.065**	**100**

2. CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL PREDIO DEL PROYECTO.

MÉTODOS DE MUESTREO

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo en busca de manera directa e indirecta de individuos. Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico. También se llevó a cabo el registro de especies observadas en la colindancia del área del proyecto, en el caos de registrar avistamientos.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas para cada grupo como son: Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biosfera de Sian Ka´an de Calderon-Mandujano *et al.* (2008), Aves comunes de la Península de Yucatán de Eduardo Llamosa Neuman (2008) y Sal a Pajarear Yucatán (Guía de aves) de Bárbara McKinnon (2013).

3. CARACTERIZACIÓN DE FLORA Y FAUNA DE LA ZONA LAGUNAR.

Como se mencionó en el Capítulo II de la presente MIA-P, parte del proyecto se desplantará sobre la laguna Nichupté, por lo que se hizo una caracterización de la flora y fauna presente en la porción que ocupara el proyecto en agua.

MÉTODOS DE MUESTREO

El 20 de mayo de 2017 se llevó a cabo la prospección del sitio donde se propone el proyecto con la intención de conocer las condiciones predominantes del fondo lagunar, y poder definir un área para estudio en función de la propuesta de ubicación del proyecto. Como parte de la prospección se hicieron recorridos con ayuda de un GPS marca Spectra precisión abarcando las áreas de interés.

Uno de los resultados de la prospección fue la definición del área de estudio con base al contorno y conformación estructural del fondo lagunar de la plataforma en donde se pretende el proyecto. Así, el área de estudio definida como área de influencia inmediata del proyecto se encuentra en un polígono 11,514.73 m^2. De esta forma el trabajo de campo fue realizado sobre dicho polígono, tal y como se muestra en la imagen siguiente.

Se establecieron puntos de muestreo basados en el área definida como área de estudio, mismos que fueron objeto de recorrido en campo, se hizo un registro fotográfico del fondo lagunar y las condiciones de la vegetación del borde con ayuda de una cámara digital marca GoPro HERO 4. Al mismo tiempo se midió la profundidad y la salinidad en cada uno de los sitios de muestreo y se verificó la presencia de fauna.



Figura 5. Medición de la profundidad y registro de parámetros.

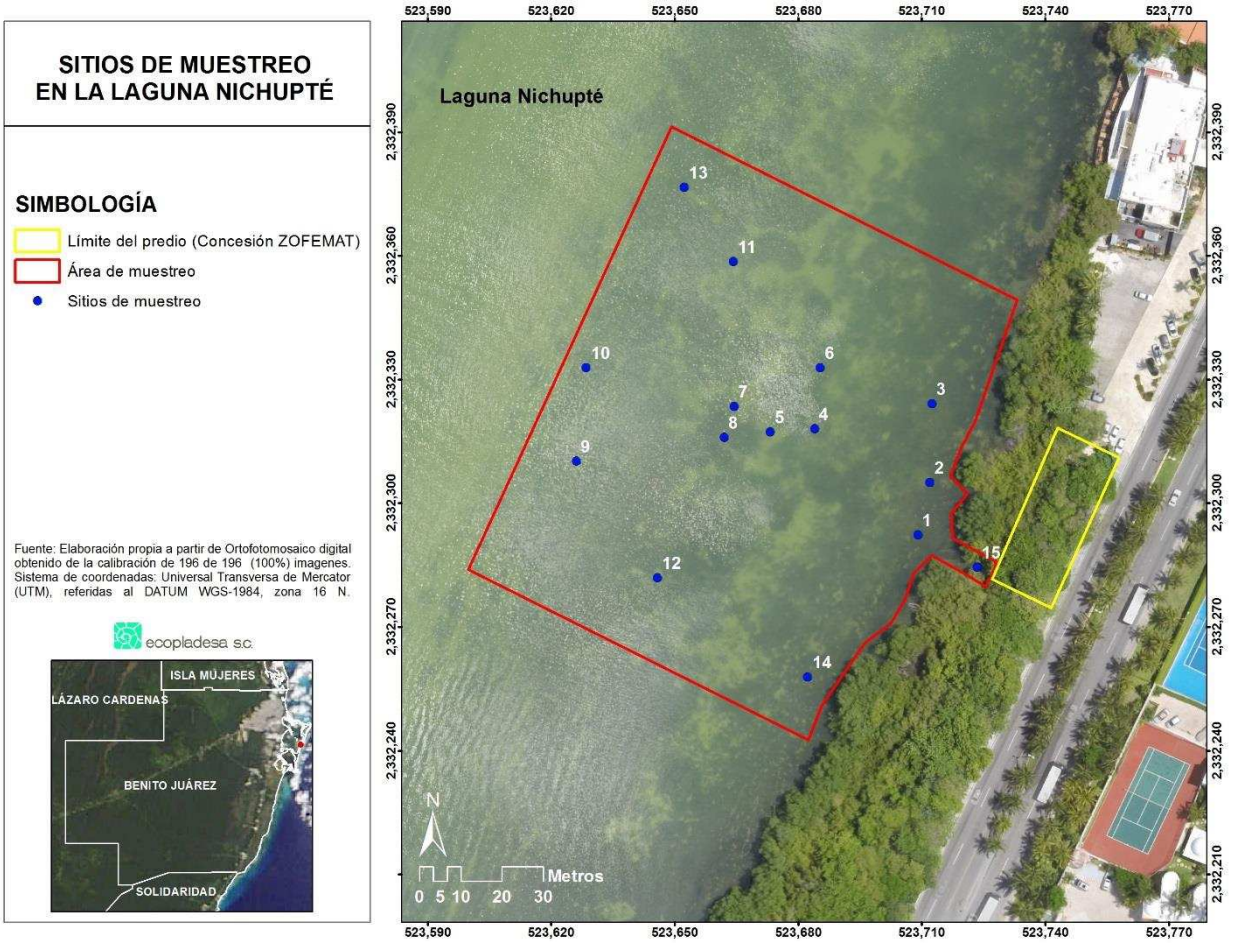


Figura 6. Polígono del área de estudio y sitios de muestreo.

4. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **"Barrio del Mar"**, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos "palpables", que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	**1.** Presencia de personal.
	2. Actividades de rescate de flora y fauna terrestre y acuática.
	3. Instalación de obras provisionales
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Hincado de pilotes y armado de estructura y obras de acceso, plataforma y muelle
	6. Construcción del área de servicios y estacionamiento
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación de los restaurantes, barra de bar, terrazas y zona de mesas, área de servicios y muelle.
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Afectaciones a las coberturas del fondo marino y organismos bentónicos.
- Cambios en las condiciones ecológicas de la laguna.
- Cambios en la topografía.
- Afectaciones a la flora y a la fauna.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Ecosistemas terrestres	
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Suelo
	Agua
Medio biótico	Flora terrestre
	Fauna terrestre
Ecosistemas acuáticos	
Medio abiótico	Fondo marino
	Hidrodinámica
Medio biótico	Fauna acuática
	Flora acuática
	Procesos ecológicos
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 4).

d) Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 4. Se indican los indicadores ambientales por factor ambiental

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Contaminación	Emisiones	CO_2, NO_X, SO_2
		Auditiva	dB
Topografía	Modificaciones	Cambios en la superficie	Superficie de afectación
Suelo	Contaminación	Acidificación	pH
	Erosión	Pérdida de suelo	cm/año
Agua	Contaminación	Cambios en la calidad del agua.	DBO, DQO, coliformes fecales, sólidos totales, etc.
Flora terrestre	Abundancia	Pérdida de ejemplares	No. de ejemplares Superficie desmontada
Fauna terrestre	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares	No. de individuos en el sitio.
Fondo lagunar	Modificación	Topografía del fondo marino	Topobatimetría
Hidrodinámica	Cambios en el transporte de sedimentos	Dispersión de sedimentos	Sólidos totales
	Cambios en el flujo de agua	Cambios en las corrientes de agua	Estudios hidrográficos
Flora acuática	Abundancia	Disminución de cobertura	Cobertura de pastos

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		de arenales con pastos y arenales con algas	marinos y algas
Fauna acuática	Abundancia	Pérdida de individuos	No. de ejemplares
	Generación de hábitats	Ejemplares que utilicen los pilotes como hábitat	No. de ejemplares y cobertura
Procesos ecológicos	Modificaciones en la distribución y cambios en la diversidad	Modificaciones en la distribución de los organismos. Cambios en la diversidad	Caracterización de las zonas de distribución de organismos. Diversidad
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	Generación de residuos sólidos urbanos.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclan
	Residuos Peligrosos	Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
Transporte y flujo de tráfico	Flujo de tráfico	Aumento	No. de vehículos/hora
Salud humana	Exposición a personas	Eventos meteorológicos y riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación	No. de empleos
Paisaje	Cambios	Modificación del paisaje	Visibilidad Calidad Fragilidad

e) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 5).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 5. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
Ecosistemas terrestres		
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Ritz Carlton, Sandos Cancún, Sunrise Golden Parnassus, Hard Rock Hotel , entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulcán, comercios y hoteles, muelles en la zona marina, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	Topografía	La zona del proyecto tiene un talud de tierra conformado a niveles topográficos de 3.50 a 0.50 msnm. Es en la cota de 1.50 msnm donde comienza a observarse el manglar de borde por la transición del sustrato. El material de este talud de tierra parece piedra mal conformada que pareciera no tener un origen natural sino de terraplén conformado.
	Suelo	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.
	Agua	En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media pér capita por habitante de 6,740.0 m^3 de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 metros cúbicos por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua. De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, una fracción del SA del proyecto se encuentra en la unidades geohidrológica, material no consolidado con posibilidades bajas, el cual encuentra distribuida en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
Medio biótico	Flora Terrestre	La zona terrestre presenta un estado de conservación bajo, ya que la vegetación presenta impactos evidentes por actividades pasadas, visibles por la dominancia de la especie exótica *Terminalia catappa*, y su establecimiento sobre un sustrato que se observa es en parte artificial como material de relleno, que se presume pudo haber sido desde la conformación del Blvd. Kukulcán. En la vegetación secundaria derivada de matorral costero se registró un total de 10 especies representantes de 9 familias. Dentro de esta composición no se registraron individuos enlistados en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna terrestre	
Ecosistemas acuáticos		
Medio abiótico	Fondo lagunar	El predio se ubica en la cuenca centro del Sistema Lagunar Nichupté, que es una zona somera de acuerdo a los valores de profundidad y batimetría reportados para el área, fluctuando de 1.0 a 2.0 msnm.
	Hidrodinámica de la laguna	El sistema lagunar de Nichupté-Bojórquez tiene interacción con el mar abierto a través de las bocas Cancún en el norte y Punta Nizuc en el sur, interactúa también con el agua subterránea a través de más de 20 manantiales de agua ubicados principalmente en el lado oeste del complejo lagunar. Esta es afectada por la acción del viento, principalmente de los alisios y de las mareas a través de las dos bocas. El movimiento de sedimentos se da principalmente por la punta Cancún hacia los primeros bajos del sistema, por lo que la zona del predio no tiene relevancia en esta dinámica. La laguna padece la acción antropogénica directa de la zona hotelera y de la ciudad de Cancún a través de las descargas de aguas residuales vertidas directamente o por conducción subterránea y que aflora en el sistema lagunar en los manantiales. Afectan la calidad del agua el paso de las innumerables lanchas, el corte de manglar y la afluencia de sustancias químicas que deterioran al sistema lagunar.
Medio biótico	Flora acuática	El sistema lagunar Nichupté-Bojórquez se caracteriza por la presencia de vegetación acuática sumergida representada por pastos marinos y algunas algas. De los pastos la especie dominante es *Thalassia testudinum*.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
	Fauna acuática	Dentro de la fauna acuática presente en el Sistema Lagunar Nichupté se tiene registrados organismos nectónicos y bentónicos que dependen de la vegetación.
	Procesos ecológicos	La mayor riqueza de especies de flora y fauna se encuentran en el SLN como sistema acuático, aun cuando varias de ellas son indicadoras de eutrofización. En la zona hotelera son muy pocos los hoteles que mantienen áreas verdes naturales dentro de su estructura, y solo hay algunos parches aislados en predios como las ruinas de San Miguelito, entre otras. En la vegetación la dominante es el manglar de borde, ya que se encuentra en el litoral de la laguna Nichupté, la cual ofrece servicios ecosistémicos al sistema, especialmente de filtro de sustancias contaminantes y materia orgánica, y de hábitat para flora y fauna.
Medio socioeconómico	Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 Kg/persona/día.
	Transporte y flujo del tráfico	El flujo del tráfico de la zona hotelera de Cancún, es principalmente por el Boulevard Kukulcán, mientras que en la zona marina, el flujo de embarcaciones es constante.
	Salud humana	La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán “Wilma”, junto con “Gilberto”, han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso de

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		equipos de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.
	Economía	La Ciudad de Cancún no es un puerto, pero en ella se realizan actividades marítimo-portuarias en diferentes puntos de su litoral costero y lagunar, entre los que se encuentran los siguientes: Blue Water (Bahía de Mujeres), Carlos & Charlies (Laguna Nichupté), Marina Mundo Marino (Caribe), Marina Aqua Tour (Laguna Nichupté), Terminal para tenders (Caribe), Marina Las Perlas (Laguna Nichupté), Foturin, muelles, plataformas y delfinarios, Marina Hacienda del Mar (1.5 Km Carretera Puerto Juárez-Punta Sam). En el sistema ambiental se registran un poco más de 15 marinas, muelles y atracaderos, utilizados para el resguardo de diferentes tipos de embarcaciones.
	Paisaje	En general es un SA fragmentado, siendo la vialidad principal que es el Blvd. Kukulcán, y al Este del cual se desarrolló la zona hotelera de Cancún porque colinda con la playa y el Mar Caribe. El oeste del Blvd. colinda con el Sistema Lagunar Nichupté donde también hay asentada infraestructura de servicios de diversa índole. El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; el SLN y zona de playa que ofrecen belleza escénica con los elementos naturales que enmarcan; y la escasa vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre. El escenario del predio del proyecto, es muy visible para los espectadores, ya que la vegetación que se desarrolla en éste es de baja altura y está rodeado por un extremo la vialidad principal de acceso Blvd. Kukulcán, y por el otro lado los que transitan por la laguna. Cuando el proyecto se encuentra en operación, este podrá ser apreciado desde varios puntos del sistema ambiental.

Tomando como base los indicadores que se definieron, antes se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 6. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Ecosistemas terrestres	
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y ruido.
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Pérdida de suelo
	Cambios en las características del suelo por las actividades de compactación.
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.
Flora terrestre	Pérdida de individuos y disminución de cobertura.
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia.
	Afectación a especies bajo protección y con importancia ecológica.
	Creación de hábitats para la fauna.
Ecosistemas acuáticos	
Fondo lagunar	Cambios en la topografía del fondo lagunar
Hidrodinámica de la laguna	Cambios en la calidad del agua de la laguna por dispersión de sedimentos
Flora acuática	Disminución en las coberturas de vegetación acuática.
	Creación de hábitats para la flora acuática
Fauna marina	Pérdida de organismos acuáticos
	Creación de hábitats para la fauna acuática
Procesos ecológicos	Cambios en los patrones de distribución de los organismos acuáticos, abundancia y sobrevivencia.
	Cambios en el crecimiento, procesos de reproducción y reclutamiento del manglar
Medio socioeconómico	
Residuos	Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME)
	Generación de Residuos Peligrosos (RP)
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de Empleos
Paisaje	Modificación del paisaje

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican

los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia.

La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc\ 5$ Expresión V.1

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:
I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

Imax= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 7. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto dura menos de 1 mes.	**Mediano:** el efecto dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 8. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no	0.33 o menor

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
	comprometen la integridad de los mismos.	

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

5. REFERENCIAS.

Carbajal N. Backhaus J.O. "Simulation of tides, residual flow and energy budget in the Gulf of California". *Oceanologica Acta.* 1998 ; 21 :429-446.

Carbajal N., I. D. Núñez-Riboni (2002) Dispersión de contaminantes pasivos en el complejo lagunar de Altata-Ensenada del Pabellón, Sinaloa. Reportes del IPICYT. 2002. 1(1) :23-38.
Carbajal N., Stephanie Piney, Jorge Gómez Rivera (2005) A numerical study on the influence of geometry on the formation of sandbanks". *OCEAN DYNAMICS* ;55 :559-568

Carbajal Pérez, N. 2009. Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Hoja de Cálculo SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México, D.F.

Carruthers T.J.B., B.I. van Tussenbroek, y Dennison W.C. 2005. Influence of submarine springs and wastewater on nutrient dynamics of Caribbean seagrass meadows. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 64: 191-199.

Córdoba y Ordóñez, J. y A. García de Fuentes (2003), "Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 52, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 117-136.

Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May Pat y M. Juan Qui. 2000. ListadoFlorístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, C.A. Mérida. Yucatán. 259 p.

Escobar J., 2002.Contaminación de los Ríos y sus efectos en las Areas Costeras y el Mar. La. Comisión económica para América Latina y el Caribe. United Nations Publication. pp 5 y 11.

Espinosa Bouchot, M. 2010. Plan para la recuperación ambiental de la Laguna de Bojórquez. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua SNIB-CONABIO proyecto No. HL001. México D.F.

Flores, J.S. e I. Carvajal. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

González A. M. Merino y S. Czitrom, 1992. Laguna Bojórquez, Cancún: Un sistema de Características Marinas Controlado por la Atmósfera. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.

Hernández-Terrones L. 2014. Estudio de Contaminación de Sitios Específicos del Sistema Lagunar Nichupté. Reporte final. Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C. unidad de Ciencias del Agua. 56 p.

Herrera-Silveira J.A. 2006. Lagunas costeras de Yucatán (SE, México): Investigación, diagnóstico y manejo. ECOTROPICOS, 19(2): 94-108.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de hidrología subterránea.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de hidrología superficial.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de uso de suelo y vegetación.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002. Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo. 49 p.

Llamosa N. Eduardo 2008. Aves comunes de la península de Yucatán. Editorial Dante S.A. DE C.V. Mérida Yucatán, México. 144 p.

León L. Felipe 1993 Proyecto lagunar Nichupté. Reporte del Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua. Coordinación de Tecnología de Sistemas Hidráulicos, Subordinación de Hidráulica.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p

Merino M., S. Czitrom, E. Jordan, E. Martin, P. Thomé and O. Moreno, 1990. Hydrology and Rain Flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancún, Mexico. Estuarine Coastal and Shelf Sciences, 30, 223-237.

Mackinnon H. Bárbara, 2013. Sal a pajarear Yucatán (guía de aves). Editorial: la vaca independiente S.A DE C.V. México D.F. 287 p.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre en su Artículo 60 TER.

Ochoa J., Candela J. Sheinbaum J., Ageostrophic fluctuations in Cozumel Channel.Journal of Geophysical Research, Vol. 110, C02004, doi: 10.1029/2004JC002408,2005.

Pedrozo, D. 2008. Tesis Maestría titulada Respuesta hidrodinámica del Sistema lagunar Nichupté,Cancún México, Universidad Nacional Autónoma de México-Facultad de Ingeniería. 139 pp.

Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Aventuras, Municipio de Solidaridad, (Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día 8 de abril de 2011).

Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Publicado el día 20 de diciembre de 2010 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de Mayo de 2009.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012).

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

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) –Instituto Nacional de Ecología (INE) 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. Recuperado de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/173.pdf el 1 de marzo de 2016.

Ward, W. C. 1997. Geology of coastal islands, northeastern Yucatan peninsula. En: Vacher, H.L, Quinn, T. M. (editores). Geology and Hydrogeology of Carbonate Islands. Elsevier Science, B. V. Páginas publicadas 275 a 298.

Fitch H S, Henderson RW, y D M Hillis. 1982. Exploitation of Iguanas in Central America. pp. 397-417 En: Iguanas of the World: Their behavior, ecology, and conservation. (Eds. G Burghardt & A S Rand) Noyes Publ., Park Ridge, NJ.