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-0007/03/20**.

III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, CURP, número de teléfono celular y domicilio particular de personas físicas en páginas 11 y 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. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **043/2020/SIPOT,** en la sesión celebrada el **25 de mayo de 2020.**

VI. **Firma del titular:**

Biol. Araceli Gómez Herrera.

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" *

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre 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 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. 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. 8
1.7. DIMENSIONES DEL PROYECTO 8
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 11
2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 11
2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC) 11
2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.5. CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL 11
2.6. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 11
2.6.1. Calle y número 11
2.6.2. Código postal 11
2.6.3. Entidad federativa 12
2.6.4. Municipio o delegación 12
2.6.5. Teléfono 12
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA 12
3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 12
3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP 12
3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 12

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1. CLAVE DEL PROYECTO:

1.2. NOMBRE DEL PROYECTO: "Hotel Lote 15-18"

1.3. DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.3.1. Sector: Turístico

1.3.2. Subsector: Turístico Hotelero

1.3.3. Tipo de proyecto: Hotel

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

1.5. UBICACIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto "Hotel Lote 15-18" se pretende construir en el lote turístico residencial 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Turística de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

1.5.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.5.2. Municipio o delegación: Benito Juárez.

1.5.3. Localidad: Cancún

1.5.4. Coordenadas geográficas:

El predio del proyecto corresponde al lote turístico hotelero No. 15-18, Mz. 60, ubicado Sección A, Zona Turística de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo (Figura 1).

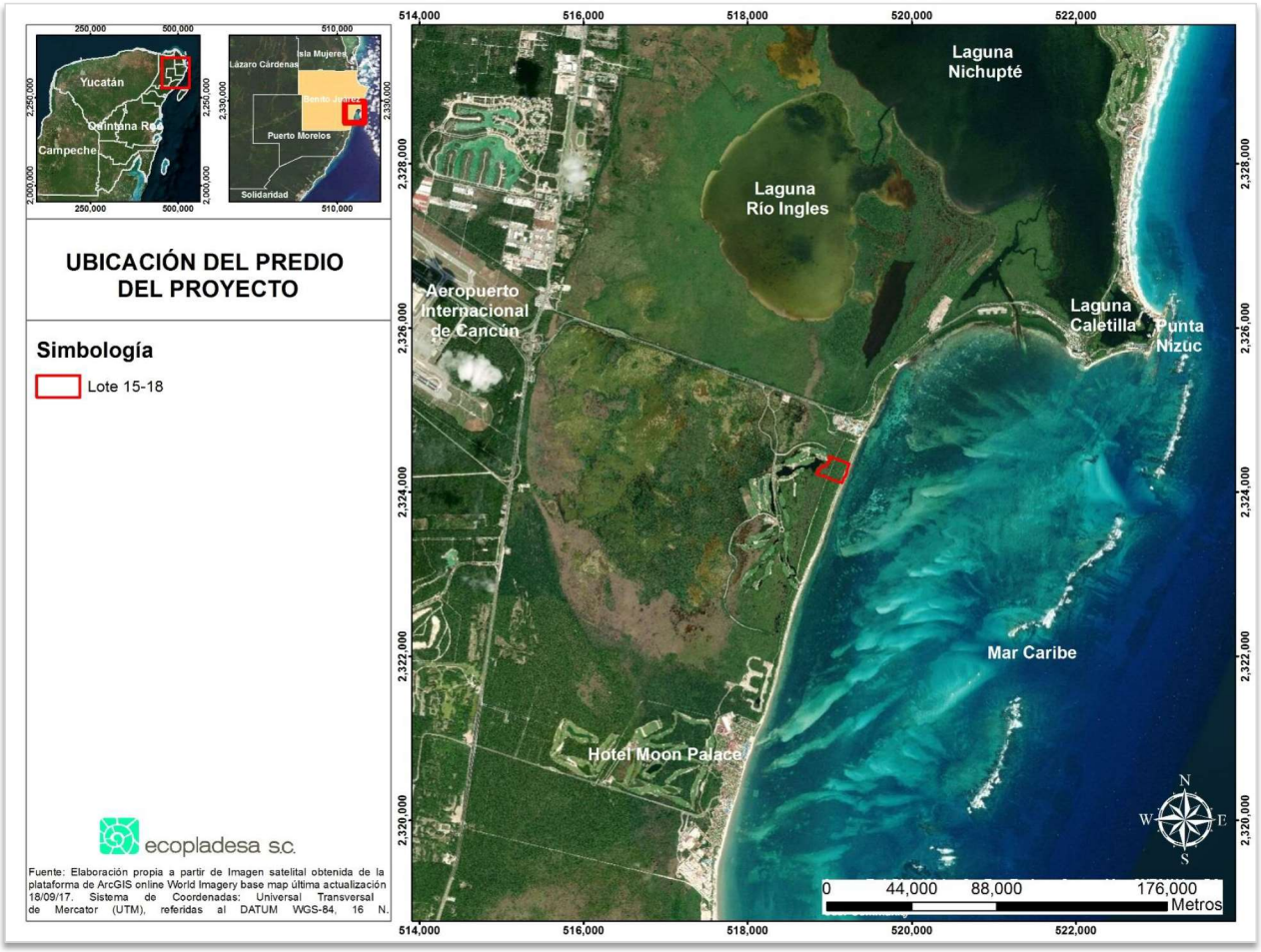


Figura 1. Localización regional y local del proyecto.

El predio donde se pretende realizar el Proyecto “Hotel Lote 15-18” formó parte del Desarrollo Turístico “Costa Cancún” (3ª Etapa CIP Cancún), que fue promovido por el Fideicomiso Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) y obtuvo autorización en materia de impacto ambiental otorgada por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT mediante el Oficio Resolutivo S.G.P.A./DGIRA.DEI.0237.04, de fecha 23 de febrero de 2004, con vigencia de 20 años.

El Desarrollo Turístico “Costa Cancún” dio inicio de obras el día 10 de septiembre de 2004 con los trabajos de rescate de flora y con la preparación del sitio, y posteriormente se empezó formalmente la construcción del proyecto el día 17 de febrero de 2006. A partir de esta fecha se ha venido realizando paulatinamente, la construcción de las obras del campo de golf, los accesos y vialidades interiores, así como la lotificación del predio. El lote 15-18 objeto de la presente MIA-P es uno de los lotes que fueron conformados por dicho proyecto y que ahora han sido incorporados al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014 con usos de suelo y parámetros urbanos asignados a cada uno. El potencial de desarrollo de estos lotes con uso de suelo turístico hotelero, ya cuenta con una autorización por parte de la SEMARNAT emitida por oficio 04/SGA/0876/17 de fecha 7 de junio de 2017 al Hotel Lote 15-15.

Asimismo, desde que fue autorizado el proyecto “Costa Cancún” se han realizado diversas modificaciones al proyecto teniendo que, en el 2014, mediante oficio 03/ARRN/0040/14-0110 de fecha 15 de enero de 2014, fue autorizada la vialidad existente dentro del predio de interés, de la cual, en 2017 se comenzó su construcción, sin embargo, actualmente se encuentra una porción pavimentada y la otra porción en fase de terracería.

Es importante señalar que una porción de la parte pavimentada de dicha vialidad se encuentra dentro del predio objeto de la presente MIA-P. Esta vialidad de igual forma ya fue incorporada al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014 en su zonificación.

En la Figura 2a se presenta el polígono que conforma el lote 15-18 que tiene una superficie total de 71,597.16 m^2. El polígono del predio tiene las siguientes medidas y colindancias:

- Al Norte con los lotes 15-10 y lote 15-19 en línea discontinua,
- Al Sur con el lote 15-17.
- Al Este con el Mar Caribe en línea quebrada.
- Al Oeste con lote 15-10 en línea quebrada y discontinua.

Las coordenadas que delimitan el polígono del predio se presentan en la figura 2b.



Figura 2a. Se muestra el polígono del predio.



Vértice	X	Y
1	518837.5576	2324221.2875
2	518855.2195	2324253.8560
3	518908.7471	2324317.7154
4	518952.2571	2324316.9364
5	518962.7513	2324340.2604
6	518977.5484	2324356.3466
7	518996.8804	2324381.4890
8	518993.7876	2324417.8980
9	518991.2183	2324433.8392
10	519239.9010	2324343.7082
11	519219.8236	2324295.9402
12	519195.4023	2324209.6794
13	519171.2375	2324173.5946
14	519149.3706	2324116.2537
15	519146.3571	2324109.3681

Figura 2b. Se muestran las coordenadas geográficas de los vértices del predio de interés en UTM, Datum WGS84, para la Zona 16 Q, Norte.

1.6. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Se prevé que la operación del proyecto 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:

El lote 15-18 es propiedad de la empresa Corporación Chada, S.A de C.V. de acuerdo con la Escritura Pública No. 8,003 de fecha 30 de diciembre de 2014, pasada ante la fe del Lic. José Roberto Rodríguez Acevedo, actuando como Notario Público auxiliar de la Notaria Pública No. 66 del Estado de Quintana Roo, de la que es el titular el Lic. Javier Reyes Carrillo y cuenta con una superficie total de 71,597.16 m^2 (Anexo 1).

b) Superficie requerida para la construcción del proyecto:

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, se habilitará el derecho de vía de la vialidad existente que ocupa una superficie de 853.30 m^2 (1.20%) y se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%), por lo que se tendrá una superficie total de aprovechamiento de 37,732.92 m^2. Adicionalmente, se considera como área de conservación una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural (Figura 3).

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 11,942.89 m^2 para obras techadas las cuales representan el 16.68% del total del predio y se ocuparán 22,159.73m^2 para obras no techadas, es decir el 30.95%, que suman una superficie total de desplante de obras de 34,102.62 m^2 o el 47.63%. Así mismo se considera una superficie de construcción de obra techada para todos los niveles de 64,318.53 m^2.

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación y de la vialidad existente.

Cuadro 1. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Estacionamiento	2,124.38	2.97
	Áreas de mantenimiento y de servicios	3,445.55	4.81
	Restaurantes	2,832.47	3.96
	Sanitarios, wedding y actividades	256.42	0.36
	Pasillos interiores	1,977.18	2.76
	Habitaciones	427.68	0.60
	Elevadores y escaleras	209.00	0.29
	Kids club, teens club,	304.20	0.42
	Planta de tratamiento	366.01	0.51
Subtotal		**11,942.89**	**16.68**
Obras no techadas	Albercas y asoleaderos	8,139.11	11.37
	Swim up	172.68	0.24
	Palapas	458.46	0.64
	Estacionamiento no techado y vialidades	4,125.48	5.76
	Áreas ajardinadas	9,264.00	12.94
Subtotal		**22,159.73**	**30.95**
Total de desplante		**34,102.62**	**47.63**
Vialidad existente		2,777.00	3.88
Derecho de vía[1] de la vialidad existente		853.30	1.20
Subtotal		**3,630.30**	**5.08**
Superficie de aprovechamiento total		**37,732.92**	**52.71**
Superficie de conservación		33,864.24	47.29
Superficie total del predio		**71,597.16**	**100**

Cuadro 2. Se indican las superficies de construcción de obra techada en cada nivel.

Áreas	Superficie (m2)
Planta Baja	11,492.89
Primer Nivel	9,991.58
Segundo Nivel	5,632.73
Tercer Nivel	5,632.73
Cuarto Nivel	5,632.73
Quinto Nivel	5,632.73
Sexto Nivel	4,348.12
Séptimo Nivel	4,348.12
Octavo Nivel	3,023.11
Noveno Nivel	3,023.11
Decimo Nivel	2,780.34
Decimoprimero Nivel	2,780.34
Azotea	0
Total	**64,318.53**

[1] Derecho de vía. - Franja de terreno localizada a lo largo de los márgenes de construcciones con infraestructura lineal; tales como: vías de comunicación (caminos, carreteras o vías de ferrocarril), línea de conducción (eléctrica, agua, combustibles, entre los principales) y ductos diversos, que tienen por objeto proporcionarles espacio suficiente para su ampliación, operación y mantenimiento (PMDUBJ 2018-2030).



Figura 3. Plano de conjunto del proyecto.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE:

2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL:

La empresa Corporación Chada, S.A de C.V. fue legalmente constituida conforme a la Escritura Pública No. 480 de fecha 3 de diciembre de 2012, pasada ante la fe del Lic. Bernardo M. Rivadeneyra Pérez, Titular de la Notaría Pública No. 25 del Estado de Yucarán (Anexo 2).

2.2. REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):

CCA121203353.

2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL:

La apoderada general es la Lic. Margarita del Rocío Martínez Martínez, como se desprende del siguiente instrumento:

Escritura No. 12,186 volumen LXXXVII Tomo A de fecha 20 de agosto de 2015, pasada ante la fe del Lic. Juan Carlos Fariña Isla, actuando como Notario Público Auxiliar en el protocolo de la Notaría Pública No. 62 del Estado de Quintana Roo, en ausencia de su titular el Lic. Heyden José Cebada Rivas, en la que se otorgó en favor de la Lic. Margarita del Rocío Martínez Martínez, un poder general para pleitos y cobranzas, actos de administración y actos de administración en materia laboral (Anexo 3).

Se adjunta como Anexo 4 la Credencial de Elector de la Lic. Margarita del Rocío Martínez Martínez.

2.4. RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:

[redacted]

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:

[redacted] manzana [redacted] Edificio [redacted]
Supermanzana [redacted]

2.6.2. Código postal:

[redacted]

2.6.3. Entidad federativa:

[redacted]

2.6.4. Municipio o delegación:

[redacted]

2.6.5. Teléfono(s):

[redacted]

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 3
1.1.2 Subsector 3
1.1.3 Tipo de proyecto 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. 13
1.6. SUPERFICIE DE AFECTACIÓN. 18
2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 20
2.1 USO ACTUAL DEL SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS. 50
2.2 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS. 50
2.3. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO. 54
2.4. OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN. 55
2.5. PREPARACIÓN DEL TERRENO. 55
2.6. OBRAS Y/O SERVICIOS DE APOYO A UTILIZAR. 56
2.7. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN. 56
2.7.1 Materiales de construcción a utilizar. 57
2.7.2 Requerimientos de mano de obra durante la etapa de construcción. 58
2.7.3 Requerimientos de equipo. 59
2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 59
2.9. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. 60
2.10. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 60
2.11. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 60
2.12. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. 60
2.12.1. Acciones de Manejo y Control de Residuos: 60
2.12.2. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 64

1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

1.1.1 Sector: Terciario

1.1.2 Subsector: Turismo

1.1.3 Tipo de proyecto: Desarrollo turístico.

Descripción del proyecto:

El predio donde se pretende realizar el proyecto "Hotel 15-18" corresponde al lote turístico hotelero 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Turística de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

El proyecto se desplantará en un predio donde se desarrolla vegetación de duna costera, matorral costero y manglar, el cual posee un camino existente. Las obras se desplantarán después del primer cordón de dunas y sólo se aprovechará vegetación de matorral costero, por lo que el presente estudio, tiene como objetivo solicitar la autorización en materia de impacto ambiental para realizar el cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, las cuales se realizarán en total apego a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.

- El predio es urbano y se encuentra en la tercera etapa de la Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún.

- El lote 15-18 es propiedad de la empresa Corporación Chada, S.A de C.V. de acuerdo con la Escritura Pública No. 8,003 de fecha 30 de diciembre de 2014, pasada ante la fe del Lic. José Roberto Rodríguez Acevedo, actuando como Notario Público auxiliar de la Notaría Pública No. 66 del Estado de Quintana Roo, de la que es el titular el Lic. Javier Reyes Carrillo (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 urbanos 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 y por la vialidad existente ubicada al oeste.

- El proyecto contará con los servicios de energía eléctrica y agua potable, y se conectará a la planta de tratamiento que se construirá.

1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El predio donde se pretende realizar el proyecto “Hotel 15-18” corresponde al lote turístico hotelero 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, que cuenta con una superficie total de 71,597.16m^2 (Figura 1a).

Las coordenadas que limitan el polígono del predio del proyecto se indican en la Figura 1b. El polígono del predio tiene las siguientes medidas y colindancias:

- Al Norte con los lotes 15-10 y lote 15-19 en línea discontinua,
- Al Sur con el lote 15-17.
- Al Este con el Mar Caribe en línea quebrada.
- Al Oeste con lote 15-10 en línea quebrada y discontinua.

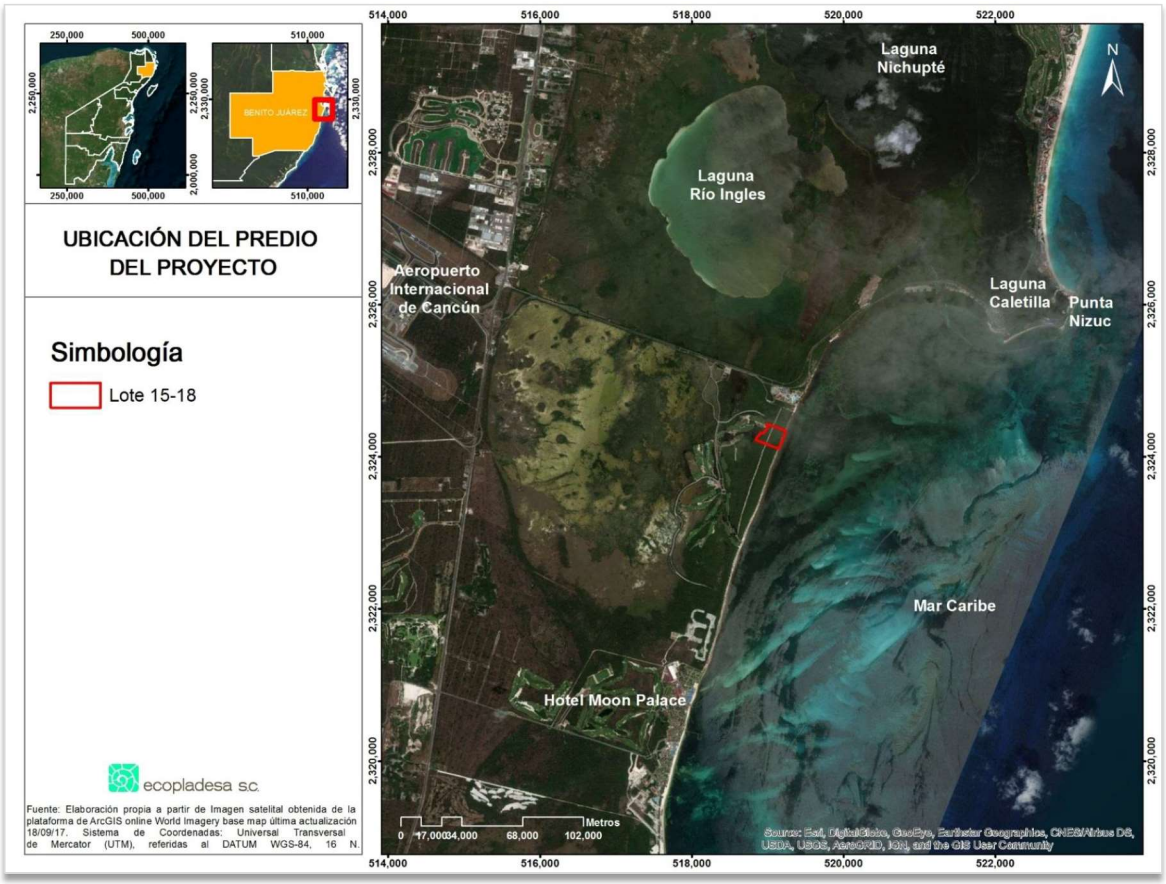
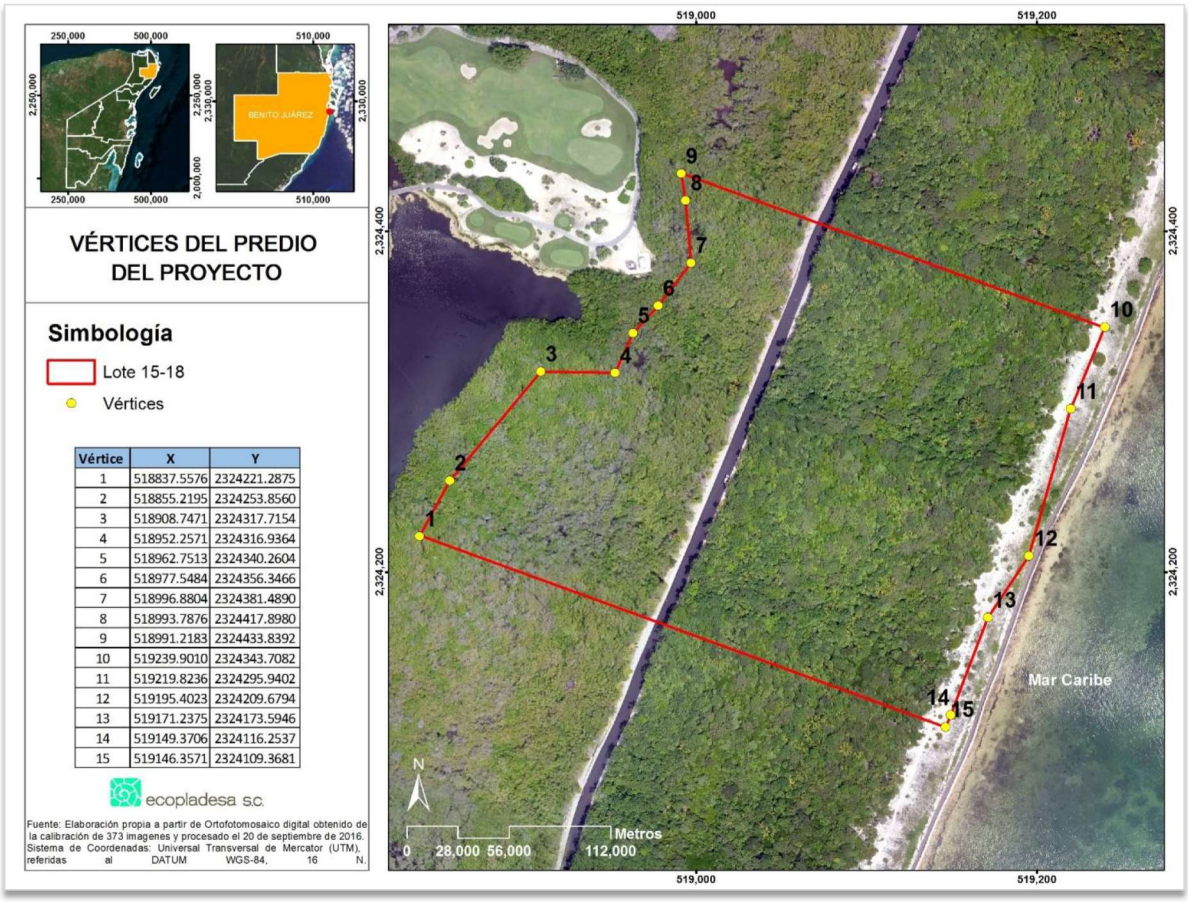


Figura 1a. Localización regional y local del proyecto. El predio del proyecto corresponde al lote Turístico Hotelero 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Turística de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo.



Vértice	X	Y
1	518837.5576	2324221.2875
2	518855.2195	2324253.8560
3	518908.7471	2324317.7154
4	518952.2571	2324316.9364
5	518962.7513	2324340.2604
6	518977.5484	2324356.3466
7	518996.8804	2324381.4890
8	518993.7876	2324417.8980
9	518991.2183	2324433.8392
10	519239.9010	2324343.7082
11	519219.8236	2324295.9402
12	519195.4023	2324209.6794
13	519171.2375	2324173.5946
14	519149.3706	2324116.2537
15	519146.3571	2324109.3681

Figura 1b. Se muestran las coordenadas geográficas de los vértices del polígono del predio proyectadas en UTM, Datum WGS84, 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 $ 91,446,458.24 USD (noventa y un millones cuatrocientos cuarenta y seis mil cuatrocientos cincuenta y ocho $^{24}/_{100}$ doláres). En cuanto al presupuesto para las medidas de prevención y mitigación, se tiene asignado un monto de $914,464.58 (novecientos catorce mil cuatrocientos sesenta y cuatro $^{58}/_{100}$ doláres) incluidos dentro del monto total de inversión, que corresponde al 1.0 % de lo que se invertirá.

a) **Superficie total del predio:**

El lote de interés para este estudio corresponde al lote 15-18, el cual tiene una superficie total de 71,597.16 m^2.

b) **Superficie requerida para la construcción del proyecto**:

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, en la superficie restante, se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) y su derecho de vía que ocupa una superficie de 853.30m^2 (1.20%), por lo que se tendrá una superficie total de aprovechamiento de 37,732.92 m^2. Al mismo tiempo, se considera como área de conservación una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural (Figura 2).

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 11,942.89 m^2 para obras techadas las cuales representan el 16.68% del total del predio y se ocuparán 22,159.73m^2 para obras no techadas, es decir el 30.95%, que suman una superficie de total de desplante de las obras de 34,102.62 m^2 o bien el 47.63%. Así mismo se considera una superficie de construcción de obra techada para todos los niveles de 64,318.53 m^2.

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación y de la vialidad existente.

Cuadro 1. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m2)	%
Obras techadas	Estacionamiento	2,124.38	2.97
	Áreas de mantenimiento y de servicios	3,445.55	4.81
	Restaurantes	2,832.47	3.96
	Sanitarios, wedding y actividades	256.42	0.36
	Pasillos interiores	1,977.18	2.76
	Habitaciones	427.68	0.60
	Elevadores y escaleras	209.00	0.29
	Kids club, teens club,	304.20	0.42
	Planta de tratamiento	366.01	0.51
Subtotal		**11,942.89**	**16.68**
Obras no techadas	Albercas y asoleaderos	8,139.11	11.37
	Swim up	172.68	0.24
	Palapas	458.46	0.64
	Estacionamiento no techado y vialidades	4,125.48	5.76
	Áreas ajardinadas	9,264.00	12.94
Subtotal		**22,159.73**	**30.95**
Total de desplante		**34,102.62**	**47.63**
Vialidad existente		2,777.00	3.88
Derecho de vía[1] de la vialidad existente		853.30	1.20
Subtotal		**3,630.30**	**5.08**
Superficie de aprovechamiento total		**37,732.92**	**52.71**
Superficie de conservación		33,864.24	47.29
Superficie total del predio		**71,597.16**	**100**

Cuadro 2. Se indican las superficies de construcción de obra techada en cada nivel.

Áreas	Superficie (m2)
Planta Baja	11,492.89
Primer Nivel	9,991.58
Segundo Nivel	5,632.73
Tercer Nivel	5,632.73
Cuarto Nivel	5,632.73
Quinto Nivel	5,632.73
Sexto Nivel	4,348.12
Séptimo Nivel	4,348.12
Octavo Nivel	3,023.11
Noveno Nivel	3,023.11
Decimo Nivel	2,780.34
Decimoprimero Nivel	2,780.34
Azotea	0

[1] Derecho de vía. - Franja de terreno localizada a lo largo de los márgenes de construcciones con infraestructura lineal; tales como: vías de comunicación (caminos, carreteras o vías de ferrocarril), línea de conducción (eléctrica, agua, combustibles, entre los principales) y ductos diversos, que tienen por objeto proporcionarles espacio suficiente para su ampliación, operación y mantenimiento (PMDUBJ 2018-2030).

Áreas	Superficie (m2)
Total	**64,318.53**

La superficie de obra techada representa el 16.68% con respecto a la superficie total del predio, no obstante, dicha superficie representa el 27.88 de COS con respecto del total del área autorizada para aprovechamiento en la constancia de uso de suelo SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019, en la cual, se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m^2 únicamente aplicarán 42,836.51 m^2 para parámetros de intensidad de construcción, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35%, o bien, 14,992.78 m^2 de obra techada, siendo así, el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde al 27.88% o 11,942.89m^2.



PLANO DE CONJUNTO

Simbología

- Lote 15-18
- Vialidad existente
- Derecho de vía de vialidad existente

Plano de conjunto

Áreas de servicio

- 1, Kids club
- 2, Teens club
- 3, Cisterna
- 4, Cuarto de máquinas
- 5, Mantenimiento
- 6, Basura
- 7, Recursos humanos
- 8, Sanitarios
- 9, Almacenes
- 10, Andén
- 11, Seguridad
- 12, Compras y costos
- 13, Uniformes
- 14, Lavandería
- 15, Ama de llaves
- 16, Actividades/Wedding planning
- 17, Planta de tratamiento
- 18, Comedor de empleados
- 19, Cocina

Restaurantes

- A, Buffette
- B, Mediterráneo
- C, Italiano
- D, Steak house
- E, Seafood
- F, Francés
- G, Oriental
- H, Mexicano
- I, Sport bar

Otras áreas

- Albercas
- Andadores y asoleaderos
- Escaleras y Elevadores
- Estacionamiento techado
- Estacionamiento y Vialidades
- Habitaciones
- Palapas
- Pasillos interiores
- Swim up
- Área ajardinada
- Conservación

ecopladesa s.c.

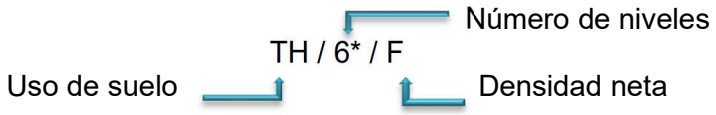
0 105,000 210,000 420,000 Metros

Fuente: Elaboración propia a partir de Ortofotomosaico digital obtenido de la calibración de 373 imagenes y procesado el 20 de septiembre de 2018. Sistema de Coordenadas: Universal Transversal de Mercator (UTM), referidas al DATUM WGS-84, 16 N.



Figura 2. Se presenta el plano de conjunto del proyecto.

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio tiene un uso Turístico Hotelero con clave (TH/6*/F).



6 corresponde a una altura de 6 niveles que podrá modificarse siempre y cuando cumpla con los permisos que otorga Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún. Los niveles asignados se retoman del programa parcial del polígono de 885.08ha ubicado al sur de Punta Nizuc, del Periódico Oficial del Gobierno del Estado, número 18 extraordinario, publicado el 17 de septiembre del 2003.*

Cuadro 3. Parámetros Urbanos de acuerdo al PDU 2018-2030.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo
Uso de Suelo	Th/6*/F
Densidad neta cuartos/ha	120 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	35%
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	2
Restricción frontal	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m
Lateral	20.0 m
Altura máxima	6 niveles*

6 corresponde a una altura de 6 niveles que podrá modificarse siempre y cuando cumpla con los permisos que otorga Aeronáutica civil…*

De manera particular, el lote turístico residencial 15-18 cuenta con Constancia de Uso de suelo No. SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019 (Anexo 8), emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 15-18. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m^2, únicamente aplicarán 42,836.51 m^2 para parámetros de intensidad de construcción a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35% o bien 14,992.78 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89 m^2, que representan el 27.88% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción.

En la siguiente imagen, se ilustra la zonificación y restricciones establecidas para el predio en dicha constancia de uso de suelo y se incluyen las restricciones ambientales que se establecen en los instrumentos aplicables al predio del proyecto, de acuerdo a su ubicación y características.

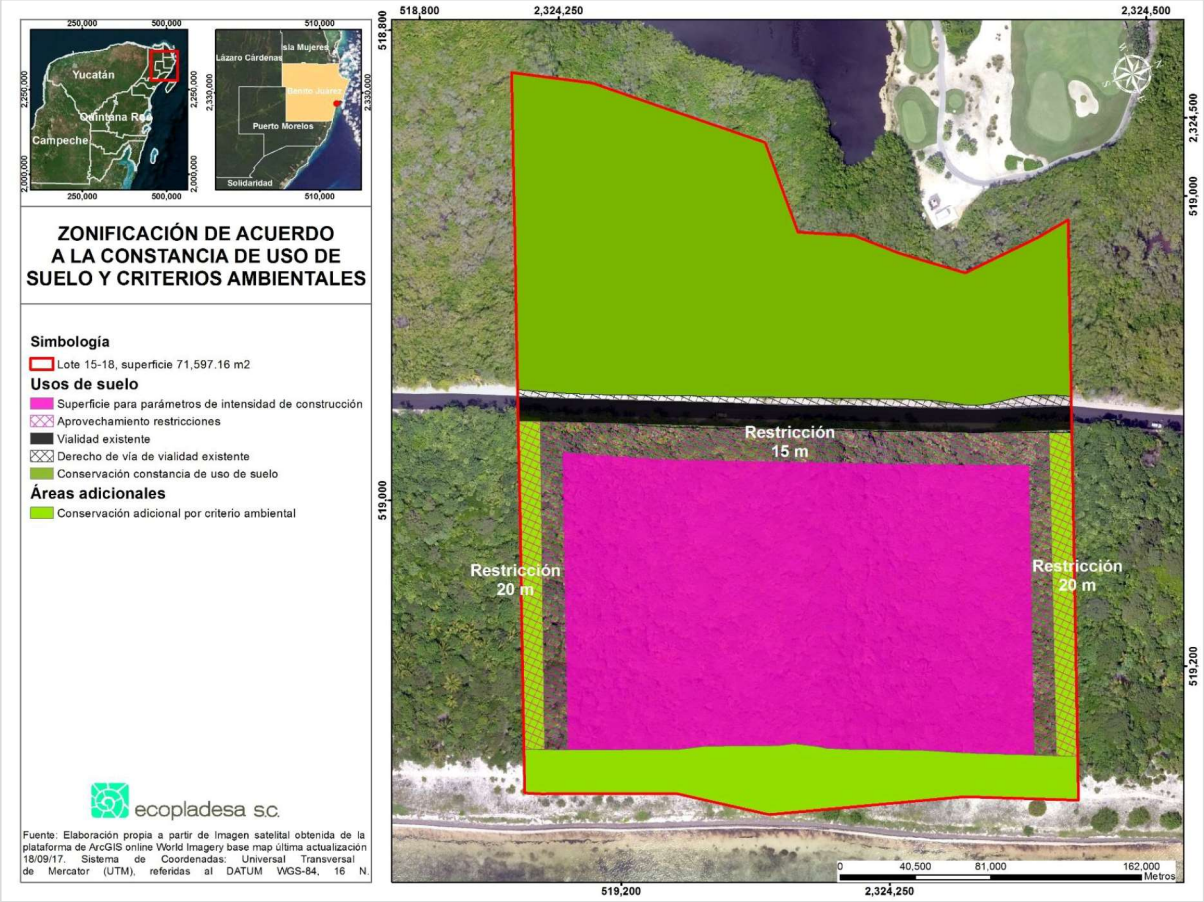


Figura 3. Zonificación del predio de acuerdo a los parámetros establecidos en la constancia de uso de suelo y los criterios regulatorios ambientales.

En el siguiente cuadro se presenta un comparativo de los parámetros establecidos en la constancia de uso de suelo de acuerdo con el PDU y los del proyecto que se propone.

Cuadro 4. Parámetros Urbanos. Se compara el proyecto con las restricciones urbanas establecidas en la Constancia de Uso de suelo y lo que se propone en el proyecto.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo	Proyecto propuesto
Uso de Suelo	Th/6*/F	Th/6*/F
Superficie	Lote 15-18 71,597.16 m^2	Lote 15-18 71,597.16 m^2
Densidad	514 cuartos	514 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	35% 14,992.78 m^2	27.88 % 11,942.89 m^2
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	2 85,673.02 m^2	1.50 64,318.53 m^2
Restricción frontal	15.0 m	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m	20-30.0m
Lateral	20.0 m	20.00 m
Altura máxima	24 m o 6* niveles	45.75 m 12 niveles

6 corresponde a una altura de 6 niveles que podrá modificarse siempre y cuando cumpla con los permisos que otorga Aeronáutica civil.*

De acuerdo con el cuadro previo, el proyecto propuesto cumple con los parámetros permitidos con base en el PMDU Benito Juárez 2018-2030. Los coeficientes de ocupación del suelo y de utilización del suelo están por debajo de lo permitido. Con respecto a la densidad y la altura, se cumplirá con la densidad autorizada de 514 cuartos. En cuanto a la altura, se consideran 45.75 m que equivalen a 12 niveles considerando planta baja, no obstante, se tramitarán los permisos que otorga Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún, tal como se indica en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019.

1.5 ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL SITIO.

De acuerdo con la caracterización de la vegetación, en el predio se registraron dos tipos de vegetación definidos como vegetación de duna costera y vegetación de manglar. En la Figura 4 se presenta el mapa de vegetación.

En la **vegetación de duna costera** se definieron las siguientes asociaciones vegetales:

- Halófita Costera
- Matorral Costero

En la **vegetación de manglar** se definieron dos asociaciones vegetales:

- Manglar de borde
- Manglar mixto

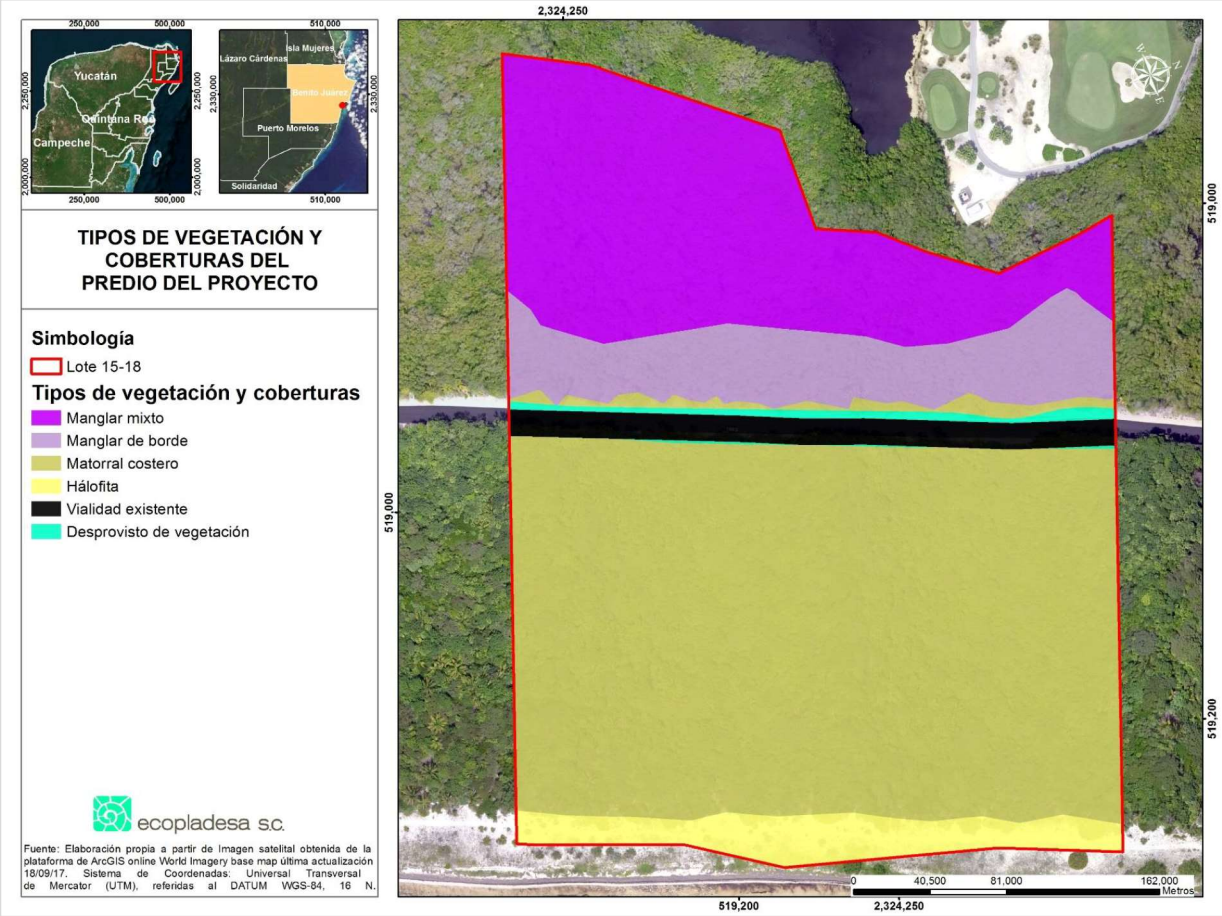


Figura 4. Mapa de vegetación del área de estudio.

En cuanto a la vegetación, el matorral Costero es la asociación que ocupa la mayor superficie con el 55.85 % del total del predio, seguida en importancia del Manglar Mixto con el 23.23 %, posteriormente el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20 %, como se muestra en el siguiente cuadro.

De igual forma, se tiene como parte de las coberturas del predio, una vialidad existente que ocupa una superficie de 3.88% y su derecho de vía que se encuentra desprovisto de vegetación y ocupa el 1.20% con respecto a la totalidad del predio.

Cuadro 5. Superficies y porcentajes de la asociación vegetal del área de estudio.

Tipos de vegetación y coberturas	Superficie (m^2)	%
Matorral Costero	39,989.95	55.85
Manglar mixto	16,635.80	23.23
Manglar de Borde	7,618.17	10.64
Halófita	3,722.94	5.20
Vialidad existente	2,777.00	3.88
Desprovisto de vegetación	853.30	1.20
Total	**71,597.16**	**100**

En términos generales, la vegetación de duna costera está conformada por una sección de vegetación de baja altura y con hábitos principalmente halófitos. En la porción más cercana a la costa dominan las especies de hábitos rastreros y herbáceos, en la parte más lejana a la línea de costa las formas más comunes son arbóreos de baja talla y palmas. En general se desarrolla muy cercana a la línea de costa donde la influencia de los vientos provenientes del mar es el factor determinante para la composición específica de este tipo de vegetación.

La composición específica de la vegetación de duna costera es de 42 especies y solo 14 especies para el manglar. Dentro de la vegetación de duna costera, la vegetación que tiene una mayor riqueza específica fue el Matorral Costero con 24 especies registradas en los sitios de muestreo, seguido de la vegetación Halófita Costera con 17 especies.

Al continuar al Oeste del predio, se encuentra la vegetación de manglar en las secciones topográficamente más bajas del predio. Es decir, que se desarrolla dentro de la fracción que le corresponde al predio de la cuenca del humedal marginal de la laguna Nichupté. En función de la topografía marginal de la cuenca se pudo registrar diferencias en cuanto a la composición, altura y diámetros de los mangles presentes en esta sección, por lo que se diferenciaron en manglar de borde y manglar mixto.

En la vegetación de Manglar se registraron 14 especies, de las cuales solo 6 estuvieron dentro de los sitios de muestreo. El Manglar de Borde con 6 especies y el Manglar Mixto que tiene una riqueza específica de 3 especies, esto se puede deber a que solo un pequeño grupo de plantas pueden vivir en sitios bajo condiciones de saturación de humedad.

El predio se encuentra atravesado por un camino asfaltado y se ubica aproximadamente entre la vegetación de duna costera y la vegetación de manglar. En este camino existen

pasos de agua debajo del camino formando puentes por los cuales llega a atravesar fauna de la zona de manglar a matorral costero.

Entre la vegetación se registraron seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son: *Avicennia germinans* (Mangle Negro), *Coccothrinax readii (*Nakax), *Thrinax radiata* (Chit), *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo), *Languncularia racemosa* (Mangle Blanco) y *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo), las cuales se encuentran en la categoría de Amenazadas.

Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio que abarcó la superficie del lote 15-18 y un área de influencia mayor al norte y sur, se reportó una riqueza específica en los grupos biológicos de 40 spp. En específico para el lote 15-18 se registraron 24 especies de fauna distribuidas de la siguiente forma: 14 aves, 6 mamíferos, 2 reptiles, 1 anfibio y 1 pez (Figura 5).

Con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana).

En términos generales, el sitio presenta características adecuadas para el desarrollo de la comunidad faunística que soporta, ya que la vegetación se mantiene en buen estado de conservación, y la ausencia de actividades humanas e infraestructura favorece su movimiento por los hábitats presentes.



Figura 5. Puntos de referencia donde fue observada la fauna en el lote 15-18.

1.6. SUPERFICIE DE AFECTACIÓN.

El predio del proyecto posee vegetación halófita, de matorral costero, vegetación de manglar de borde y de manglar mixto. También posee un camino existente que formó parte de las obras autorizadas para el proyecto Desarrollo Turístico Costa Cancún.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, mientras que la superficie restante, descontando la vialidad existente y su derecho de vía, es decir 33,864.24 m^2, que representan el 47.30% del predio se destinará como conservación.

En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero y se habilitarán 853.30 m^2 como derecho de vía de la vialidad existente y se utilizará la misma como parte de las obras del proyecto, la cual tiene una superficie de 2,777.00 m^2, quedando así, una superficie de aprovechamiento total de 37,732.92 m^2 de los cuales únicamente se requiere remoción de la vegetación en 34,102.62 m^2.

Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las superficies y porcentajes de aprovechamiento y conservación por tipo de asociación vegetal.

Cuadro 6. Superficies y porcentajes de aprovechamiento y conservación por tipo de asociación vegetal.

Tipos de vegetación y coberturas	Superficie (m^2)	%	Aprovechamiento (m^2)	%	Conservación (m^2)	%
Manglar de Borde	7,618.17	10.64	0.00	0.00	7,618.17	10.64
Manglar mixto	16,635.80	23.23	0.00	0.00	16,635.80	23.23
Halófita	3,722.94	5.20	0.00	0.00	3,722.94	5.20
Matorral Costero	39,989.95	55.85	34,102.62	47.63	5,887.33	8.22
Vialidad existente	2,777.00	3.88	2,777.00	3.88	0.00	0.00
Desprovisto de vegetación	853.30	1.20	853.30	1.20	0.00	0.00
Total	**71,597.16**	**100**	**37,732.92**	**52.71**	**33,864.24**	**47.29**

En la siguiente imagen, se muestra la huella de desplante del proyecto, sobre la vegetación del predio, así mismo se marca con trama cuadriculada, el área que corresponde al derecho de vía de la vialidad existente que se suma a la superficie de aprovechamiento o afectación.

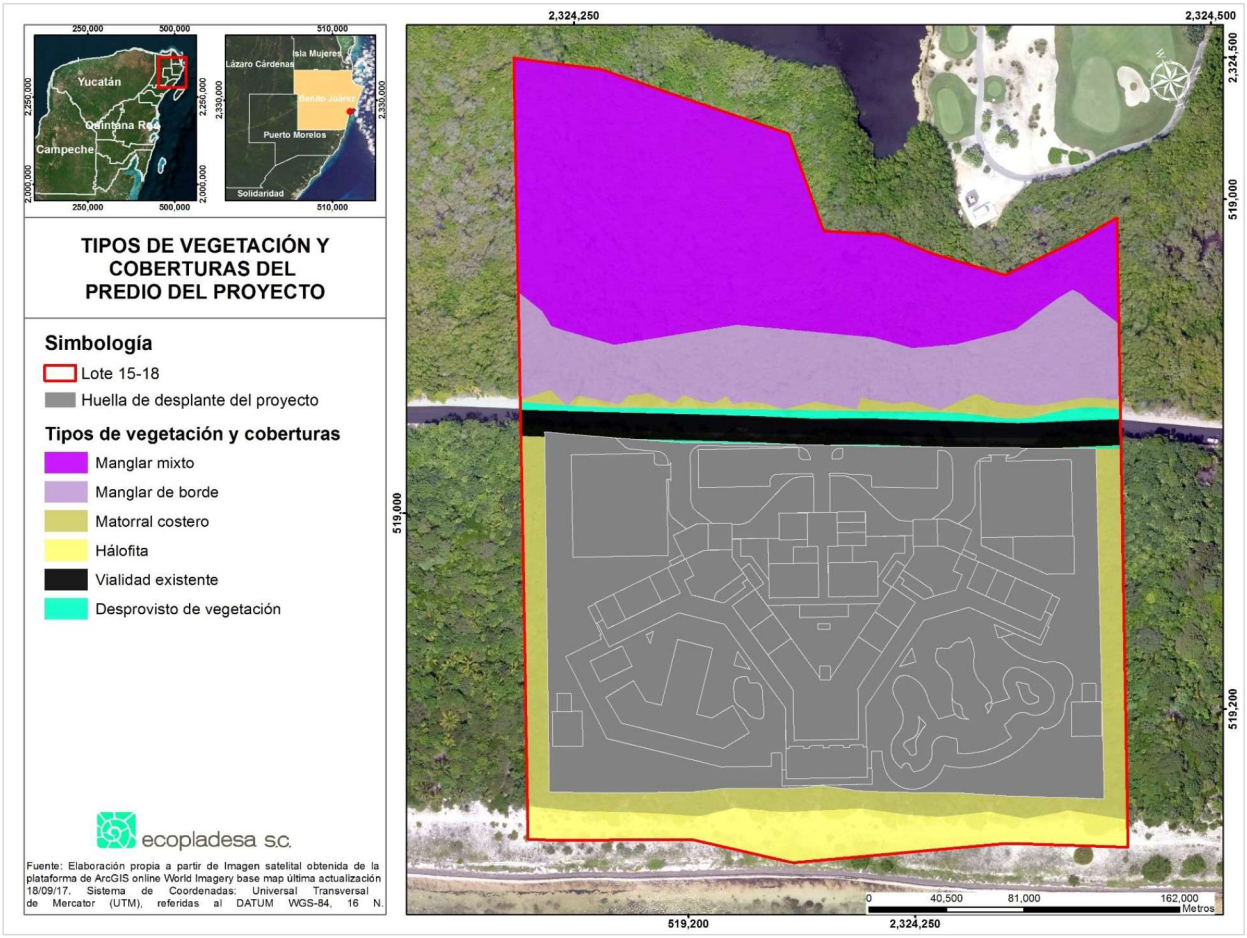


Figura 6. Se muestra el plano de conjunto sobre la vegetación.

De acuerdo con lo anterior, se requiere remover una superficie de 34,102.62 m^2 de vegetación forestal, por lo que se solicita autorización en materia de impacto ambiental para realizar el cambio de uso de suelo de áreas forestales.

El proyecto se pretende desplantar detrás del primer cordón de dunas, manteniendo la totalidad de la vegetación halófita costera y se dejarán en los lados laterales dos franjas de amortiguamiento de 10.0 m con vegetación de matorral costero. Asimismo, se mantendrá toda el área con vegetación de manglar que colinda con la vialidad existente, en la que se dejarán los pasos de agua y fauna, mantenimiento con ello los flujos con agua y permitiendo el paso de la fauna.

2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería, actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, en la superficie restante, se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) con su derecho de vía de 853.30 m^2 (1.19%). La superficie restante del predio se mantendrá como área de conservación en una superficie de 33,864.24 m^2 (47.30%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural (Figura 7).

De las obras del proyecto, se destinará una superficie de 11,942.89 m^2 para obras techadas las cuales representan el 16.68% del total del predio y se ocuparán 22,159.73m^2 para obras no techadas, es decir el 30.95%, que suman una superficie de aprovechamiento total de 34,102.62 m^2 o el 47.63%. Así mismo se considera una superficie de construcción de obra techada para todos los niveles de 64,318.53 m^2 (Figura 8).

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de superficies de obras techadas y no techadas y la superficie de las áreas de conservación y de la vialidad existente.

Cuadro 7. Superficie de desplante de las obras.

Obras		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Estacionamiento	2,124.38	2.97
	Áreas de mantenimiento y de servicios	3,445.55	4.81
	Restaurantes	2,832.47	3.96
	Sanitarios, wedding y actividades	256.42	0.36
	Pasillos interiores	1,977.18	2.76
	Habitaciones	427.68	0.60
	Elevadores y escaleras	209.00	0.29
	Kids club, teens club,	304.20	0.42
	Planta de tratamiento	366.01	0.51
	Subtotal	**11,942.89**	**16.68**
Obras no techadas	Albercas y asoleaderos	8,139.11	11.37
	Swim up	172.68	0.24
	Palapas	458.46	0.64
	Estacionamiento no techado y vialidades	4,125.48	5.76
	Áreas ajardinadas	9,264.00	12.94
	Subtotal	**22,159.73**	**30.95**
	Total de desplante	**34,102.62**	**47.63**
Vialidad existente		2,777.00	3.88
Derecho de vía de la vialidad existente		853.30	1.20
	Subtotal	**3,630.30**	**5.08**
	Superficie de aprovechamiento total	**37,732.92**	**52.71**
Superficie de conservación		33,864.24	47.29
	Superficie total del predio	**71,597.16**	**100**

Cuadro 8. Se indican las superficies de construcción de obra techada en cada nivel.

Áreas	Superficie (m2)
Planta Baja	11,492.89
Primer Nivel	9,991.58
Segundo Nivel	5,632.73
Tercer Nivel	5,632.73
Cuarto Nivel	5,632.73
Quinto Nivel	5,632.73
Sexto Nivel	4,348.12
Séptimo Nivel	4,348.12
Octavo Nivel	3,023.11
Noveno Nivel	3,023.11
Decimo Nivel	2,780.34
Decimoprimero Nivel	2,780.34
Azotea	0
Total	**64,318.53**

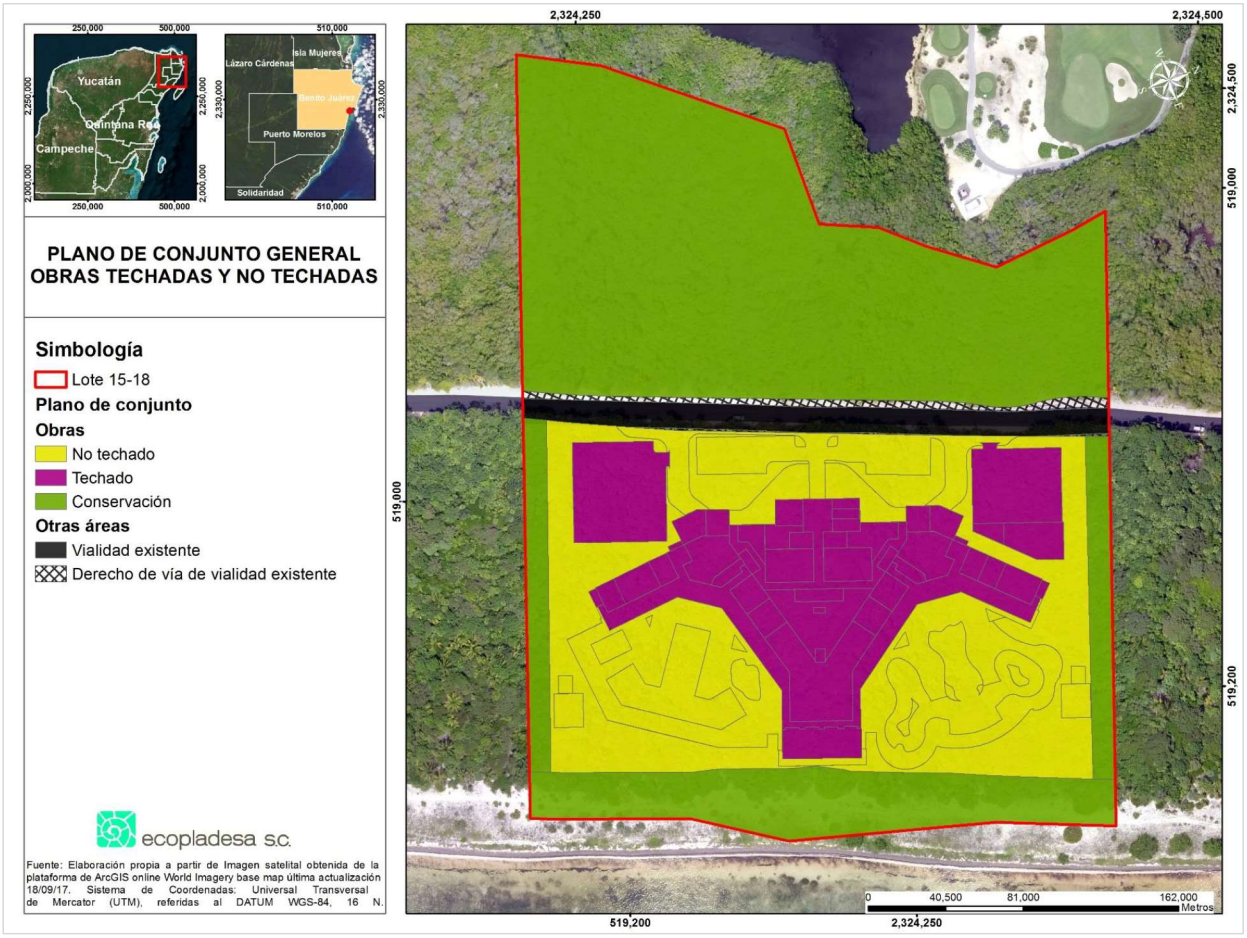


Figura 8. Se presenta el plano de conjunto donde se muestran las obras techadas y no techadas.

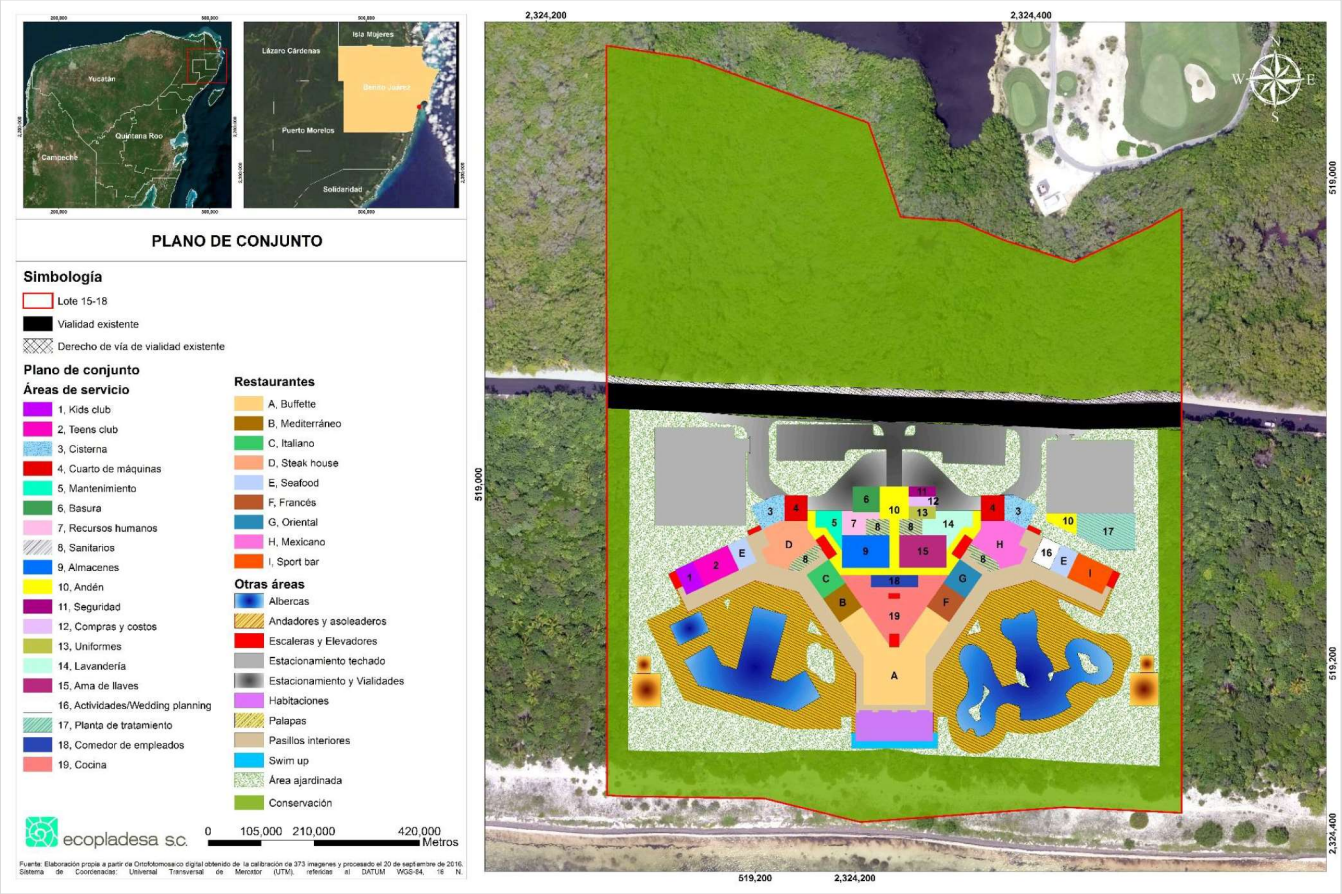


Figura 8. Se presenta el plano de conjunto detallado del proyecto.

A. HOTEL.

El hotel contará con 514 cuartos distribuidos en planta baja y 11 niveles, tendrá una altura máxima de 45.75 m para edificios de habitaciones. En el siguiente cuadro se indican las obras contempladas por nivel y la superficie de construcción por nivel.

Cuadro 9. Se indican los tipos de habitaciones en cada nivel.

Niveles	Tipo A (king)	Tipo B (doble)	Tipo C (triple)	Total por Nivel
Planta baja		4		4
Primer Nivel	28	2		30
Segundo Nivel	56	2		58
Tercer Nivel	50	2	2	54
Cuarto Nivel	54		2	56
Quinto Nivel	54		2	56
Sexto Nivel	54		2	56
Séptimo Nivel	54		2	56
Octavo Nivel	34		2	36
Noveno Nivel	34		2	36
Decimo Nivel	34		2	36
Onceavo Nivel	34		2	36
Total	**486**	**10**	**18**	**514**

Cuadro 10. Se indican las áreas del hotel en cada nivel y la superficie de construcción tanto techado como no techado.

Niveles	Obras	Superficie
PB	4 habitaciones Áreas de mantenimiento y de servicios Estacionamiento techado Restaurantes Sanitarios Wedding y actividades Pasillos interiores Kids Club, Teens Club, Elevadores, escaleras Planta de tratamiento.	11,492.89
Primer nivel	30 Habitaciones Lobby Lobby bar Comercio Oficinas Centro de convenciones	9,991.58
Segundo nivel	58 Habitaciones y Centro de convenciones	5,632.73
Tercer nivel	54 Habitaciones	5,632.73
Cuarto nivel	56 Habitaciones	5,632.73
Quinto nivel	56 Habitaciones	5,632.73
Sexto nivel	56 Habitaciones	4,348.12
Séptimo nivel	56 Habitaciones	4,348.12

Niveles	Obras	Superficie
Octavo nivel	36 Habitaciones y Gimnasio	3,023.11
Noveno nivel	36 Habitaciones	3,023.11
Decimo nivel	36 Habitaciones	2,780.34
Onceavo nivel	36 Habitaciones	2,780.34
Azotea	Cubos de elevadores y Pretiles	0.00

En las siguientes imágenes se presenta de manera esquemática, los planos arquitectónicos de cada nivel.

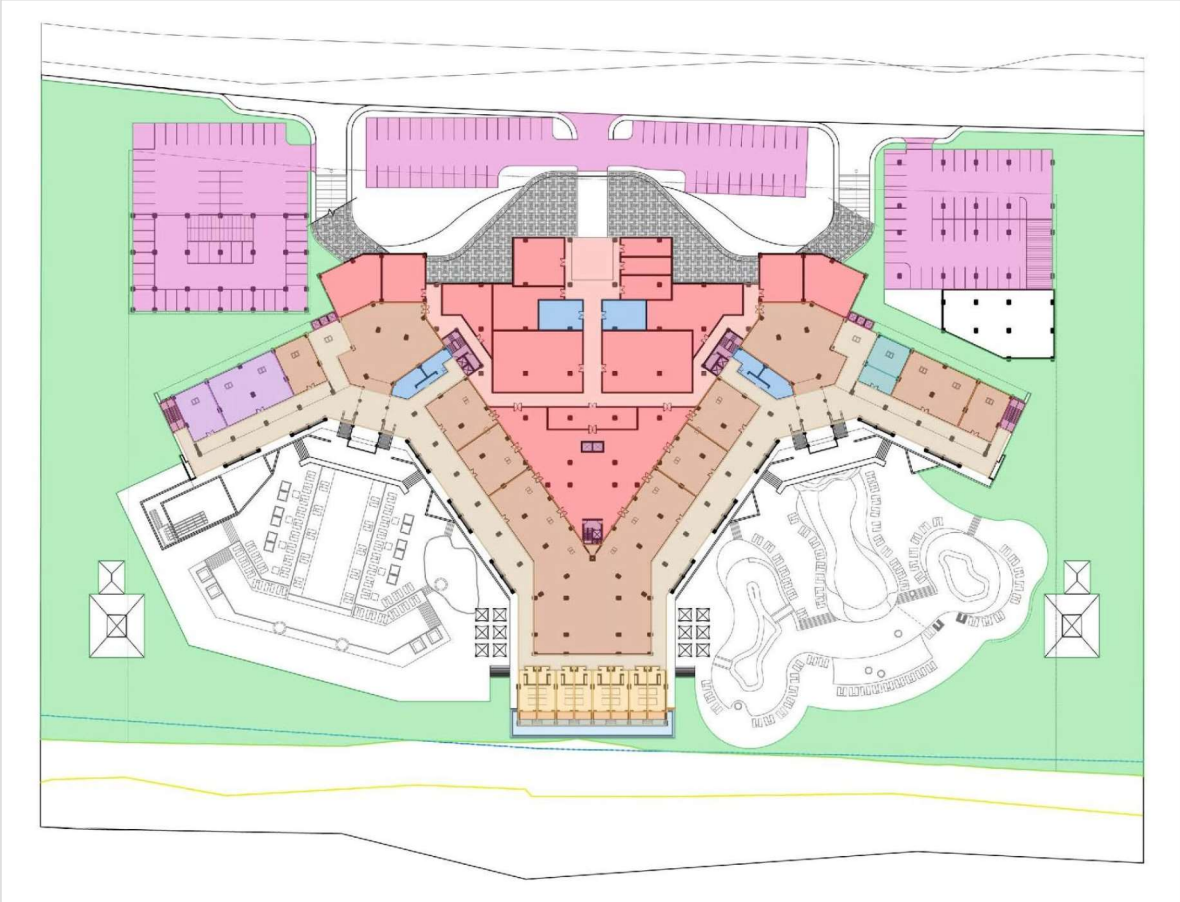


Figura 9. Se presenta la planta baja.

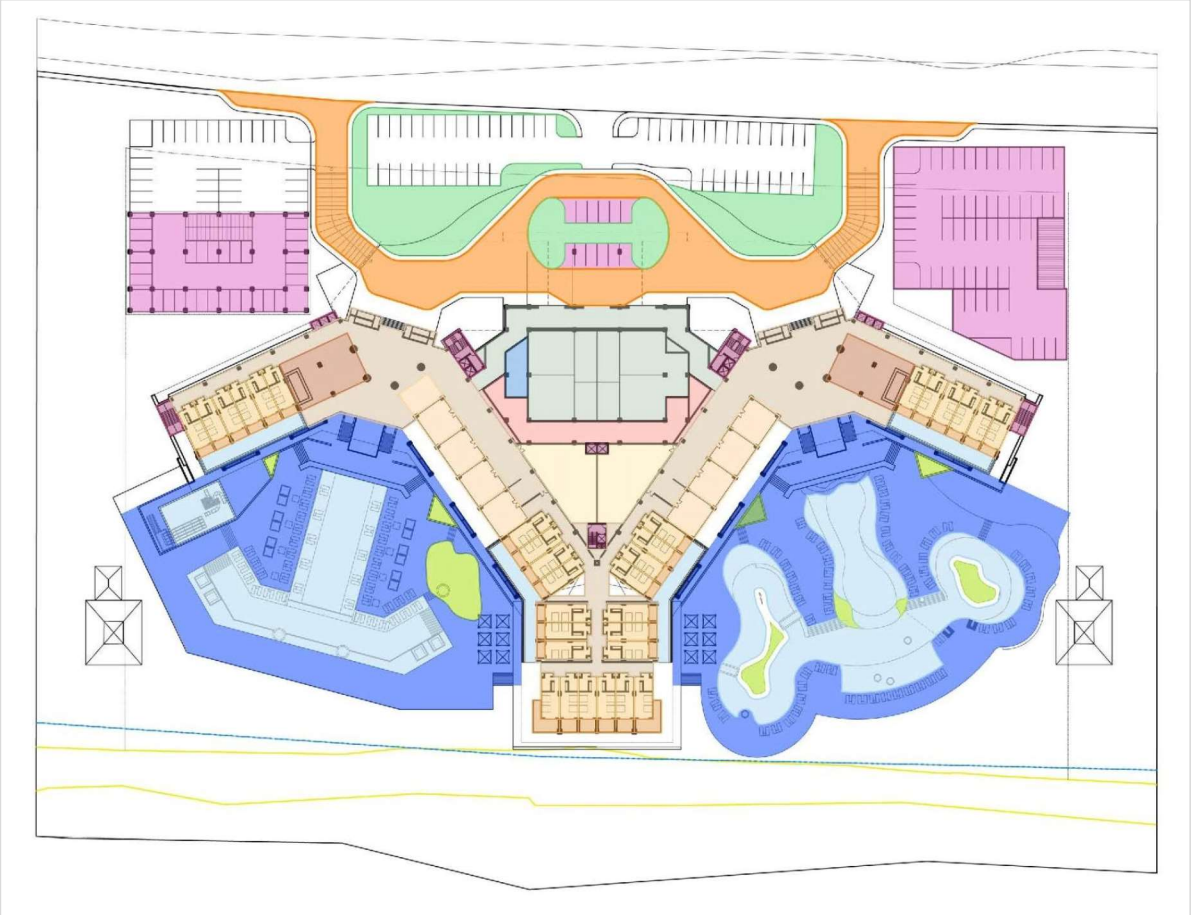


Figura 10. Se presenta la planta del primer nivel: habitaciones, lobby y centro de convenciones.

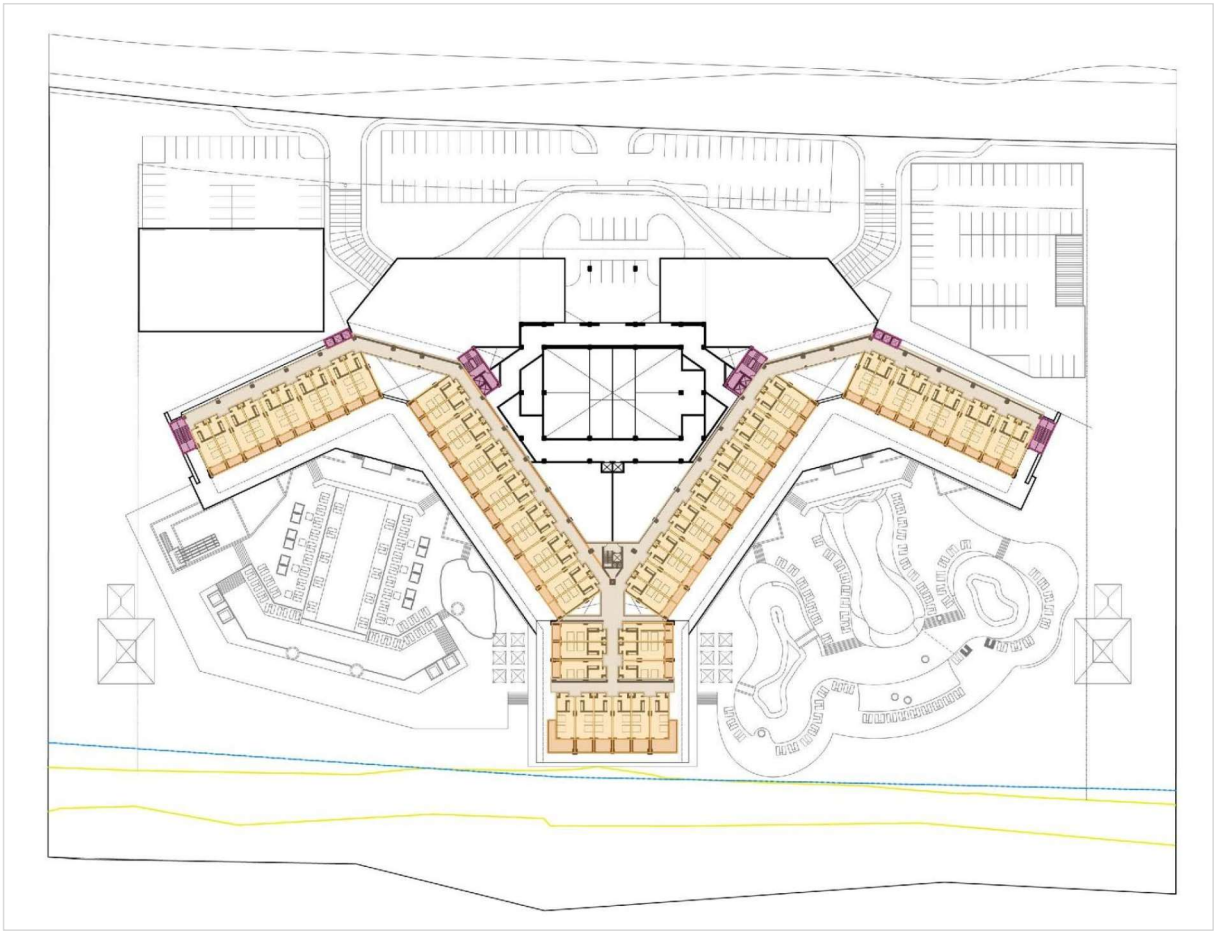


Figura 11. Se presenta la planta del segundo y tercer nivel: habitaciones y centro de convenciones.

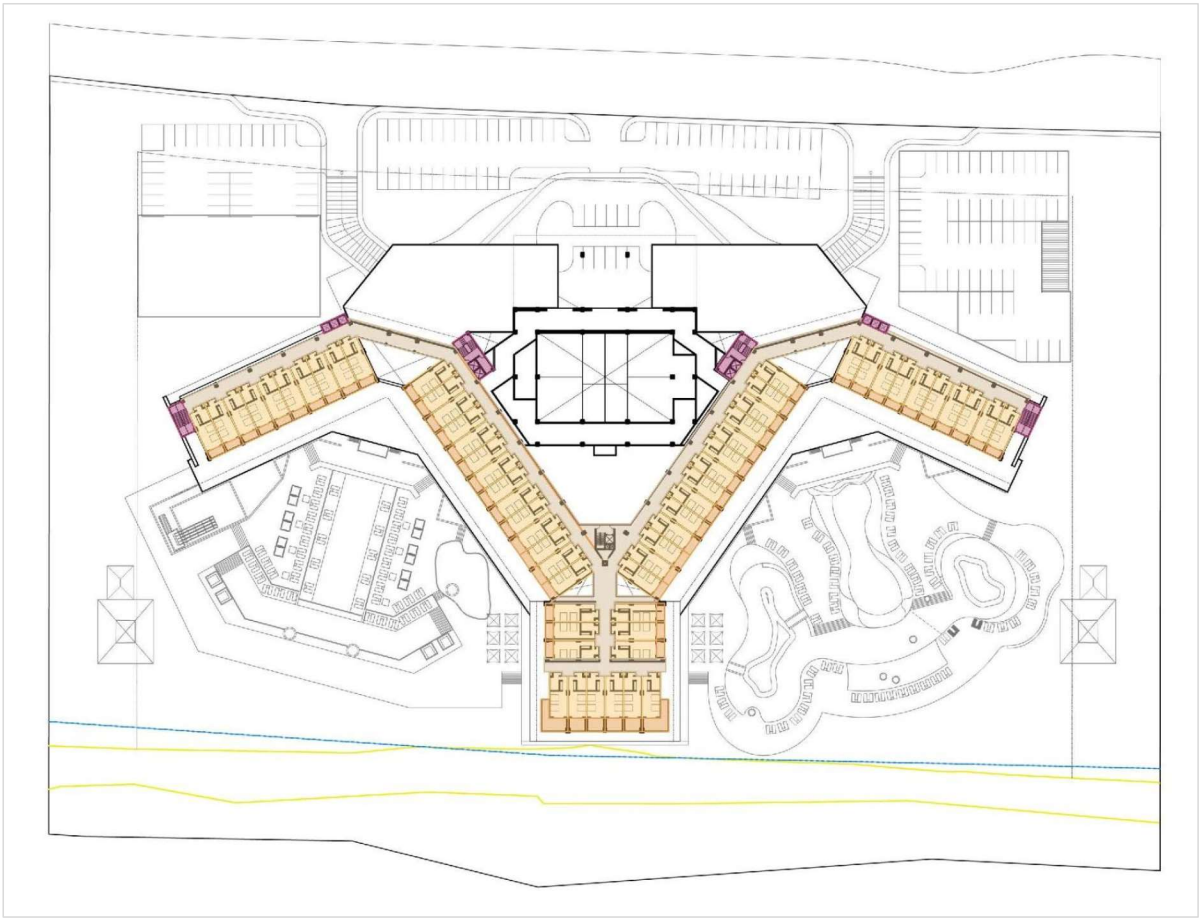


Figura 12. Se presenta la planta tipo niveles 4 y 5: habitaciones.

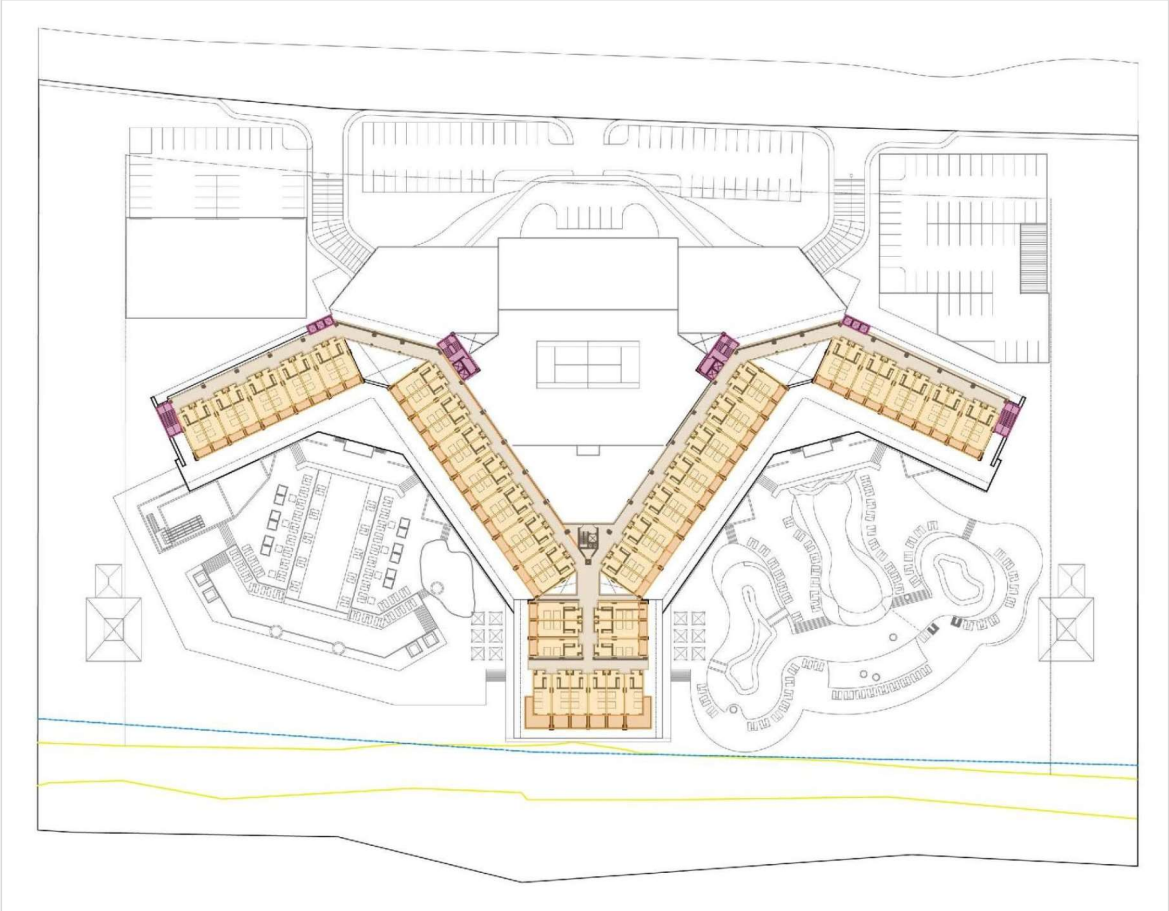


Figura 13. Se presenta la planta tipo niveles 6 y 7: habitaciones.

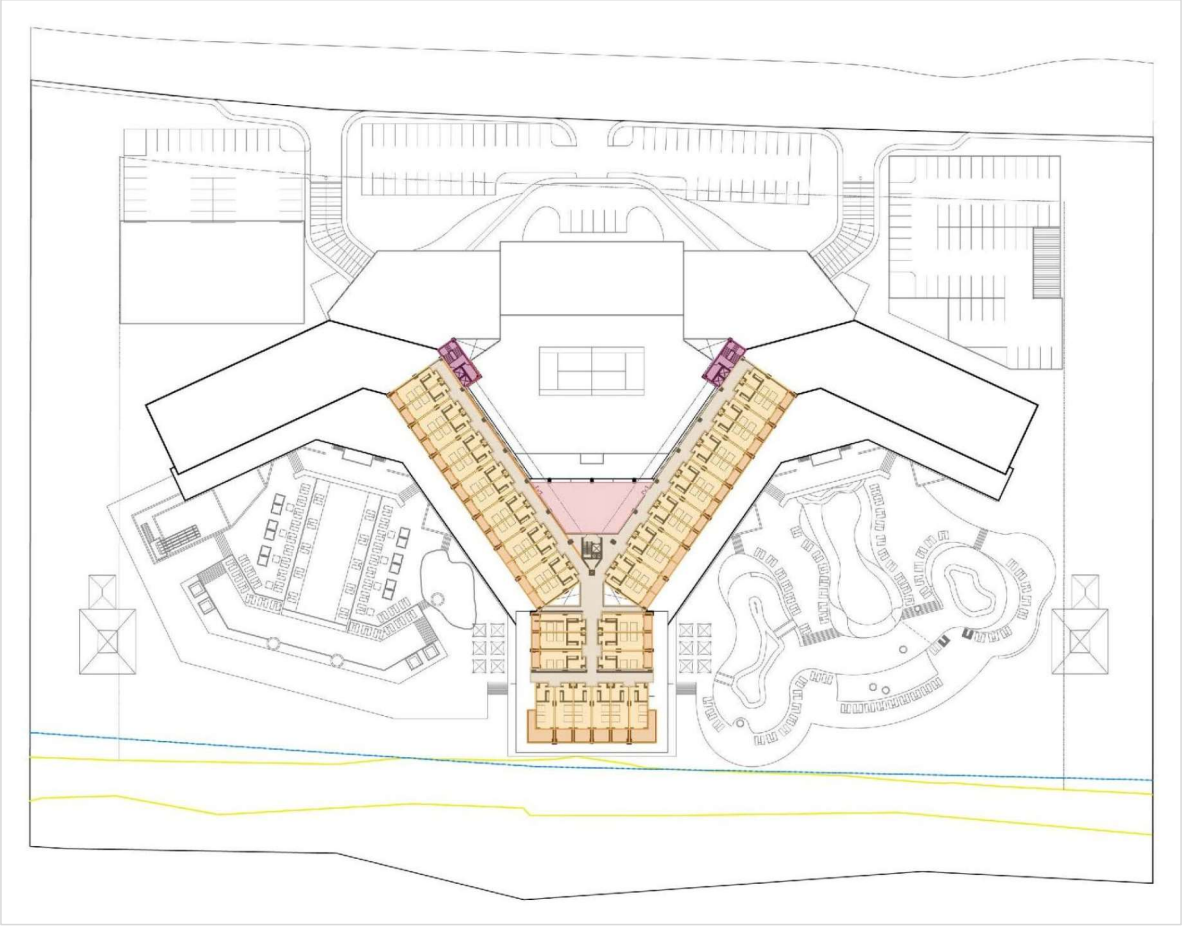


Figura 14. Se presenta la planta tipo niveles 8 y 9: habitaciones.

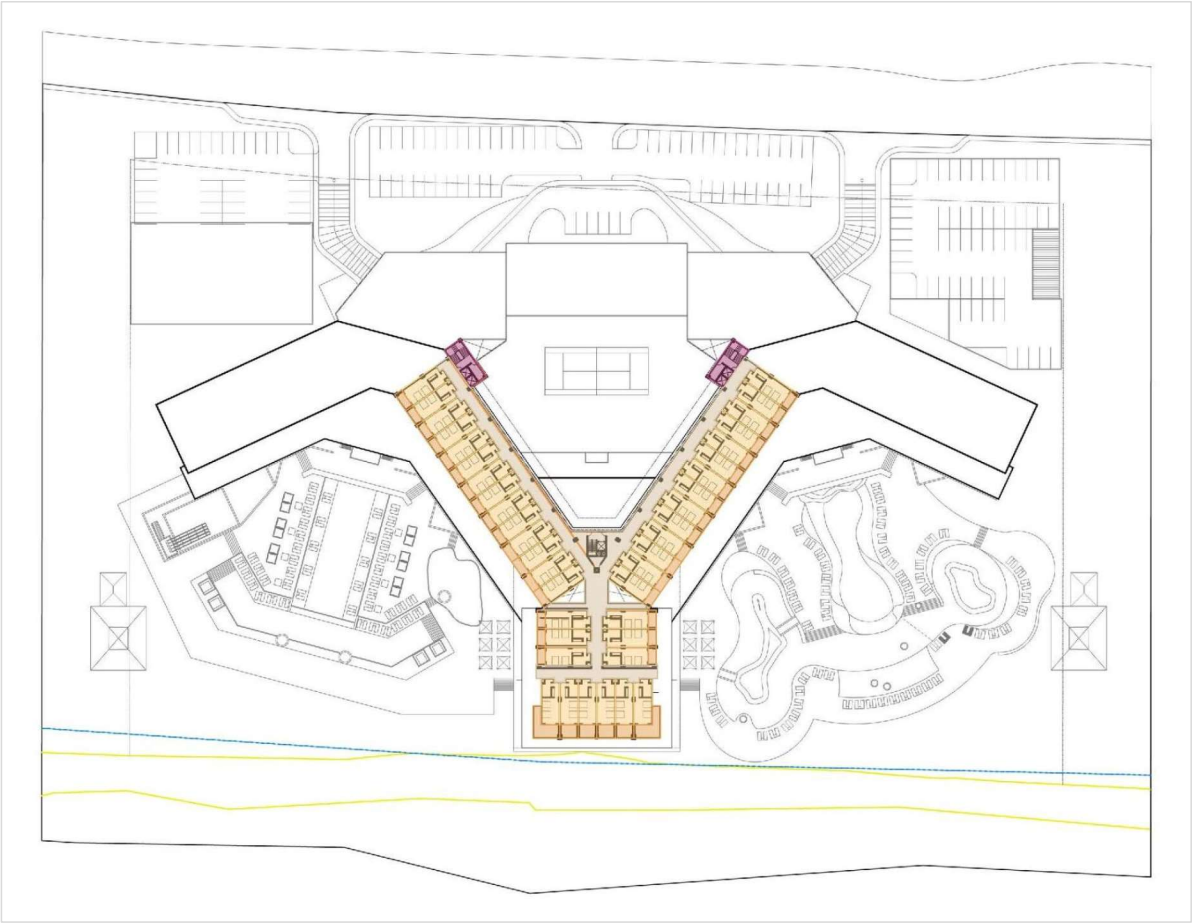


Figura 15. Se presenta la planta tipo niveles 10 y 11: habitaciones.

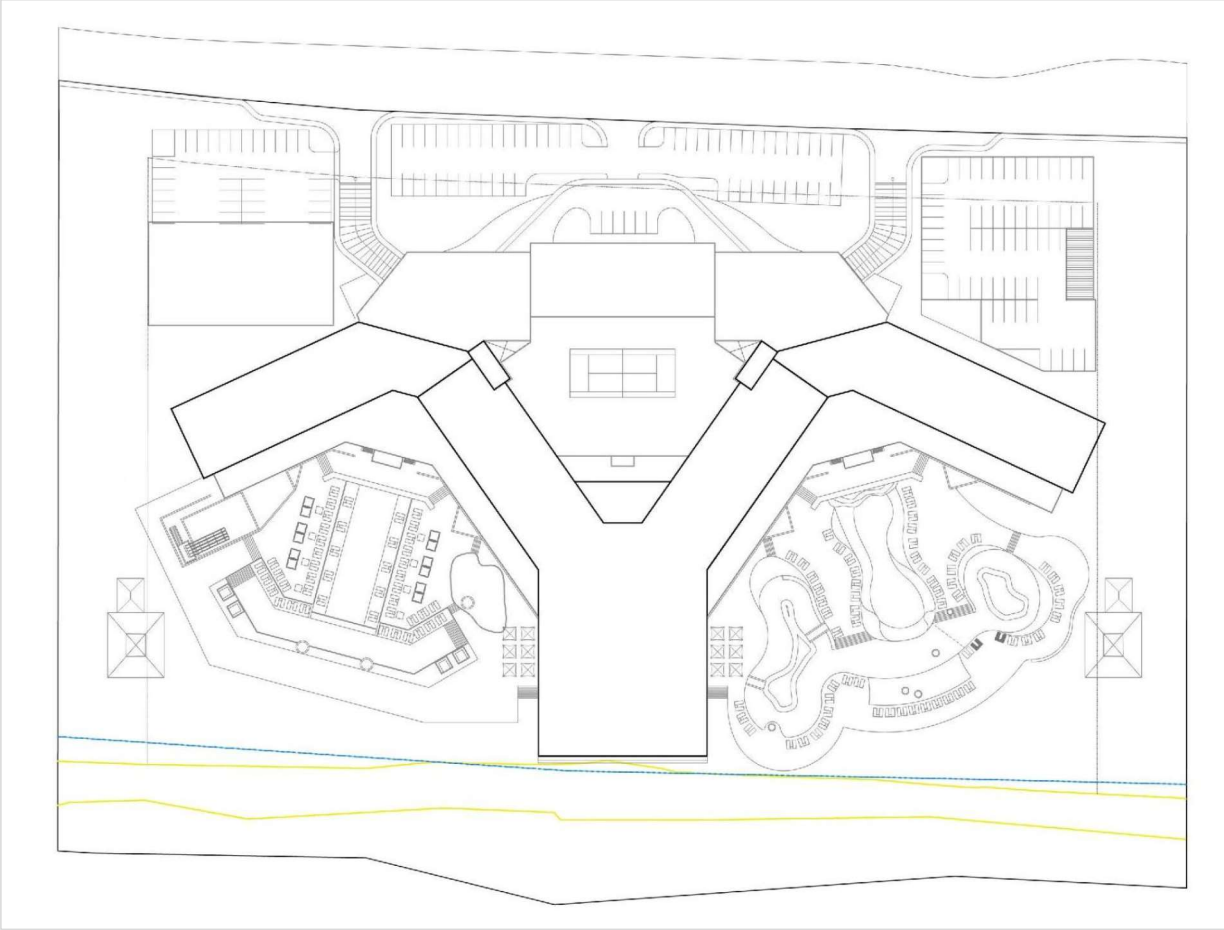


Figura 16. Se presenta la planta de azoteas.

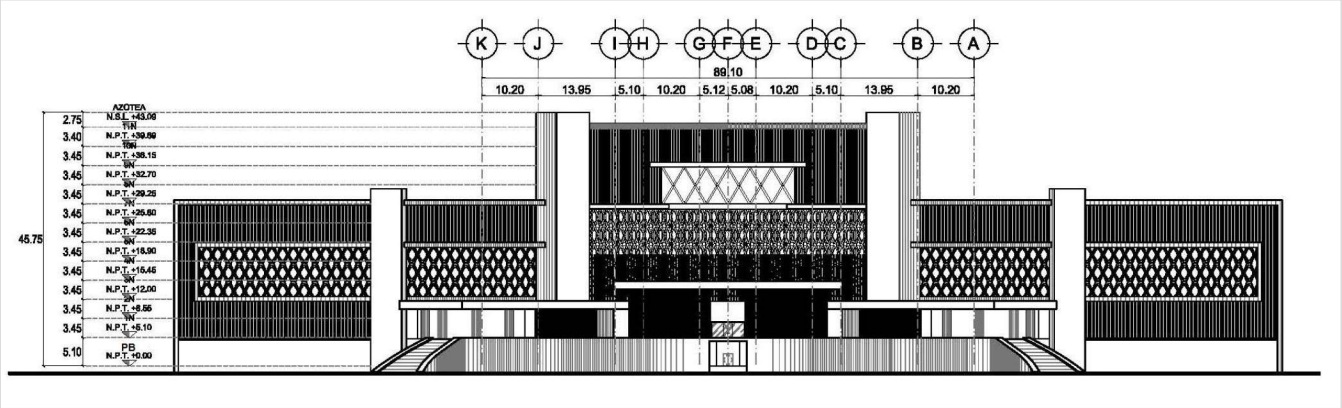


Figura 17. Se presenta un corte de la fachada principal del hotel.

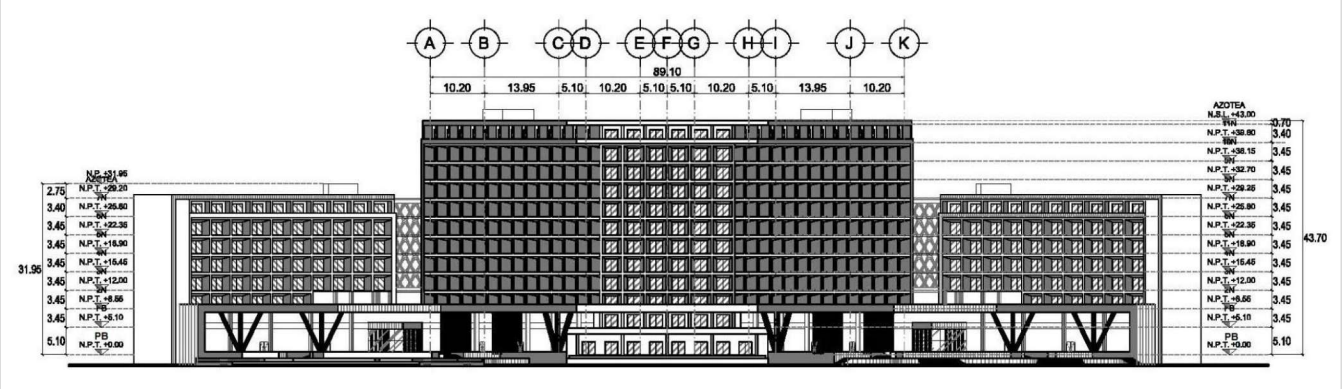


Figura 18. Se presenta corte de la fachada posterior.

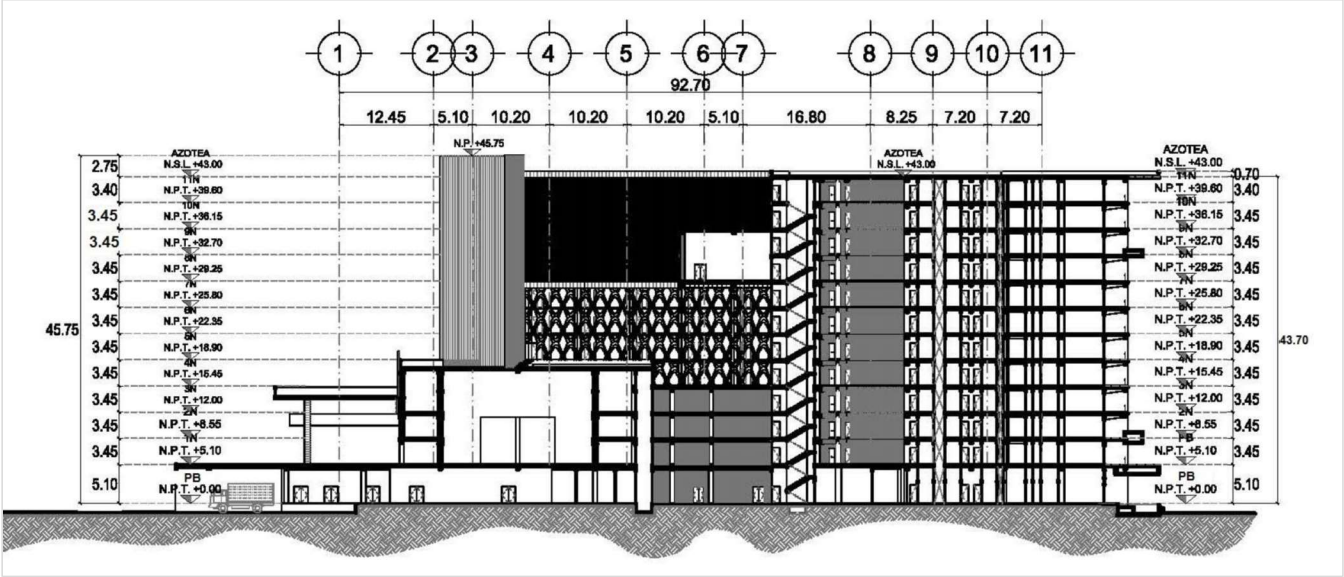


Figura 19. Se presenta un corte de una sección del edificio.

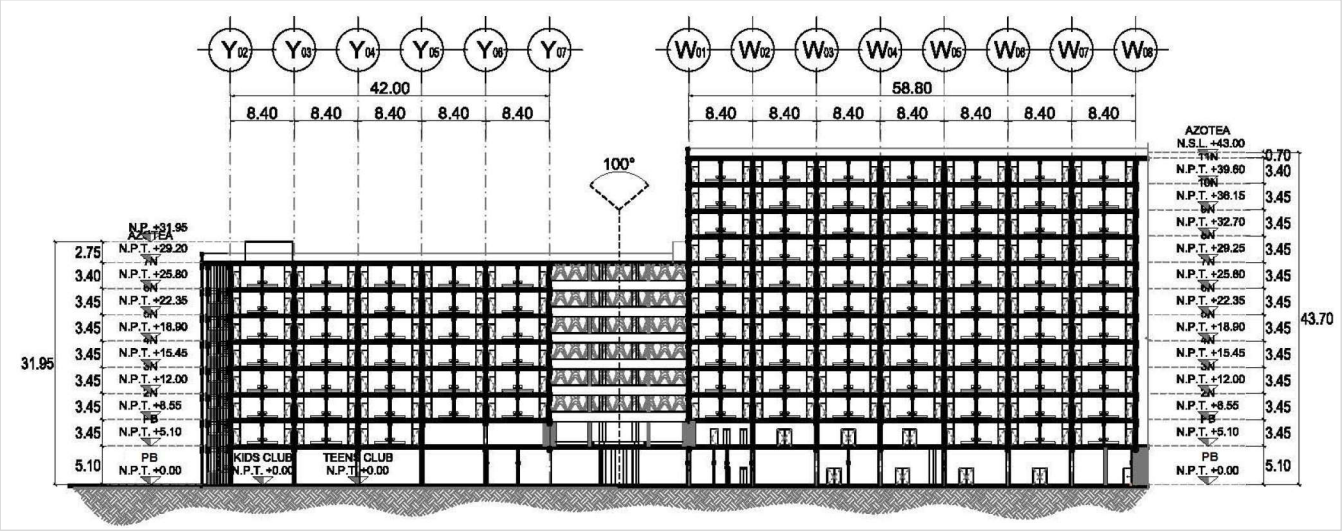


Figura 20. Se presenta un corte del edificio de habitaciones.

B. ÁREAS DEL HOTEL

Edificio de habitaciones.

El hotel contará con un edificio de planta baja y 11 niveles con un total de 514 habitaciones dividido en tres secciones: una central y dos laterales.

En el siguiente cuadro se presenta la distribución de las habitaciones por nivel. Contará con dos tipos de habitaciones (Doble y King), las cuales se distribuyen de la siguiente forma.

Cuadro 11. Se indican los tipos de habitaciones en cada nivel.

Niveles	Tipo A (king)	Tipo B (doble)	Tipo C (triple)	Total por Nivel
Planta baja		4		4
Primer Nivel	28	2		30
Segundo Nivel	56	2		58
Tercer Nivel	50	2	2	54
Cuarto Nivel	54		2	56
Quinto Nivel	54		2	56
Sexto Nivel	54		2	56
Séptimo Nivel	54		2	56
Octavo Nivel	34		2	36
Noveno Nivel	34		2	36
Decimo Nivel	34		2	36
Onceavo Nivel	34		2	36
Total	**486**	**10**	**18**	**514**

Habitaciones tipo A.

Estas contarán con un baño, una recámara tipo King y terraza. Serán de 12.45 m de largo y un ancho de 4.05 m.

Habitaciones tipo B.

Estas contarán con dos baños, una recámara con recámara King, sala de estar y terraza. Serán de12.45 m de largo y un ancho de 7.95 m.

Habitaciones tipo C.

Estas contarán con tres baños, una recámara con recámara King, una recámara con dos camas matrimoniales, sala de estar y terraza. Serán de12.45 m de largo y un ancho de 12.60 m.

Habitaciones tipo A Habitaciones tipo B Habitaciones tipo C

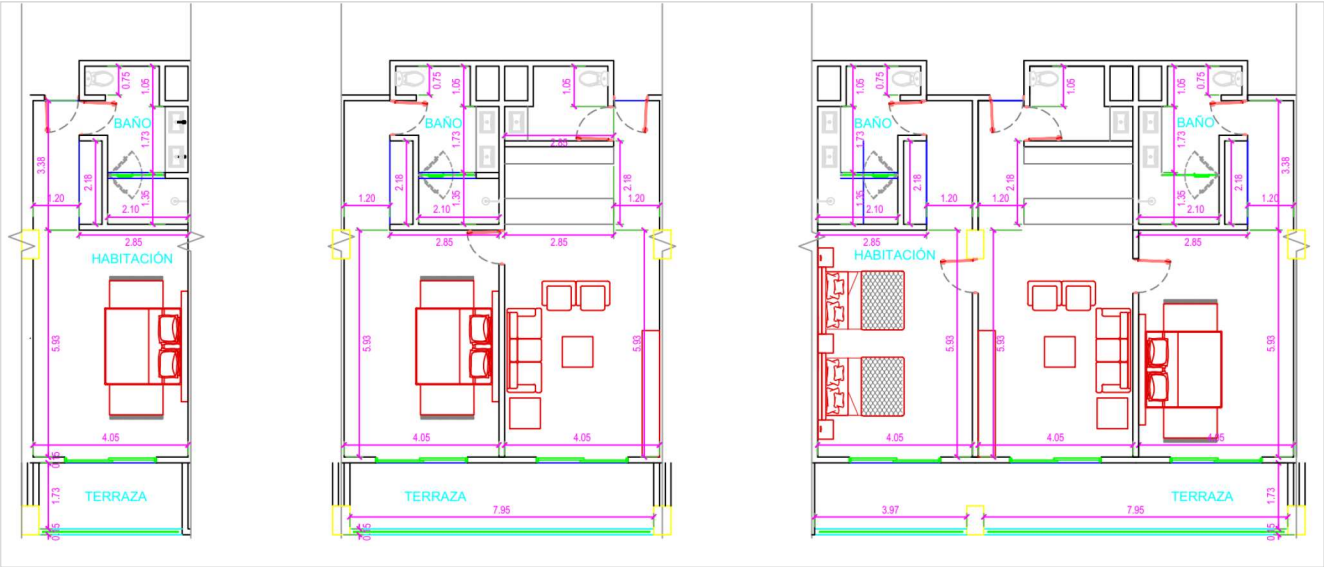


Figura 21. Se presenta la distribución de cada una de las habitaciones tipo.

- ✓ **Swim up**

Las habitaciones (30 habitaciones) que colindan con la playa en planta baja y primer nivel tendrán swim-up. Estas ocuparán una superficie total de 550.31 m^2 y tendrán una profundidad de 1.20 m.

- ✓ **Área de Servicios y de mantenimiento.**

Esta área incluye áreas de mantenimiento y de servicio como almacenes, cuarto de mantenimiento, sanitarios, área de cisterna, cuarto de máquinas, cuartos de basura, comedor de empleados, ama de llaves, lavandería, compras y costos, seguridad y cocina general.

Almacenes. Se contará con almacenes de carpintería, pintura, jardinería, para residuos peligrosos y de sustancias químicas.

Cuarto de mantenimiento. En este se encontrará el equipo y herramienta necesaria para el mantenimiento de equipos, bombas, etc.

Sanitarios. Se contará con sanitarios para hombres y mujeres para el uso del personal del hotel.

Cuarto de máquinas. Se albergarán las bombas, calderas, cuarto eléctrico y medidores, así como los equipos necesarios para el funcionamiento del hotel.

Cisterna. Se contará con dos cisternas de 294.80 m^2 por 4.0 m de altura, con capacidad para almacenar 1,179.20 m^3 cada una.

Cuartos de basura. Se contemplan dos cámaras de basura para el acopio temporal de los residuos sólidos. Una de las cámaras será un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y la otra corresponde a un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.

Comedor de empleados. Se contempla un comedor para el personal del hotel con sillas, mesas y barra para la comida.

Ama de llaves: Se considera un área de ama de llaves donde se almacenarán los utensilios que utilizan para la limpieza, así como las toallas, sábanas, etc., para el servicio de habitaciones.

Lavandería: Se contará con un área de lavandería con los equipos y productos necesarios para este servicio.

Compras y costos. En este se encontrarán los anaqueles con los productos necesarios para la operación del hotel.

Seguridad. Se contará con un cuarto para el personal de seguridad, donde se coordinarán las actividades de este departamento.

Cocina general. Esta contará con varias áreas de preparación de alimentos, área de refrigeración y congelados, área de lavaloza, etc.

- ✓ **Estacionamiento techado y no techado.**

En planta baja, se contará con un área de estacionamiento techado con capacidad de 120 cajones y con 58 cajones en el estacionamiento no techado.

En primer nivel se tendrán 90 cajones en el área de estacionamiento techado.

- ✓ **Restaurantes, sanitarios, wedding y actividades.**

Se consideran ocho restaurantes de especialidades (Mediterráneo, Francés, Italiano, Buffet, Mexicano, Sea Food, Steak House y Oriental), y un Sport bar.

Atrás del buffet, del lado izquierdo se contará con sanitarios para hombres y mujeres, y del lado derecho se encontrará el área de wedding y actividades, donde se programarán los eventos.

- ✓ **Gimnasio.**

Este se encontrará en octavo nivel, tendrá una superficie de 221.78 m^2 y contará con aparatos y equipos para el uso de los huéspedes.

- ✓ **Pasillos interiores**.

Se contará con pasillos interiores que comunicarán las áreas de servicios, de mantenimiento, así como los restaurantes, el gimnasio y el spa, que a su vez llegarán hasta las habitaciones.

- ✓ **Kids club, teens club, elevadores y escaleras**.

Se considera un kids club y un teens club para uso de los niños y adolescentes donde realizarán actividades recreativas.

- ✓ **Circulaciones verticales**.

Por otra parte, se contemplan 2 cubos de escaleras, 3 áreas elevadores y 3 mixtos (elevador y escalera) para dar acceso a todas las áreas del hotel.

- ✓ **Vialidades.**

Se utilizará la vialidad existente para el acceso al proyecto, la cual se unirá con el trazo de las vialidades que se proponen, en las que se contempla una entrada y una salida de

vehículos. En la parte central y del lado izquierdo de la vialidad se contará con cajones de estacionamiento.

Las vialidades tendrán una pendiente para llegar al nivel del lobby, donde se recibirá a los huéspedes.

- ✓ **Albercas y asoleaderos.**

Se contempla un área de albercas y asoleaderos en una superficie de 8,139.11 m^2, los cuales estarán ubicados frente al edificio de habitaciones. Las albercas tendrán una profundidad de 1.20 m.

- ✓ **Lobby.**

El lobby se encontrará en el primer nivel y se tendrá acceso al mismo por medio de una vialidad elevada. Este contará con una superficie de 1,116.19 m^2 y consiste de un amplio pasillo central y a los costados se encontrará el lobby bar, el frontdesk, vacation club y prefered. En el frente tendrá un área pergolada donde se recibirá a los huéspedes (motor lobby).

- ✓ **Centro de convenciones.**

Se contempla un centro de convenciones que quedará en el primero y segundo nivel. Este tendrá una superficie de 1,083.78 m^2 en primer nivel y contará con salones y foyer.

- ✓ **Áreas ajardinadas.**

Se consideran áreas ajardinadas alrededor de las obras del hotel en una superficie de 9,264 m^2. Para la conformación de las áreas ajardinadas se utilizarán especies nativas y algunas plantas ornamentales de la región, que provendrán del rescate de la vegetación y/o serán adquiridas en viveros autorizados.

- ✓ **Áreas de conservación.**

El proyecto se pretende desplantar detrás del primer cordón de dunas y se dejarán en los lados laterales dos franjas de amortiguamiento de 10.0 m con vegetación en estado natural. Asimismo, se dejará toda el área con vegetación de manglar que colinda con la vialidad existente. Las áreas de conservación suman una superficie total de 33,864.24m^2, que representan el 47.29% del total del predio.

En la Figura 22 se muestra la distribución de las obras que se describieron anteriormente.

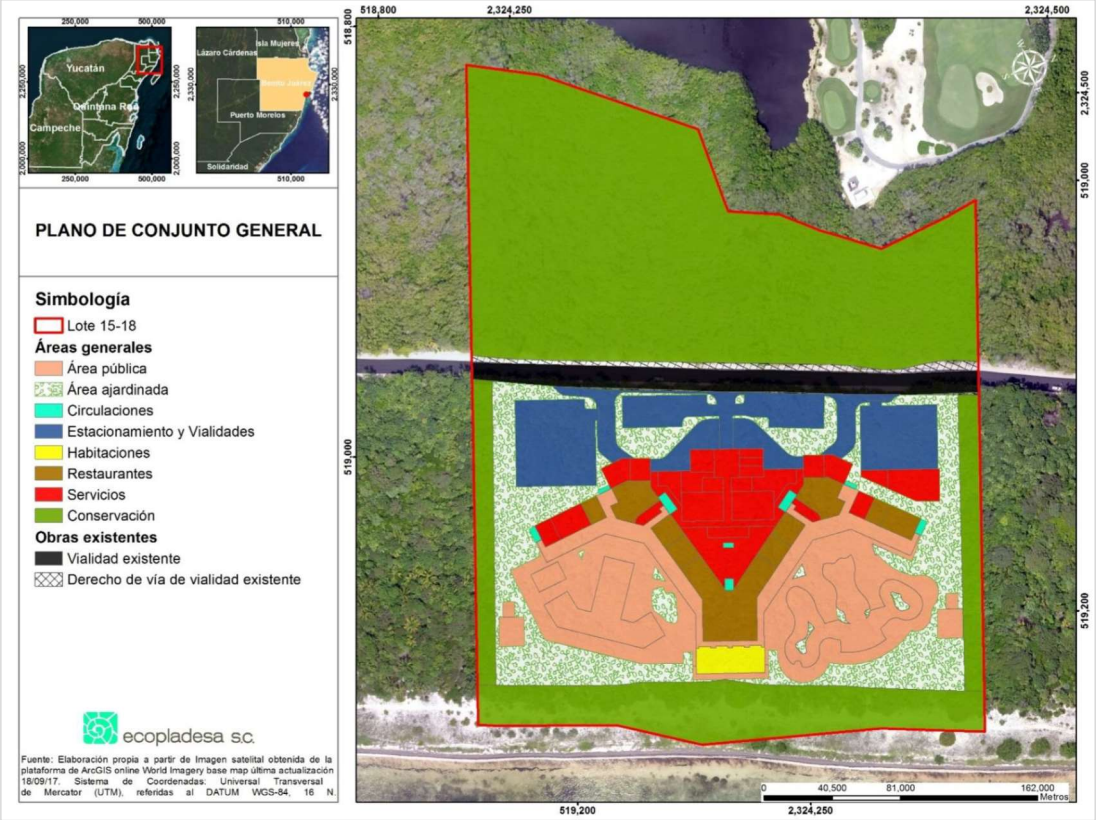


Figura 22. Se muestran las áreas de servicio y mantenimiento (rojo), los restaurantes (café), las habitaciones, pasillos interiores, alberca y asoleaderos, las vialidades y el área de estacionamiento techado y no techado, en circulaciones se incluyeron las áreas de escaleras y elevadores. Finalmente se muestran las áreas ajardinadas.

- ✓ **Planta de tratamiento**

Se considera un área destinada para la planta de tratamiento de 366.01 m^2, la cual contempla un área de maniobras, y se podrá acceder a la misma a través de un camino de acceso que conecta con la vialidad principal. La planta de tratamiento con capacidad para tratar 2.53 lps de agua residual, que es suficiente para el volumen de agua que se prevé generar en las actividades del hotel.

Las aguas residuales que se generen serán captadas y conducidas a través de la red principal de drenaje sanitario interno del hotel que transportará las aguas grises y negras a la planta de tratamiento de aguas residuales que se ubicará en el norte del área de aprovechamiento cerca de la vialidad existente. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para que pueda ser utilizado para el riego de las áreas verdes. El agua que no se utilice para riego será inyectada al subsuelo a través de un pozo.

Se propone la instalación de una planta de tratamiento con un sistema fabricado por la empresa BIODAF Water technology S.A. de C.V. el cual considera un diseño dual biológico/físicoquímico, lo que vuelve al proceso más eficiente sobre las plantas convencionales debido a que el proceso biológico es aerobio de lodos activados y mezcla total de alta tasa de transferencia de oxígeno, mientras el físico-químico es por flotación avanzada por aire disuelto. (*Todos los derechos de explotación están reservados. Los derechos de propiedad intelectual sobre el diseño, gráficos y códigos son propiedad de BIODAF. Prohibida la reproducción total o parcial sin consentimiento de BIODAF. Corresponde a dicha empresa el ejercicio exclusivo de explotación de los mismos, en cualquier forma y, en especial los derechos de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación*).

La planta contará con una capacidad para tratar hasta 320.00 m^3/día de aguas residuales, es decir, 2.53 LPS, mientras que en el proyecto se generarán 289.11 m^3/día, que equivale al 90.34% del agua que se aprovechará. De modo que, la capacidad con la que cuenta el sistema es suficiente para el volumen de agua residual que se producirá. Se estima que la PTAR tiene un período de vida de 25 años, sin embargo, esto puede variar dependiendo la periodicidad con que se le dé mantenimiento a los elementos que así lo requieran.

Como ventajas de la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales se pueden mencionar:

1. El Agua tratada cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, para ser reutilizada en riego de áreas verdes y/o descarga a cualquier cuerpo receptor.
2. El efluente cumplirá con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

3. Cumplirá con las normas de calidad del agua durante todo el año.
4. No producirá malos olores.
5. El ruido que se produzca cumplirá con la normatividad aplicable.
6. No contaminará el aire (gas Metano y Gas Sulfhídrico).

Los criterios prioritarios que se consideraron para la selección del sitio son:

a) Se encuentra dentro del polígono de aprovechamiento del proyecto.
b) Se ubica en un espacio confinado y apartado de las áreas comunes utilizadas por los huéspedes.
c) La planta cuenta con la capacidad necesaria para tratar el influente que se genere en el hotel.

La superficie que se ha destinado para la planta de tratamiento de aguas residuales es de 366.01 m^2 y el área de maniobras será de 85 m^2. De la superficie destinada para la planta de tratamiento, solo se ocupará un área de 148.00 m^2 para la construcción del sistema el cual incluye el área para cribado grueso, regulador y cribado fino; el digestor biológico aerobio; el clarificador; los tanques de almacén de agua tratada y regulador de flujo por mencionar algunos.

El componente principal es su diseño **DUAL BIOLÓGICO/FÍSICO-QUÍMICO** con capacidad de 2.53LPS, equipada con un clarificador tipo DAF marca Krofta, TAM SPC-8 que incluye los siguientes componentes electromecánicos:

El suministro e instalación de:

- 2 cribas de acero al carbón, para desbaste grueso.
- 1 hidrocriba parabólica, marca bdw mod hs-18 tipo autolimpiable construida totalmente en a.i.-304, con malla de 1 mm con barras de sección piramidal invertidas.
- 1 aireador mecánico sumergible, marca nabohi de 2 hp, 4 polos, 1,750 rpm, 220/440 volts, (tanque regulador)
- 1 bomba sumergible tipo inatascable, marca goulds, de 0.5 hp. 4 polos, 1,750 rpm, 220/440 v, con capacidad de 6 lps, contra 9 m de carga (una en espera).
- 1 clarificador marca krofta tamaño spc-8 construido totalmente en acero inox 304.
- 1 tubo dilusor de aire (adt) marca krofta mod adt-300 de a.i-304.
- 1 bomba sumergible tipo inatascable, marca goulds de 0.5 hp. 1750 rpm, 220/440 v.
- 1 bomba centrífuga de alta presión, marca goulds de 5 hp. 2 polos, 3,500 rpm, 220/440 v. 6 lps contra 58 m de carga, alimentación a tubo dilusor de aire (adt).
- 1 compresor de aire rotativo, marca ingersoll rand de 5 hp. 4 polos, 1,750 rpm, 220/440 volts, con capacidad de 18 cfm a 125 psig, con tanque almacén de 80 gal.
- 1 aireador mecánico sumergible, marca nabohi de 7.5 hp 4 polos, 1,750 rpm, 220/440 volts, con variador de velocidad (para reactor biológico)
- 1 sistema completo para preparación y dosificación de productos químicos incluye un tanque cilíndrico vertical rotoplas de 450 l, y dos de 1,100 l ambos en

polipropileno reforzado, dos bombas dosificadoras de químicos marca chemtech y un agitador marca agimex de 1.0 hp. 1750 rpm, 220/440 v con reductor de velocidad a base de engranes, velocidad 360 rpm de salida.

- 1 base estructural de acero, de 2 m de altura, con escalera de peldaños, andadores de rejilla tipo irvin, pasamanos de redondo de 1", techo aligerado con lámina pintro, toda protegida con pintura anticorrosiva.
- 1 deshidratador de lodos, marca bdw-sfc, modelo dl-1, fabricado en acero inoxidable.

Manejo de lodos

- 1 agitador mecánico marca agimex de 1 hp, 1750 rpm, 220/440 v, con reductor de velocidad engranes tipo helicoidales relación 5:1 vel. de salida 350 rpm, construido en ai-304 flecha y propela.

Otros componentes:

- 1 lote de productos químicos para arranque y pruebas.
- 1 mano de obra y materiales para la instalación hidráulica, neumática y eléctrica.
- Puesta en marcha.
- 10 días de capacitación del personal de operación.
- Un canal de desbaste de 1.5.0 m x 0.7 m x 0.7 m de profundidad.
- Un tanque regulador de flujo, cisterna de concreto armado de 3.0 m de largo x 3.0m de ancho x 4.0 m de altura.
- Un tanque reactor biológico, cisterna de concreto armado de 4.5 m de largo x 4.5m de ancho x 4.0 m de altura.
- Un tanque desactivado de lodos, plástico reforzado de 1,100 l.
- Una caseta de máquinas, de 8.0 m de largo x 6.5 m de ancho, por 4.0 de altura, de material aligerado.

Características técnicas del equipo KROFTA:

- modelo. - supracell
- tamaño. - spc - 8
- material de construcción. - acero inoxidable t-304
- capacidad max.- 4.6 lps.
- diámetro. - 2.45 m.
- altura del tanque. - 75 cm.
- peso en operación - 4,150 kg.
- tiempo de retención. - 2.58 segundos
- consistencia de lodos. - 4 a 6 %
- tubo dilusor de aire .- adt-300
- material de construcción .- acero inoxidable t-304
- consumo de aire.- 1 cfm.

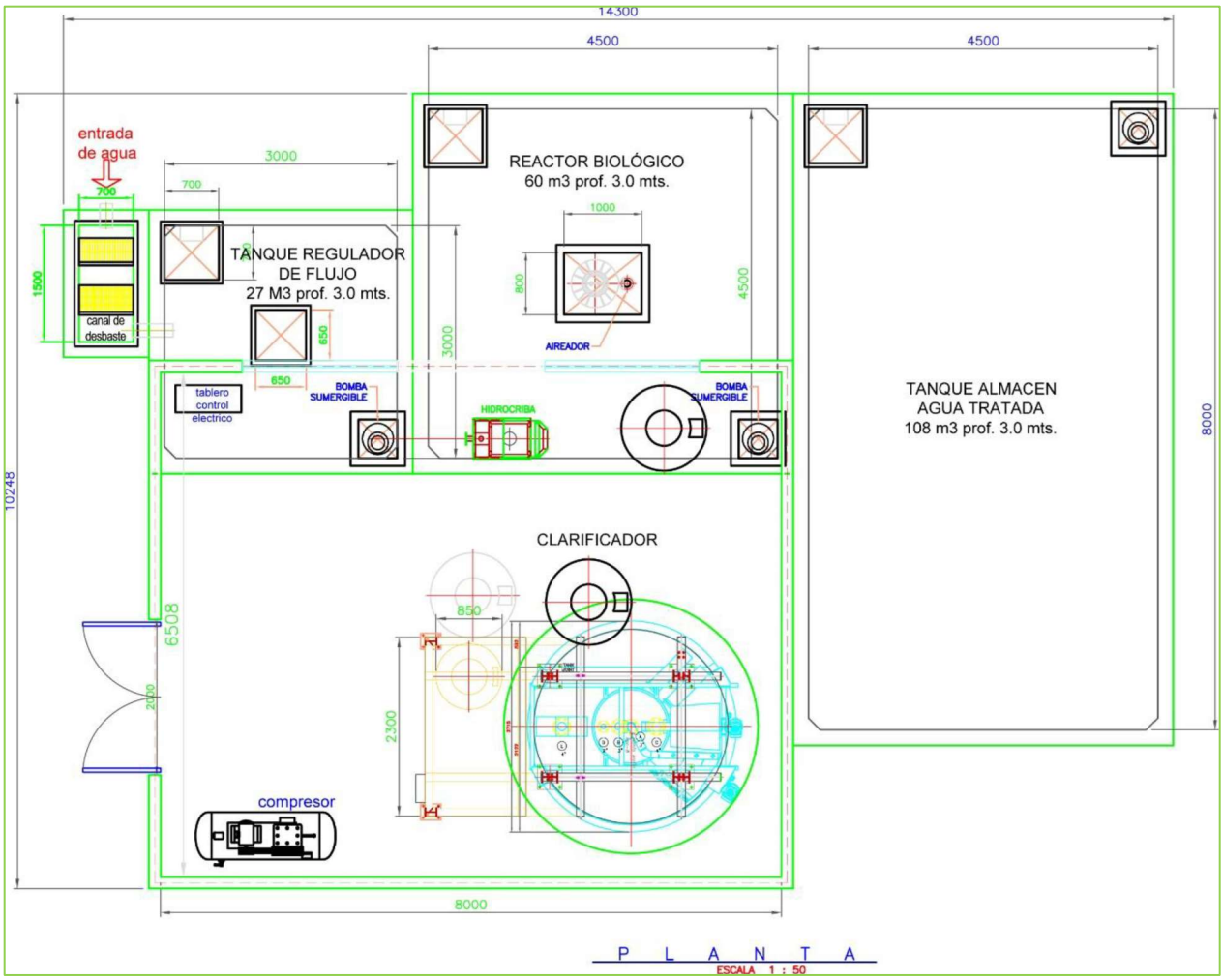


Figura 23. Se muestra la distribución de los componentes de la planta de tratamiento. Nota: las cotas de dimensiones se expresan en milímetros (mm). Propiedad de BIODAF.

Cabe señalar que los tanques con profundidad de 3 m serán construidos con una parte del tanque 1 m debajo del nivel del suelo, para que sea efectiva la gravedad, y la altura restante se construirá sobre el nivel de desplante de las obras. De ahí que no se excavará en toda la profundidad indicada para almacenamiento.

Descripción del funcionamiento del sistema

1. **CRIBADO GRUESO, REGULADOR Y CRIBADO FINO.**

El agua cruda llegará bombeada a un canal de desbaste donde por medio de rejillas, con abertura de 1" y ½", se retendrán los sólidos mayores, así como, la arena producida en las regaderas durante el baño de los huéspedes. Este canal está conectado por un tubo al tanque regulador de flujo.

Este tanque, está equipado con un aireador sumergible de alta tasa y burbuja fina, que tiene la función de oxigenar el agua y evitar la formación de bacterias anaerobias evitando

los malos olores típicos de las plantas convencionales, al mismo tiempo que aérea, mezcla el agua desde el fondo para obtener un Potencial "Z" estable.

También estará equipado con las bombas sumergibles tipo inatascable, para pasar el agua cruda al sistema de clarificación primaria.

2. **DIGESTIÓN BIOLÓGICA AEROBIA DE LODOS ACTIVADOS DE MEZCLA COMPLETA.**

El Digestor Biológico está diseñado para una eficiencia de 99% bajo este criterio universal de "lodos activados" en su modalidad de mezcla completa, en el cual solo se requiere entre 3 a 5 horas. Este Diseño trabaja con un licor mezclado entre 3,000 a 4,500 ppm, para esto el proceso de flotación avanzada por aire disuelto es ideal, ya que toda la biomasa flotada está en óptimas condiciones por la gran oxigenación que recibe por el contacto con las burbujas de la flotación. Como el proceso es continuo, la biomasa continuamente se regresa al reactor biológico para mantener la flora bacteriana en óptimas condiciones, esto mejora la capacidad del reactor, y se reduce el volumen de lodos periódicamente (1 o 1.5 veces a la semana por periodos no mayores de 2 horas) los lodos en exceso se envían al proceso de deshidratación.

A diferencia de los procesos convencionales de lodos activados modalidad aireación extendida, requieren un mínimo de 12 horas de oxigenación para mineralizar el lodo producido (por la digestión biológica), para que este pueda sedimentarse. El proceso de lodos activados mezcla completa que emplea **BIO-DAF**, no requiere la mineralización ya que el proceso de clarificación por flotación avanzada a base de aire disuelto (DAF) se realiza en solo 3 minutos.

3. **CLARIFICACIÓN SECUNDARIA Y DESINFECCIÓN.**

El licor mezclado se envía mediante bombas sumergibles tipo inatascable al clarificador secundario tipo **DAF KROFTA**, donde en solo **3 minutos** realizará con una alta eficiencia (99%) la separación de los sólidos suspendidos, dejando el agua totalmente limpia y lista para pasar al sistema de desinfección.

4. **DESINFECCIÓN**

El agua clarificada pasará por gravedad al tanque de contacto de cloro, donde al paso se le dosificará, por medio de una bomba, la cantidad de hipoclorito, suficiente para su desinfección. Este tanque de contacto, está diseñado para el tiempo de retención hidráulica que establecen las normas, y que es de 30 minutos mínimo. El agua limpia y desinfectada cumplirá con las NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997, y queda lista para su reusó en riego de áreas verdes. La cantidad de cloro a dosificar es muy baja ya que la calidad del agua que, tratada, no contiene fósforo, nitrógeno, detergentes, sólidos suspendidos, ni materia orgánica, que son los mayores consumidores de cloro, y sobre todo la combinación de estos dos últimos genera tríalometanos (clora minas) que son altamente tóxicos.

5. MANEJO DE LODOS

Los lodos flotados por el DAF, caerán por gravedad al tanque de desactivado, mismo que está equipado con un agitador, mecánico, se dosifica cal en forma manual, para subir su pH hasta 12, que es el método universal “End Virus”, para desactivarlos y evitar la formación de bacterias, después son bombeados al deshidratador de lodos tipo “Volute”, para su deshidratación final, donde ya secos e inertes, se entregarán a una empresa autorizada en su manejo, o en su caso se les realizará la prueba CRIT para determinar si pueden ser utilizados como abono.

Cantidad.- Los lodos generados por el sistema de flotación, tienen una consistencia del orden hasta del 6% (7 veces menos agua que los lodos sedimentados) y el volumen total de lodos producidos es del 5% al 7% del volumen de agua a tratar, el 100% de los lodos que pasan por el clarificador DAF, regresan al reactor biológico.

Calidad.- Este sistema BIO-DAF genera lodos sanos ya que solo duran fuera de su hábitat 3 minutos, y están envueltos en millones de micro burbujas de aire, lo que hace que el reactor se vuelva más eficiente.

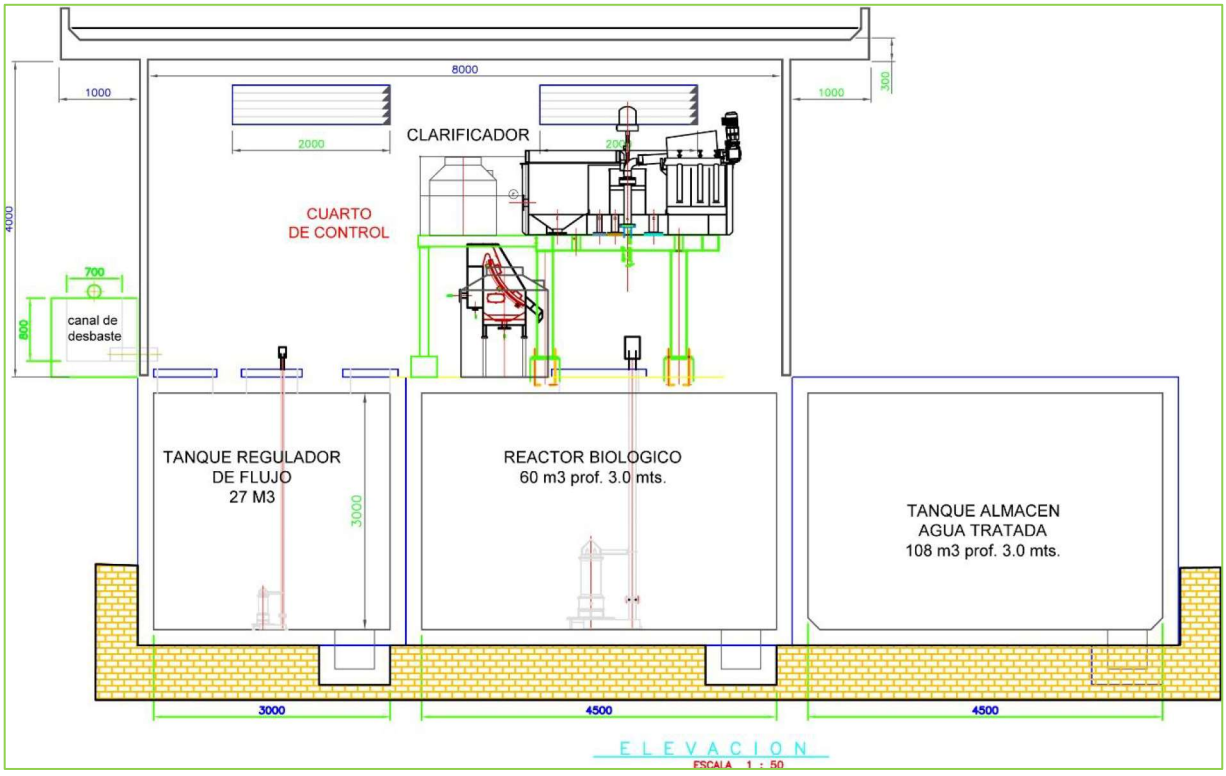


Figura 24. Se presenta un corte esquemático con los tanques, el reactor biológico y el clarificador de la planta. Propiedad de BIODAF.

6. POZO DE INYECCIÓN

El criterio principal para la definición del diseño de los pozos de inyección de la planta de tratamiento es que el efluente sea descargado en el manto de agua salina.

De acuerdo con los resultados del estudio geohidrológico (Anexo 9), a partir de los 8 m de profundidad el agua del acuífero contiene más de 25000 mg/l de sólidos totales disueltos mientras que en los perfiles geoeléctricos, nos muestra que a partir de los 50 m de profundidad se observa una unidad de baja resistividad con valores menores del orden de 10 ohm-m que se extiende hasta el final del sondeo a 100 m, esta unidad se asocia a la presencia de un acuífero de agua salada.

La presencia de agua con esta salinidad se manifiesta como una opción favorable para la inyección profunda del agua de rechazo. Por lo anterior y tomando un criterio precautorio se propone el diseño de los pozos para rechazo de agua de la planta de tratamiento a una profundidad total de 100 m, aislando los primeros 60 m para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre con la cámara de absorción entre los 60 m y 100 m.

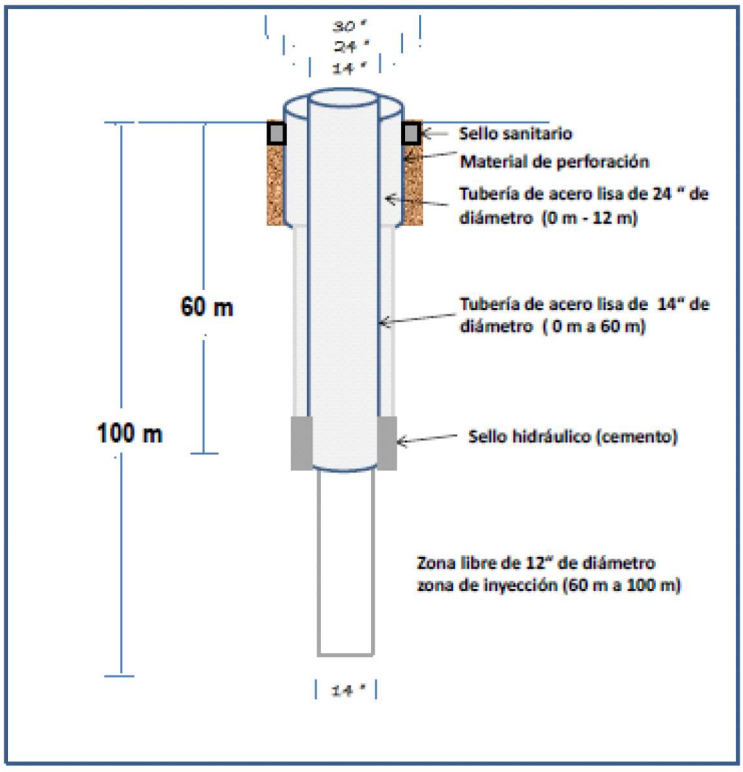


Figura 25. Diseño final de pozo de inyección de agua de rechazo.

El proceso constructivo de los pozos de inyección se inicia con la colocación del casquillo de acero de 24” hasta una profundidad de 12 m, esto con el fin de retener el espesor de arenas presentes en el subsuelo. Una vez colocado el casquillo se inicia la perforación exploratoria en 12” de diámetro hasta la profundidad de 100 m, posteriormente se realiza la ampliación hasta un diámetro 20” hasta una profundidad de 60 m, se instala el ademe

del pozo de 0 m a 60 m mediante la introducción de tubería de acero liso de 14" de diámetro. A la profundidad de 60 m, se construye la base de concreto para para colocar el sello hidráulico que levante al menos 2 m del tubo en el espacio anular entre la pared del pozo y el tubo de acero (sello primario) y se rellena el resto del espacio anular con material de perforación hasta 2 m antes de la superficie. Una vez fraguado el concreto se mete tubería para la limpieza final hasta la profundidad total del pozo. El tramo libre de 60 m a 100 m constituye la zona de inyección del pozo. Finalmente se coloca un sello sanitario en los primeros 2 m a partir del nivel del terreno.

Para la evaluación hidráulica del pozo, este será probado mediante bombeo continuo a caudal constante denominado desarrollo de pozo y prueba escalonada a caudal variable para determinar las propiedades hidráulicas del acuífero y definir así su régimen de operación.

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

El predio está conformado por un lote donde se desarrolla vegetación de duna costera y vegetación de manglar. Por este lote atraviesa un tramo de la vialidad existente, que forma parte de las obras que se autorizaron para el Desarrollo Turístico Costa Cancún (Ver antecedentes capítulo 1 de esta MIA-P). No existen cuerpos de agua.

El predio de interés se encuentra en la tercera etapa de la zona hotelera de la Ciudad de Cancún que está regulado por el Programa de Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio tiene un uso Turístico Hotelero con clave (TH/6*/F).

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 PMDU.

El lote de interés colinda con un campo de golf, infraestructura de servicios, así como accesos y vialidades interiores. Asimismo, ya se aprobó por parte de la SEMARNAT la construcción de un hotel en el lote turístico residencial 15-15 ubicado al sur.

2.2 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. De igual forma se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energia electrica.

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, el hotel contará con su red interna de drenaje que se conectará a la planta de tratamiento que se construirá como parte del proyecto.

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 litros 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 dos cisternas de 294.80 m^2 por 4.0 m de altura, con capacidad para almacenar 1,179.20 m^3 cada una.

Uso de agua en el hotel.

Habitaciones del hotel.

El hotel contará con 514 habitaciones las cuales cuentan con un sanitario con WC, con una regadera y un lavabo. Se estima una demanda de agua de 87,380.00 l/día/p, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 31,893.70 m^3/año, equivalentes a 87.38 m^3/día de agua potable.

Cuadro 12. Volumen de agua para consumo humano en las habitaciones.

Instalación	Cantidad	Usos/ persona/día	(l/uso)	l/persona /día	Cuartos	persona/ hab	l/día/p	m^3/día	m^3/año
WC	1	3	10	30	514	2	30,840.00	30.84	10,512.00
Lavabo	1	3	5	15	514	2	15,420.00	15.42	5,256.00
Regadera	1	2	20	40	514	2	41,120.00	41.12	14,016.00
TOTAL						**Día**	**87,380.00**	**87.38**	
						Año	**31,893,70.00**		**31,893.70**

Áreas públicas y de Servicios

En este gasto consideramos los diferentes usos destinados en las áreas de mantenimiento y servicios, es decir el agua requerida para el funcionamiento y/o la limpieza de los almacenes, cocina, bar, sanitarios, cámara de basura, etc.

En las áreas de servicios, el índice utilizado es de 100 litros por empleado y se considera que el desarrollo tendrá 803 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros. De ahí que el volumen diario que se demandará es de 80.30 m^3, es decir, 29,309.50 m^3/año.

Cuadro 13. Volumen de consumo de agua en áreas públicas y de servicios.

Servicios	**100 L por empleado**	
Empleados	803	Empleados
Índice	100	l/empleado/día
Volumen	80,300.00	l/día
	80.30	m^3/día
TOTAL	**29,309.50**	**m^3/año**

Uso en albercas

El hotel contará con swim up en las habitaciones que colindan con la playa en los niveles de planta baja y nivel 1, las cuales ocuparán 550.31 m^2 y tendrán una profundidad de 1.20 m. De la misma forma, frente al edificio de habitaciones se contempla un área de albercas no techadas en una superficie de 2,822.76 m^2 con una profundidad de 1.20 m.

Para el llenado de las albercas y las swim up se ocupará un volumen de agua de aproximadamente 4,047.68 m^3, posteriormente, para cubrir pérdidas y mantener circulación se considera un flujo de reposición de pérdidas del 3% con lo que la demanda será de 121.43 m^3 por día o 44,322.14 m^3/año. Del 3% del volumen de pérdida que se renovará, se estima que la mitad se perdería por evaporación y el restante correspondería a las pérdidas por rebose de las albercas.

Cuadro 14.Volumen de consumo de agua de las albercas y swim-up.

Volumen de llenado	**4,047.68**	**m^3**
Pérdidas	3.00	%/vol
Índice		
Volumen	**121.43**	**m^3/día**
	44,322.14	**m^3/año**

De acuerdo con lo anterior, en el hotel se requiere un volumen de 31,893.70 m^3/año para las habitaciones, 29,309.50 m^3/año para el área de servicios, y 44,322.14 m^3/año para las albercas y swim-up, que suman un volumen total 105,525.34 m^3/año o 289.11 m^3/día.

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.).

Red de drenaje pluvial: Para la captación de agua pluvial se contempla la construcción de pozos de absorción en las vialidades. La vialidad existente cuenta con pasos de agua.

En las azoteas de los edificios del hotel se captará el agua de lluvia, la cual será conducida a través de tubos de PVC hacia las jardineras y hacia una de las cisternas para su almacenamiento y posterior uso en los inodoros y áreas de mantenimiento.

Disposición de residuos. En el hotel se utilizarán contenedores con bolsa para disponer los residuos que se generen, los cuales serán trasladados a la cámaras de basura que se instalarán para su almacenamiento. Los residuos inorgánicos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje, mientras que los residuos que no lo sean, serán entregados al servicio de limpia municipal.
Telefonía, voz y datos. La conexión al servicio de telefonía, voz y datos, será a partir de la infraestructura existente, por conveniencia de los trabajos de conexión. La promovente realizará el tendido de cables y los trámites necesarios ante las instancias indicadas para la proporción del servicio.

Transporte. En la zona existe el servicio de transporte público así como de servicio particular.

2.3. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

El proyecto se pretende construir en 10 años. Previo al inicio de cualquier obra o actividad se llevarán a cabo los trámites necesarios para obtener las autorizaciones correspondientes, y posteriormente se iniciarán con los trabajos preliminares y la preparación del sitio comenzará a partir del primer año, la etapa de construcción iniciará en el segundo año y finalizará en el año 10 con la conformación de las áreas ajardinadas, a partir del año 11 se comenzará con la etapa de operación del hotel hasta el fin de la vida útil del proyecto la cual se ha considerado de 100 Años.

Cuadro 15. Programa de trabajo en el que se indican las actividades y el tiempo estimado de ejecución de las obras.

Actividades	Previo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11-100
Licencia y permisos												
Preparación del sitio												
Preliminares												
Desmonte												
Construcción												
Obras provisionales												
Plataforma												
Piloteado o zapatas corridas												
Construcción de obra civil												
Albañilería y aplanados												
Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias												
Pisos y recubrimientos												
Mobiliario												
Pintura e impermeabilización												
Conformación de áreas ajardinadas												
Operación												

2.4. OBRAS Y ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN.

El proceso de consolidación del proyecto tendrá tres etapas:

Etapa de preparación del sitio: Esta consiste básicamente en reunir las condiciones necesarias para la limpieza y trazo de las obras en el terreno. Se llevarán a cabo las actividades de desmonte, despalme, recuperación de sustrato, triturado de material vegetal, trazo y nivelación de la plataforma para las obras.

Etapa de construcción: Para la construcción de los edificios se llevará a cabo la cimentación a base de pilotes o zapatas corridas, dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos, levantamiento de paredes, colado de losas, albañilería, acabados, instalación de muebles, acabados, instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas. También se construirán las vialidades, estacionamientos, y se conformarán los jardines.

Etapa de operación: Inicia con la ocupación del hotel, el uso de las habitaciones, el uso de las albercas, los restaurantes, las áreas de mantenimiento y servicios, y la circulación de vehículos por las vialidades y estacionamientos. En esta etapa se llevará a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo, así como la limpieza del hotel y mantenimiento de los jardines.

2.5. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Después del levantamiento topográfico se realizará el rescate selectivo de flora y fauna del predio, dando mayor prioridad a las especies que se encuentren enlistadas en alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las plantas rescatadas se trasladarán al vivero provisional que se instale en el predio dentro de las áreas de aprovechamiento, donde recibirán los cuidados necesarios mediante su riego, poda, aplicación de fertilizantes y deshierbe. En caso de capturar animales serán liberados en las áreas de conservación.

Se procederá a realizar las actividades de despalme y desmonte del sitio, el primero se refiere al retiro del suelo, mientras que el segundo consiste en el derribo de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea.

El desmonte y despalme se realizará utilizando un tractor tipo Buldozer Cartepillar D8L 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 y se utilizará junto con el sustrato obtenido del despalme para la conformación de las áreas ajardinadas.

En las áreas desmontadas se recuperará el suelo y se acumulará en un sitio específico dentro del área de aprovechamiento, posteriormente será cribada para su utilización en las áreas ajardinadas.

Se procederá con los trabajos de nivelación para las obras preliminares, así como la nivelación de las áreas donde se desplantarán las obras proyectadas.

Una vez realizada esta actividad, se preparará la plataforma de trabajo en donde se colocarán las cimentaciones, que servirán de apoyo para las diferentes áreas.

2.6. OBRAS Y/O SERVICIOS DE APOYO A UTILIZAR.

Sanitarios portátiles: Se requiere de la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 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.

Se instalarán algunas obras provisionales de apoyo, mismas que se colocarán en las plataformas para el desplante de las obras:

Bodega. Se habilitará una bodega a base de láminas para el resguardo de los materiales y herramientas que se utilicen durante la construcción del proyecto.

Comedor. Se habilitará un área para comedor de obra para dar servicio de alimentos y bebidas.

Caseta. Se tendrá una caseta de control de acceso por la cual se llevará el registro de todo personal, equipo y material que ingrese al predio.

No se contempla la instalación de campamentos, ya que la totalidad de los trabajadores provendrán de la Ciudad de Cancún.

No se llevarán a cabo dentro del predio actividades de mantenimiento y reparación de la maquinaria que será utilizada. Dichas actividades se realizarán en talleres ex profeso ubicados en el sitio más cercano al proyecto.

2.7. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Edificio del hotel

Se prevé realizar la cimentación de los edificios con pilas coladas en sitio, y de acuerdo con lo que indiquen los resultados arrojados por el estudio de mecánica de suelo que se realizará previo al inicio de la construcción del proyecto.

La estructura del edificio será a base marcos de concreto de columnas, trabes y losas de vigueta y bovedilla montadas en sitio los muros se harán con muros de block de 15 x 20 x 40 asentados con mortero y aplanados.

Se conformarán las instalaciones principales del desarrollo, hidráulica, pluvial, sanitaria, eléctrica, contra incendios, circuito cerrado, telefonía y datos, es decir, todo lo necesario para la operación correcta del hotel.

Acabados.

Se realizarán los aplanados con base de morteros con arena y de un espesor no mayor a 5 mm, en todos los muros existentes ya sean de block o de concreto. Posteriormente, se colocarán los pisos y zoclos que serán de mármol de primera calidad en distintos colores y modelos según sean diseñados los espacios. En los muros se utilizará una pasta texturizada de distintos tonos. Algunas de las áreas llevarán falso plafón de tabla roca para cubrir las instalaciones y por diseños interiores.

Se llevará a cabo la cancelería de aluminio en ventanas y se colocarán todos los accesorios eléctricos finales como apagadores, contactos, lámparas, ventiladores, focos y luminarias en el interior y exterior del edificio.

Finalmente se instalará el equipamiento de operación que incluye aire acondicionado, motobombas, cámaras, etc., y se realizarán las pruebas de operación.

Albercas, swim-up y asoleaderos.

En las áreas de descanso de la alberca, los pisos serán con acabados de piedra natural y el recubrimiento de la alberca y de las swim-up será mosaico kolorines de 5 cm de varios colores.

2.7.1 Materiales de construcción a utilizar.

En el Cuadro 16 se enlistan los principales materiales y sustancias a utilizar durante la obra, indicando las unidades y cantidades estimadas requeridas durante la obra proyectada.

Cuadro 16. Relación de materiales y sustancias que serán utilizados en el proceso constructivo. Se presentan las cantidades aproximadas que se requerirán.

Materiales	Unidad	Total
Alambrón	kg	40,598.16
Alambre recocido	Kg	29,930.10
Varilla de acero	Ton	1,016.73
Clavos	Kg	11,648.70
Malla electro soldada 6x6 - 10x10	m^2	11,565.41
Pasto en rollo	m^2	1,218.09
Cemento tipo 1	Ton	1,352.66
Cemento blanco	Ton	100.56
Cal hidratada	kg	450.16
Cemento crest (20kg)	kg	205,326.63
Masilla fina (40kg)	saco	2,019.74
Polvo de piedra	m^3	2,867.96
Grava	m^3	1,364.86
Agua (pipas)	m^3	2,745.93
Block de concreto 15x20x40	Pza.	349,284.10
Cubierta para lavabo de mármol	Pza.	299.48

Materiales	Unidad	Total
Bovedilla de concreto	Pza.	100,273.10
Vigueta de concreto	ml	25,109.39
Madera de pino de 3a en duela	Pt	39,377.13
Madera de pino de 3a en barrote	Pt	100,908.76
Madera de pino de 3a en polín	Pt	131,511.28
Madera de pino de 3a en tablón	Pt	5,191.16
Cimbra de madera de pino de 3a	hoja	3,260.04
Concreto Premezclado	m^3	7,612.63
Material Sascab	m^3	22,953.43

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

Para la construcción de todas las obras, se requerirá la contratación de alrededor de 408 trabajadores en total, los cuales serán requeridos a lo largo del desarrollo constructivo de la obra, en ningún momento coincidirán la totalidad de los empleados.

La mano de obra será contratada en la Ciudad de Cancún. El número de personas de cada oficio se presenta en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Personal requerido para la construcción de todas las obras.

Oficio	Unidad	Total
Peón	personas	169
Cabo de obra	personas	16
Oficial albañil	personas	68
Operador de maquinaria menor	personas	5
Operador de tractor D4E y trascabo	personas	11
Carpinteros	personas	23
Fierreros	personas	20
Electricista	personas	23
Plomero	personas	11
Aluminero	personas	9
Pintor	personas	11
Topógrafo	personas	9
Herrero	personas	5
Colocador	personas	23
Palapero	personas	5
Total		**408**

2.7.3 Requerimientos de equipo.

Durante la construcción del proyecto se requerirá de maquinaria y equipo como vibradoras, tractores, motoconformadoras, etc. El equipo requerido durante la construcción se enlista en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Equipo requerido para la construcción del proyecto.

Equipo	Cantidad	Total
Retroexcavadoras	h	14,250
Tractor frontal D-9	h	174
Grúa montacargas	h	2,790
Motoconformadora	h	304
Bobcat	h	2,790
Revolvedora de 1 saco	h	924
Volquetes 7 m3	viajes	899
Revolvedora de 7 m3	viajes	915
Camion pipa de 10,000 lts.	viajes	212
Vibradora de 9 tons	h	312
Compresor Ingersollrand	h	368

2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Una vez concluida la construcción el proyecto, entrará en operación del hotel, y la administración a su cargo será la responsable de las actividades de mantenimiento de las habitaciones y áreas comunes y del manejo de los residuos que se generen.

La etapa de operación consistirá en mantener limpias y en funcionamiento las instalaciones del hotel.

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 del estado de los edificios en general.

Las actividades de mantenimiento para las instalaciones, consistirán en:

- Verificación periódica de instalaciones, máquinas y equipo.
- Pintar las instalaciones cuando sea requerido.
- Si alguna instalación sufriera daño se realizarán las acciones de mantenimiento en ese momento.
- Se realizará la limpieza de todas las instalaciones.
- Para el mantenimiento de las albercas y swim-up se utilizarán sistemas de limpieza mediante filtros y bombas que ayudarán a minimizar el gasto de agua.

2.9. DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

El proyecto no contempla obras asociadas.

2.10. 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.

2.11. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se contempla la utilización de explosivos.

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

2.12.1. Acciones de Manejo y Control de Residuos:

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.	
Etapa	**Preparación del Sitio y Construcción**
Estrategias.	• *Residuos orgánicos.* Los residuos vegetales generados por el retiro de la vegetación, serán triturados con una trituradora marca Vermeer. 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. • *Residuos inorgánicos.* Los residuos sólidos como empaque de cartón, padecería de PVC, sobrantes de madera, pedacería de metal, 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 la señalización, para lo cual se deberán colocar letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos, los cuales se colocarán en

RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.	
	las áreas de trabajo. Dichos letreros deberán ser del tipo informativo y en los cuales se destacarán los siguientes aspectos: • Coloca la basura en los contenedores. • Prohibido depositar la basura en las áreas de conservación. • Usa los baños. • Los recipientes deberán estar perfectamente identificados con letreros para contribuir a la correcta disposición de los desechos de acuerdo con su naturaleza.
Etapa	**Operación**
Estrategias.	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 todas las áreas del hotel 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. Se contará con contenedores en todas las áreas, para colectar los residuos generados por los usuarios. Dichos residuos serán almacenados temporalmente en las cámaras de basura ubicadas en el área de servicios, y serán manejados de la siguiente forma: ✓ Los residuos orgánicos derivados de la cocina general que dará servicio a los restaurantes serán separados y almacenados en las cámaras 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.

RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL	
Etapa	**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.

	• *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	**Operación** Durante la etapa de operación se espera generar residuos de manejo especial como aceite vegetal usado, residuos de las trampas de grasa, pilas, cartuchos de tóner y aguas residuales.
Estrategias	• Aceite vegetal usado. El aceite vegetal se almacenará en tambos y se entregará periódicamente a una empresa encargada de su procesamiento para generar diésel. • 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 el lobby, y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo. • Cartuchos de tóner. Se almacenarán en tambos ubicados en las oficinas, y se entregarán a una empresa autorizada en su manejo. • Aguas residuales. Las aguas residuales derivadas de la operación de las obras serán conducidas a través de la red de drenaje interna, que se conectará a la planta de tratamiento que se construirá. • Las aguas residuales que se generen serán captadas y conducidas a través de la red principal de drenaje sanitario interno del hotel que transportará las aguas grises y negras a la planta de tratamiento de aguas residuales que se ubicará en el norte del área de aprovechamiento cerca de la vialidad existente. • El agua tratada será utilizada para riego de las áreas ajardinadas, empleada en inodoros y áreas de mantenimiento general. • Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes, previo cumplimiento de los análisis CRETIB establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental. - Lodos y biosólidos. -Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

	• El efluente cumplirá con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.
RESIDUOS PELIGROSOS O SUSTANCIAS PELIGROSAS	
Etapa	**Preparación del sitio y construcción** Durante estas etapas se utilizarán sustancias peligrosas, por lo que a continuación se describen algunas estrategias para su manejo:
Estrategias	• 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	**Operación** Durante la operación de las obras, se espera generar residuos peligrosos durante las actividades de mantenimiento de las instalaciones.
Estrategias	Los residuos peligrosos se recolectarán en contenedores específicos debidamente etiquetados, se trasladarán al almacén de residuos peligrosos con el que contará el hotel y serán entregados a una empresa autorizada para su manejo.

EMISIONES A LA ATMÓSFERA.	
Etapa	**Preparación del sitio y construcción** Durante la construcción de las obras se espera emplear maquinaria, la cual emite contaminantes y ruido, sin embargo, se utilizará maquinaria en buenas condiciones mecánicas y de afinación, que recibirá su mantenimiento periódico, con lo cual se espera que las emisiones de contaminantes sean mínimas
Estrategias	1. Se tendrá siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros. 2. Se protegerán los sitios de acopio del material con lonas y humedecerán para evitar pérdidas por arrastre del viento. 3. Se humedecerá el suelo para evitar que durante las actividades de excavación o la circulación de maquinaria se genere polvo en demasía. Se aplicarán las siguientes medidas preventivas para mitigar las emisiones provenientes de humos de motores de combustión: 1. Se mantendrán apagados durante periodos de espera. 2. Se dará un mantenimiento adecuado a los vehículos y maquinaria para evitar la mala combustión. 3. Se mantendrán desconectados los equipos con motores de combustión interna cuando no se estén utilizando, con la finalidad de reducir las emisiones de NOx y SOx.
Etapa	**Operación** Durante la etapa operativa se esperan emisiones de gases del uso de calderas o bombas que empleen gas o combustibles para su funcionamiento.
Estrategias	Durante su funcionamiento se realizará el monitoreo de las emisiones de gases de manera periódica, conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.

2.12.2. 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 diferentes áreas del hotel se contará con tambos diferenciados para separar los residuos orgánicos e inorgánicos y los residuos reciclables.
- ✓ En las áreas de servicios y mantenimiento, se colocarán contenedores para disponer los residuos, y posteriormente, serán separados por el personal de acuerdo con su tipo.
- ✓ Cámaras de basura. Se contará con una cámara fría para la disposición de residuos orgánicos y una cámara seca para disponer residuos inorgánicos.
- ✓ 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 un almacén con contenedores para disponer los residuos peligrosos, 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
2.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL..... 7
2.3. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO. 8
2.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. 12
2.5. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 13
2.6. MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO. 16
2.7. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. 54
2.8. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 56
2.8.1. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. 58
2.8.2. Norma oficial mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012. 71
2.8.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003. 72
2.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 100
2.9.1. Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. 100
2.9.2. Decreto de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. 105
2.9.3. Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté 107
2.9.4. Reserva Privada Moon Palace. 107
2.10. SITIOS RAMSAR. 112
2.11. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL*. 2000). 116
2.11.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias. 116
2.11.2. Regiones Marinas Prioritarias. 121

1. UBICACIÓN DEL PREDIO.

El predio donde se pretende realizar el proyecto “Hotel Lote 15-18” corresponde al lote turístico residencial 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, que cuenta con una superficie total de 71,597.16m^2 (Figura 1).

El polígono del predio tiene las siguientes medidas y colindancias:

- Al Norte con los lotes 15-10 y lote 15-19 en línea discontinua,
- Al Sur con el lote 15-17.
- Al Este con el Mar Caribe en línea quebrada.
- Al Oeste con lote 15-10 en línea quebrada y discontinua.

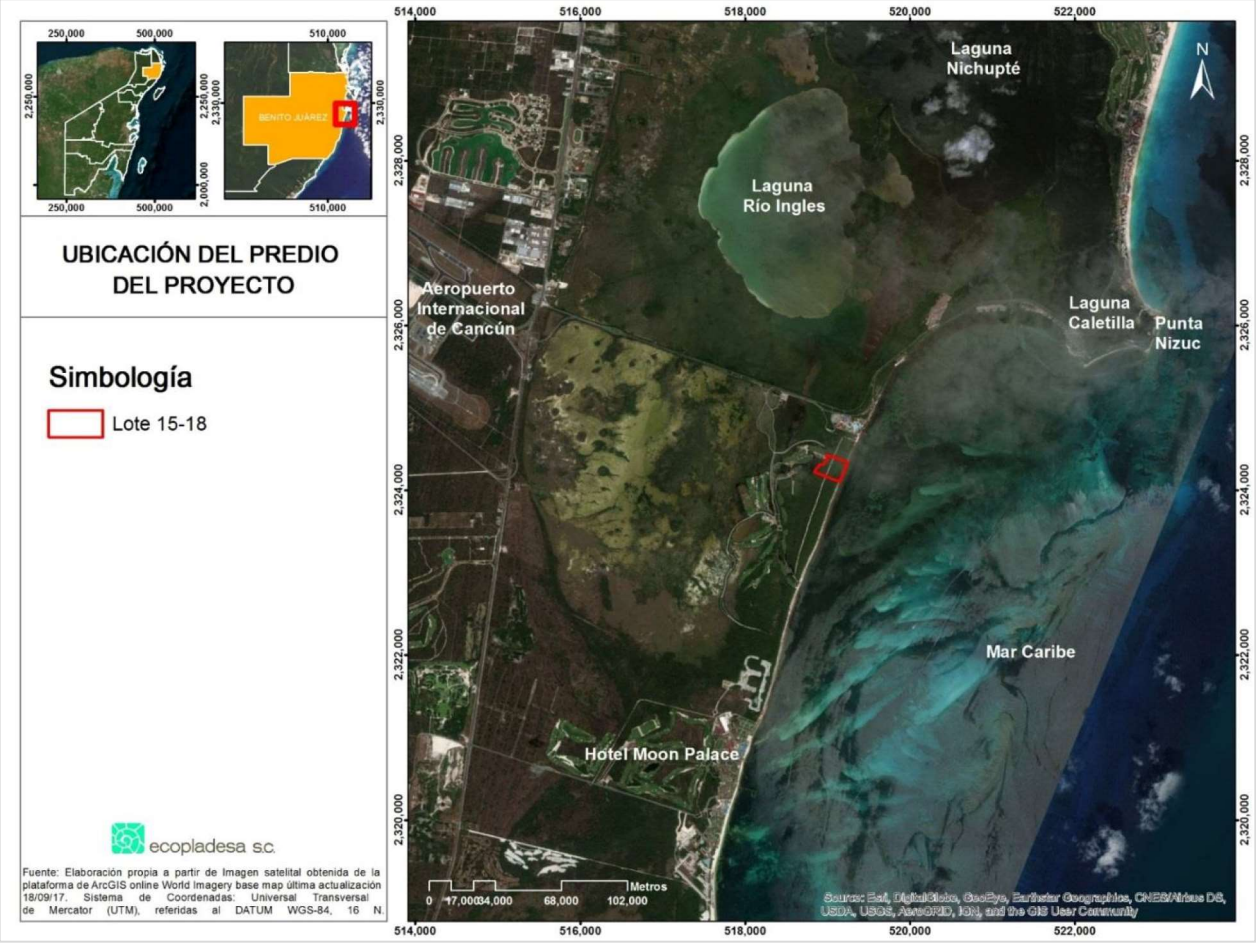


Figura 1. Localización regional y local del predio del proyecto.

2. ANÁLISIS DEL PROYECTO DENTRO DEL MARCO NORMATIVO.

El proyecto **"Hotel Lote 15-18"** se ubica en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún y le son aplicables a las diversas etapas del proyecto (preparación, construcción y operación), diversos preceptos legales contenidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, 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 el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el Programa de Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018-2030 y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En los siguientes apartados se realiza el análisis de vinculación del proyecto "Hotel Lote 15-18" 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.

El proyecto se pretende establecer en un ecosistema costero, ya que se enmarca dentro de los supuestos establecidos en la definición de ecosistema costero, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 23 de abril de 2018:

Ecosistemas costeros**:** *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación*.

El predio se enmarca dentro de esta definición ya que colinda con la zona federal marítimo terrestre donde está la playa, posee duna costera y vegetación de manglar, por lo que corresponde a un ecosistema costero.

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 "**Hotel Lote 15-18"** 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.

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.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

Cuadro 1. Se presenta la vinculación del proyecto con los artículos aplicables de la LGEEPA.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 15. Fracción IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.	Para dar cumplimiento a esta disposición, se contemplaron diversas actividades y/o medidas para la prevención, mitigación y compensación de los posibles impactos negativos que pudiera ocasionar el proyecto.
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: VII. **Cambios de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas; 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.	Con la presentación de esta MIA-P se cumple con esta disposición. Se realizará **el cambio de uso de suelo de áreas forestales**, ya que se requiere realizar actividades de desmonte para el desplante de las obras, lo cual está incluido en la fracción VII de este artículo. Las actividades que se proponen consisten en **la construcción de un hotel en un ecosistema costero**, que está incluida en la fracción IX de este artículo. El proyecto se pretende establecer en un predio que posee vegetación de **manglar,** por lo que le es aplicable la fracción X de este artículo.
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	Con la presentación de esta MIA-P se da cumplimiento a esta disposición.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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 […]	En la presente MIA-P se incluye la vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos aplicables. Tanto en el presente capítulo como en los capítulos V y VI, se describen los efectos que tendrá sobre el ambiente y las medidas que se aplicarán, por lo que se cumple con esta disposición y se solicita la autorización en materia de impacto ambiental.

Del análisis realizado de los diversos instrumentos normativos aplicables al proyecto se concluyó que le son igualmente aplicables algunos supuestos del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

2.2. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

Cuadro 2. Vinculación con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 5o. 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 DEL 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; Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, **infraestructura turística** o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.	Con la presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular para su evaluación y dictamen, se atiende a lo solicitado por este criterio. Se realizará el **cambio de uso de suelo de áreas forestales**, ya que se requiere realizar el desmonte de la vegetación para el desplante de las obras, lo cual está incluido en la fracción O de este artículo. Las actividades que se proponen consisten en **la construcción de infraestructura turística en un ecosistema costero**, que está incluida en la fracción Q de este artículo. El proyecto se pretende establecer en un predio que posee vegetación de **manglar,** por lo que le es aplicable la fracción R de este artículo.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. **Cualquier tipo de obra civil**, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y II. **Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales**, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	

2.3. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Cuadro 3. Artículos vinculantes del proyecto respecto de la Ley General de Cambio Climático.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta total de incertidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;	Las actividades del proyecto que se someten a evaluación en materia de impacto ambiental consideran la afectación de ecosistemas, sin embargo, se realizará la aplicación de medidas de mitigación como las actividades de rescate y protección de flora y fauna, el manejo adecuado de los residuos y de sustancias peligrosas, entre otras. La realización de acciones para la adaptación al cambio climático considera el mantenimiento de 33,864.24 m^2 (47.29% del predio) como áreas de conservación con vegetación natural las cuales contribuirán a absorber el CO_2. También se utilizará maquinaria en buen estado de afinación para evitar emisiones mayores de gases contaminantes. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono; VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores social y privado para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático; VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; IX. El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan; X. Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables; XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y XII. Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales. XIII. Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de	luz, a través de la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua y programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a determinada hora. Al mismo tiempo se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energia electrica. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre. Prácticamente la mitad del predio (47.29%) se mantendrá como conservación, por lo que se fomentará la preservación del ambiente y del equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias nacionales, y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza; asimismo, se deberá considerar la necesidad de recibir apoyos de los países desarrollados para lograr la aplicación efectiva de las medidas que se requieran para su cumplimiento; sin que represente un retroceso respecto a metas anteriores, considerando, la mejor información científica disponible y los avances tecnológicos, todo ello en el contexto del desarrollo sostenible.	La promovente está comprometida con la protección al ambiente por lo que dentro de sus políticas establece la Responsabilidad ambiental, para prevenir o mitigar los impactos del proyecto. Las actividades que se proponen se realizarán en ecosistemas con vegetación de matorral costero, halófita costera y con manglar, y para reducir los impactos se aplicarán las medidas de manejo adecuado de residuos y la protección a la flora y la fauna del predio, coadyuvando a la protección de los recursos naturales. El predio posee vegetación de manglar, vegetación de matorral costero y halófita costera, las cuales serán mantenidas como conservación, por lo que no serán afectadas con las actividades del proyecto. De esta manera se mantendrán los servicios que prestan los ecosistemas del predio. Asimismo, la promovente está comprometida con el desarrollo económico local y nacional ya que brindará un servicio de calidad de manera sustentable.
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones; II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo-eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico; III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de	En relación al cumplimiento de los objetivos de las políticas de mitigación, el proyecto considera la protección al ambiente mediante la aplicación de medidas de mitigación para reducir los impactos que se generen durante las actividades propuestas. Entre las medidas que se proponen considera el mantenimiento de 33,864.24 m^2 (47.29% del predio) como áreas de conservación con vegetación natural, las cuales contribuirán a absorber el CO_2. También se utilizará maquinaria en buen estado de afinación para evitar emisiones mayores de gases contaminantes. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, a través de la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua y programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a determinada hora. Al mismo tiempo se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energia electrica. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios; V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida; VI. Promover la alineación y congruencia de los programas, presupuestos, políticas y acciones de los tres órdenes de gobierno para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales; VII. Medir, reportar y verificar las emisiones; VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación; IX. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón; X. Promover la cogeneración eficiente para evitar emisiones a la atmósfera; XI. Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos; XII. Promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado; XIII. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente; XIV. Promover la canalización de recursos internacionales y recursos para el financiamiento de proyectos y programas de mitigación de gases y compuestos efecto invernadero en los sectores público, social y privado; XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y XVI. Promover la competitividad y crecimiento para que la industria nacional satisfaga la demanda nacional de bienes, evitando la entrada al país, de productos que generan emisiones en su producción con regulaciones	lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
menos estrictas que las que cumple la industria nacional.	

Cabe señalar que los demás apartados de la Ley General de Cambio Climático (Distribución de competencias, Instituto Nacional de Ecología, Adaptación, Sistema Nacional de Cambio Climático, Consejo Climático, Instrumentos de Planeación, Inventario, Consejo de Cambio climático, Sistema de Información sobre el cambio climático, Fondo para Cambio Climático, Registro, Instrumentos Económicos y Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático), no tienen relación con el proyecto, ya que se trata de obligaciones o competencias establecidas para las autoridades, que son las que tienen que llevarlas a cabo.

2.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

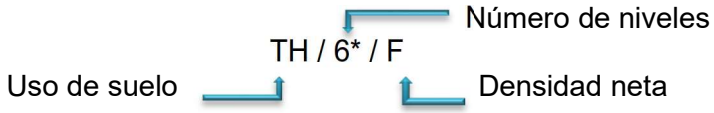
A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el DOF el 5 de junio de 2018.

Cuadro 4. Artículos vinculantes del proyecto respecto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en relación con el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales.

ARTÍCULO	VINCULACIÓN
Artículo 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con excepción previa y opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos que demuestre que no se compromete la biodiversidad ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.	En el proyecto se contempla llevar a cabo actividades de desmonte en las áreas donde se desplantarán las obras. ***Artículo 7.*** *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:* *LXXI. Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal y produce bienes y servicios forestales.* ***No se considerará terreno forestal, para efectos de esta Ley, el que se localice dentro de los límites de los centros de población****, en términos de la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, con excepción de las áreas naturales protegidas.* Atento a lo anterior, el predio de interés se localiza dentro del centro de población del Municipio Benito Juárez por lo que se apegara a los lineamientos aplicables en los instrumentos legales como el PMDU de Benito Juárez 2018-2030 y el POEL 2014, y a lo que dictamine la SEMARNAT en esta materia.
Artículo 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.	

2.5. PROGRAMA MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio tiene un uso Turístico Hotelero con clave (TH/6*/F).



6 corresponde a una altura de 6 niveles que podrá modificarse siempre y cuando cumpla con los permisos que otorga Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún. Los niveles asignados se retoman del programa parcial del polígono de 885.08 ha ubicado al sur de Punta Nizuc, del Periódico Oficial del Gobierno del Estado, número 18 extraordinario, publicado el 17 de septiembre del 2003.*

Cuadro 5. Parámetros Urbanos de acuerdo al PMDU 2018-2030.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo
Uso de Suelo	Th/6*/F
Densidad neta cuartos/ha	120 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	35%
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	2
Restricción frontal	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m
Lateral	20.0 m
Altura máxima	6* niveles

De manera particular, el lote turístico residencial 15-18 cuenta con Constancia de Uso de suelo No. SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019 (Anexo 5), emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 15-18. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m^2, únicamente aplicarán 42,836.51 m^2 para parámetros de intensidad de construcción a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35% o bien 14,992.78 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89 m^2, que representan el 27.88% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción.

En el siguiente cuadro se presenta un comparativo de los parámetros establecidos en la constancia de uso de suelo de acuerdo con el PMDU y los del proyecto que se propone.

Cuadro 6. Parámetros Urbanos. Se compara el proyecto con las restricciones urbanas establecidas en la Constancia de Uso de suelo y lo que se propone en el proyecto.

Restricciones urbanas	Constancia de uso de suelo	Proyecto propuesto
Uso de Suelo	Th/6*/F	Th/6*/F
Superficie	Lote 15-18 71,597.16 m^2	Lote 15-18 71,597.16 m^2
Densidad	514 cuartos	514 cuartos
Coeficiente de Ocupación del suelo (COS)	35% 14,992.78 m^2	27.88 % 11,942.89 m^2
Coeficiente de Uso de Suelo (CUS)	2 85,673.02 m^2	1.50 64,318.53 m^2
Restricción frontal	15.0 m	15.0 m
Restricción del fondo	15.0 m	20-30.0m
Lateral	20.0 m	20.00 m
Altura máxima	24 m o 6* niveles	45.75 m 12 niveles

6 corresponde a una altura de 6 niveles que podrá modificarse siempre y cuando cumpla con los permisos que otorga Aeronáutica civil…*

De acuerdo con el cuadro previo, el proyecto propuesto cumple con los parámetros permitidos con base en el PMDU de Benito Juárez 2018-2030. Los coeficientes de ocupación del suelo y de utilización del suelo están por debajo de lo permitido. Con respecto a la densidad y la altura, se cumplirá con la densidad autorizada de 514 cuartos. En cuanto a la altura, se consideran 45.75 m que equivalen a 12 niveles, no obstante, se tramitarán los permisos que otorga Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún, tal como se indica en el Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019.



Figura 2. Se muestra que al predio le corresponde un uso de suelo TH/6*/F de acuerdo con el PMDU de Benito Juárez (2019).

2.6. 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. No obstante, se mantiene sujeto el aprovechamiento del predio a lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano vigente, que en este caso es el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018-2030.

A continuación, se presentan las características de la UGA 21 Zona Urbana de Cancún.

Cuadro 7. 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 %
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: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.	

Cuadro 8. 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

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.

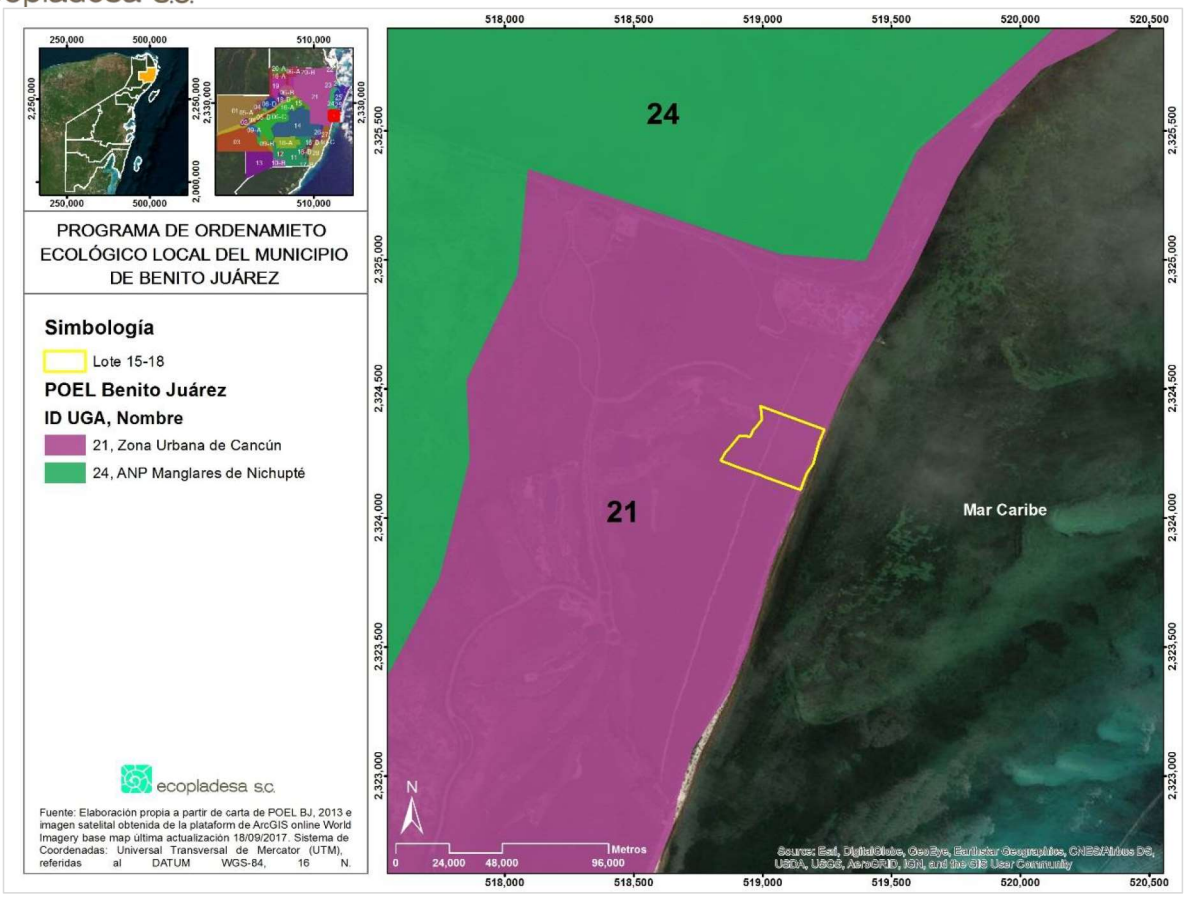


Figura 3. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, 2014.

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 9).

Cuadro 9. 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 áreas ajardinadas 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, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	En el proyecto no se prevé utilizar agroquímicos de manera rutinaria ni intensiva, solo en caso de que se detecte alguna plaga que tuviera que controlarse en las áreas ajardinadas. Durante su aplicación se acatará lo indicado en la ficha técnica de cada producto y los envases se dispondrán a través del proveedor o de alguna empresa autorizada en su manejo, para evitar posibles afectaciones al suelo y/o al agua.
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.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se habilitará el derecho de vía de la vialidad que se encuentra desprovisto de vegetación y se

Clave	Criterio	Cumplimiento
		utilizará la vialidad existente que tiene una superficie de 2,777.00 m^2 Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. De acuerdo con lo anterior, el predio no posee áreas desprovistas de vegetación, por lo que no se requiere realizar actividades de reforestación.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	En el proyecto el drenaje pluvial y sanitario estarán separados. En las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas y hacia una de las cisternas para su almacenamiento y posterior uso en áreas como sanitarios áreas de mantenimiento.
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 sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo. En relación con lo anterior, y dado que el predio tiene una superficie de 71,597.16 m^2 le corresponde mantener 28,638.86 m^2 como área permeable. En tanto que el proyecto comprende un área permeable de 47,253.72 m^2 (66.0%), que incluye las zonas de conservación (33,864.24 m^2) y obras no techadas como el estacionamiento y vialidades y las áreas ajardinadas (13,389.48m^2).

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Conforme a lo señalado, se contempla un área mayor de área permeable, por lo que 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 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.	El predio del proyecto posee áreas con vegetación de duna costera y manglar, y posee un camino que se construyó como parte de las obras del Desarrollo Turístico Riviera Cancún. De acuerdo con lo anterior, no posee áreas sin cobertura vegetal que no vayan a ser utilizadas por el proyecto. Para el diseño del proyecto se consideró una zonificación ambiental, en la que se definió el primer cordón de duna y se observaron las restricciones ambientales, para después agrupar las áreas de aprovechamiento en la franja de vegetación de matorral costero. El área de aprovechamiento se delimitó a partir de donde termina el primer cordón de dunas hasta el camino existente. En los lados laterales se dejarán franjas de amortiguamiento de 10 m con vegetación de matorral costero, las cuales servirán para dar continuidad a las áreas con vegetación natural y permitirá el paso de la fauna del sitio. Al oeste del camino existente, quedará como conservación un borde con matorral costero y la vegetación de manglar, que se mantendrá en condiciones naturales. Mientras que, en la colindancia con el Mar Caribe, se conservará en condiciones naturales el primer cordón de dunas y la vegetación halófita costera. Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se habilitará el derecho de vía de la vialidad que se

Clave	Criterio	Cumplimiento
		encuentra desprovisto de vegetación y se utilizará la vialidad existente que tiene una superficie de 2,777.00 m^2 Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. En la siguiente imagen se presenta un plano esquemático de las áreas que se mantendrán con vegetación y la huella de desplante del proyecto, así como la vialidad existente que será utilizada como acceso al proyecto y el derecho de vía que se habilitará.

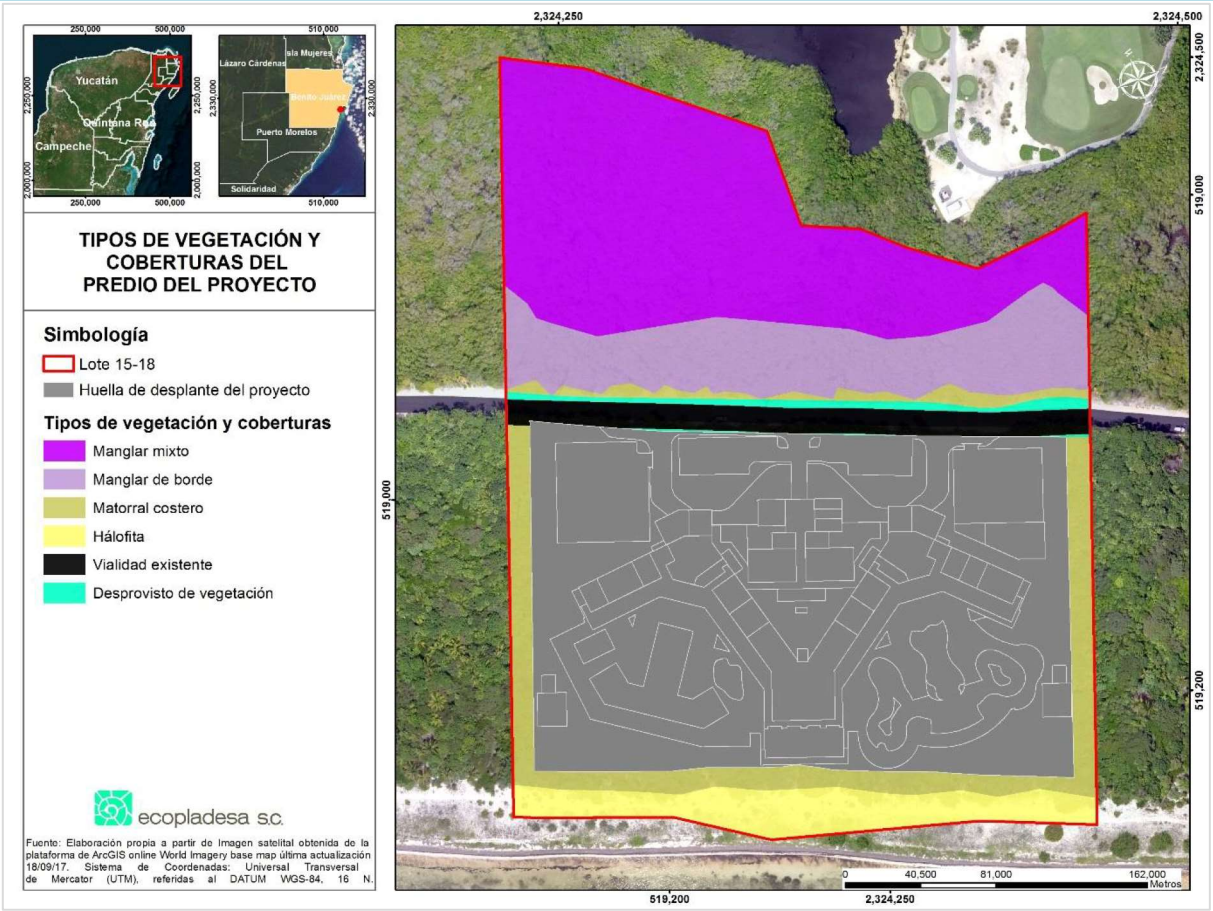


Figura 4. Zonificación ambiental.

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	En el predio se desarrolla vegetación de matorral costero, halófita costera y manglar, la cual es atravesada por un camino, por lo que fue fragmentada, no obstante, de acuerdo con la caracterización realizada, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación y

Clave	Criterio	Cumplimiento
	deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	presenta pocas perturbaciones ya que aún no hay desarrollos cercanos. Como parte del aprovechamiento del proyecto, se pretende utilizar el camino que existente. Este posee pasos de fauna, los cuales se conservarán para que puedan ser utilizados por la misma. Este camino se utilizará para el acceso al proyecto y se unirá con el trazo de las vialidades que se proponen, que en los costados mantendrán áreas con vegetación natural que pueden ser utilizadas por la fauna. Además, de acuerdo con la zonificación ambiental del proyecto, se agrupó el área de aprovechamiento del proyecto, dejando franjas laterales con vegetación de matorral costero, se conservará la vegetación del primer cordón de dunas, la vegetación halófita costera y la totalidad de la vegetación de manglar. 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, ya que se dejarán franjas con vegetación natural que podrán ser utilizadas por la fauna, y se conservarán los pasos de fauna existentes en el camino.  Vista de uno de los pasos de agua y fauna del camino existente.
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán	El predio del proyecto posee vegetación de manglar de borde y vegetación de manglar mixto en una superficie de 24,253.97 m^2, los cuales serán destinados como áreas de conservación, por lo que se cumplirá con este criterio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	ser incorporados a las áreas de conservación.	
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 PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH). De manera particular, el lote turístico residencial 15-18 cuenta con Constancia de Uso de suelo No. SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019 (Anexo 5), emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 15-18. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m^2, únicamente aplicarán 42,836.51m^2 para parámetros de intensidad de construcción a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35% o bien 14,992.78 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89 m^2, que representan el 27.88% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción. Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. Estas áreas no serán cercadas o bardeadas, dando cumplimiento a este criterio. De esta manera 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, el cual se conecta con el camino existente. Solo se consideran vialidades internas para llegar a las áreas del hotel, las cuales se unirán con el camino existente.

Clave	Criterio	Cumplimiento
		Asimismo, en los edificios del hotel se realizará la instalación de redes de servicios para proveer a las obras de agua potable, energía eléctrica y se realizará el manejo adecuado de las aguas residuales. Para el suministro de agua potable el proyecto se conectará a la red de agua municipal, por lo que se realizarán las gestiones necesarias para proporcionar el servicio. Para el manejo de las aguas residuales se instalará una red de drenaje interna que conducirá las aguas residuales a la planta de tratamiento que se propone, donde recibirán el tratamiento necesario, el efluente obtenido será utilizado para el riego de las áreas verdes, inodoros y áreas de mantenimiento general. Por lo que el excedente será inyectado a un pozo, siempre y cuando cumpla con la normatividad aplicable. 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.	El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH). Como se mencionó, el lote turístico residencial 15-18 cuenta con Constancia de Uso de suelo No. SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019 (Anexo 5), emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 15-18, siendo para uso de suelo Turístico Hotelero, Conservación y vialidad existente. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m^2, únicamente aplicarán 42,836.51 m^2 para parámetros de intensidad de construcción (uso TH) a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación (C), por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35% o bien 14,992.78 m^2 de obra techada, teniendo
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
		que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89m^2, que representan el 27.88% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción. Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2.
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.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se habilitará el derecho de vía de la vialidad que se encuentra desprovisto de vegetación y se utilizará la vialidad existente que tiene una superficie de 2,777.00 m^2 Por lo anterior, se llevará a cabo el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los cuales se mantendrán en un vivero que se instale para tal fin dentro del área de aprovechamiento, y posteriormente serán utilizados para las áreas ajardinadas del proyecto. En cuanto a la fauna terrestre, de acuerdo con la caracterización realizada en el predio se registraron aves, mamíferos y reptiles, los cuales se prevé que se desplacen ante la presencia humana. Sin embargo, se considera que, de manera previa a las actividades del proyecto, se llevará a cabo un recorrido en busca de ejemplares de fauna, los cuales serán ahuyentados y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se

Clave	Criterio	Cumplimiento
		llevarán acciones de rescate y reubicación en las áreas de conservación. Las actividades de rescate se llevarán a cabo conforme a los Programas de Rescate de Flora (Anexo 6) y el Programa de Rescate de Fauna (Anexo 7), que se anexan a esta MIA-P.
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 halófita costera, de matorral costero, vegetación de manglar de borde y mixto, y la vegetación es atravesada por un camino existente que se utilizará para el proyecto, por lo que no posee áreas sin cobertura vegetal. El predio de interés se ubica en la UGA 21 y está sujeto a lo que establezca el PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico Hotelero (TH). De manera particular, el lote turístico residencial 15-18 cuenta con Constancia de Uso de suelo No. SMEYDU/DGDU/DPNU/CUS/2019/2154 de fecha 01 de noviembre de 2019 (Anexo 5), emitida por la Dirección de Planeación y Normatividad Urbana, la cual indica los parámetros permitidos de manera particular para el lote 15-18. En dicha constancia se establece que de la superficie total del predio que es de 71,597.16 m2, únicamente aplicarán 42,836.51m^2 para parámetros de intensidad de construcción a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35% o bien 14,992.78 m^2 de obra techada, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89 m^2, que representan el 27.88% de COS de la superficie de aprovechamiento establecida en dicha constancia de uso se suelo y a la que se le aplican los parámetros de intensidad de construcción. Con respecto a la densidad y la altura, se cumplirá con la densidad autorizada de 514 cuartos. En cuanto a la altura, se consideran 45.75 m que equivalen a 12 niveles, no obstante, se tramitarán los permisos que otorga Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como

Clave	Criterio	Cumplimiento
		cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún, tal como se indica en el Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019. Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto. En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se habilitará el derecho de vía de la vialidad que se encuentra desprovisto de vegetación y se utilizará la vialidad existente que tiene una superficie de 2,777.00 m^2.
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.	En el predio se desarrolla vegetación halófita costera, de matorral costero y vegetación de manglar, en las que no se registraron especies exóticas consideradas como invasoras de acuerdo con la CONABIO, por lo que este criterio no le aplica.
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: 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.	En las áreas ajardinadas propuestas se emplearán especies nativas y ornamentales no invasoras, las cuales provendrán de viveros autorizados y del rescate que se realice en el predio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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.	
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.	En el predio no se registraron cuerpos de agua, solo posee áreas inundables con vegetación de manglar que serán destinadas para conservación, las cuales se mantendrán en condiciones naturales por lo que no se prevé ningún tipo de afectación a causa del proyecto. Para el proyecto solo se pretende remover la vegetación de matorral costero del área de aprovechamiento, por lo que no se afectarán otras áreas con vegetación. 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 las áreas con vegetación o hacia el mar. De acuerdo con lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan las condiciones ecológicas de las zonas inundables del predio.

Clave	Criterio	Cumplimiento
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 ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El predio no posee derecho de vía con tendidos de energía eléctrica de alta tensión, por lo que no le es aplicable este criterio.
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 de los edificios, dando cumplimiento a este criterio.
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 solo contempla vialidades que se unirán con el trazo del camino existente, las cuales estarán rodeadas con vegetación natural.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	La cimentación de los edificios que se proponen se realizará utilizando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación 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 natural del agua. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. El flujo superficial se verá modificado en las áreas de desplante del proyecto, sin embargo, se mantendrá la infiltración del agua a través de las áreas permeables y las áreas ajardinadas. Además de que en el 47.29% del predio se mantendrá como área de conservación y permanecerá este flujo superficial en condiciones naturales.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción,

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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.	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 de aprovechamiento. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, a través de la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua y programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a determinada hora. Al mismo tiempo se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energia electrica. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. Finalmente, el excedente inyectado a un pozo, verificando previamente que cumpla con la normatividad aplicable. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-

Clave	Criterio	Cumplimiento
		1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad . 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 8).
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las caídas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El proyecto no contempla la construcción de sitios de disposición final de residuos, por lo que no le es aplicable este criterio.
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	La disposición de materiales derivados de las obras se realizará en el sitio que la autoridad municipal indique.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	
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 trasladará al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez. Durante las etapas de preparación y construcción, los residuos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje o en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio. Mientras que, en la etapa operativa, todos los residuos susceptibles de ser reciclados, se entregarán a empresas encargadas de su reciclaje, las cuales deberán estar debidamente acreditadas para tal fin.
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 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

Clave	Criterio	Cumplimiento
		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 las etapas de preparación y construcción, los residuos susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas dedicadas a su reciclaje o en el Programa Reciclatón que organiza el Municipio. Mientras que, en la etapa operativa, todos los residuos susceptibles de ser reciclados, se entregarán a empresas encargadas de su reciclaje, las cuales deberán estar debidamente acreditadas para tal fin.
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 al servicio de limpia del municipio. Mientras los que sean valorizables serán entregados a empresas especializadas y acreditadas para el reciclaje de los residuos.
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	La superficie total de aprovechamiento será de 34,102.62 m^2, de los cuales se pretende realizar la remoción de la vegetación de matorral costero. En esta superficie se retirará el suelo y las rocas para nivelar el terreno y realizar la cimentación en los sitios que se requieran.

Clave	Criterio	Cumplimiento
	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.	La cimentación de los edificios que se proponen se realizará utilizando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), quedando sobre el nivel de suelo natural. Para su cimentación 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 del agua. El agua rodeará los pilotes, por lo que no se interrumpirá el flujo subterráneo. Para la construcción de las albercas se realizarán excavaciones de 1.20 m debajo del nivel de plataforma (1.5 m), por lo que no se prevé que llegue al nivel estático que está a una profundidad de 1.49 m debajo del nivel del terreno natural. Las obras no techadas como vialidades y estacionamientos no requieren cimentaciones, estas serán niveladas hasta alcanzar el nivel requerido y se conformarán las guarniciones y el colado del concreto sobre el nivel de la plataforma, por lo que no se afectarán los flujos subterráneos.
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 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.	En el predio se removerá una superficie de 34,102.62 m^2 de vegetación de matorral costero, en la que se realizará la recuperación del suelo. También se realizará la separación de los restos vegetales para su triturado. El suelo que se recupere se empleará en las áreas ajardinadas.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel,	El predio del proyecto solo se ubica en una UGA, la cual no tiene densidad asignada, sino que la

Clave	Criterio	Cumplimiento
	residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	densidad la determina el Programa Municipal de Desarrollo Urbano, 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 es forestal y para el proyecto se requiere remover una superficie de 34,102.62 m^2 de vegetación de matorral costero, por lo que requiere autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la cual será obtenida de acuerdo con lo establecido en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

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

Cuadro 10. 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 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.	El proyecto se ubica en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, que está urbanizada, sin embargo, en este momento no existe infraestructura para realizar la conexión del proyecto a la red de drenaje municipal. De acuerdo con lo anterior, se pretende instalar y operar una planta de tratamiento con la capacidad necesaria para las aguas residuales que se generen en el proyecto. Se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada
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.	

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
		para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre. Conforme a lo señalado, se dará cumplimiento a estos criterios.
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.	Actualmente en el área del proyecto no se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar la conexión a la red de drenaje municipal, por lo se optó por la instalación y operación de una planta de tratamiento con un sistema fabricado por la empresa BIODAF Water technology S.A. de C.V. el cual considera un diseño dual biológico/físicoquímico, con capacidad para tratar 2.53 LPS. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.
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, 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 en toda la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.	Las obras que se proponen no contemplan campos de golf o similares, de ahí que este criterio no le aplica.
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 aguas residuales que se generen en el proyecto se conducirán a través de la red interna de drenaje hacia la planta de tratamiento de aguas residuales que se instalará, donde serán tratadas a través de un sistema dual biológico/fisicoquímico. El efluente obtenido será utilizado para el riego de las áreas verdes y el excedente será inyectado a un pozo, previo cumplimiento con la normatividad aplicable. De acuerdo con lo anterior, no se utilizarán las aguas residuales sin previo tratamiento.
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 contempla áreas ajardinadas en una superficie de 9,264.00 m^2, en las que se emplearán especies nativas y ornamentales de la región, que incluirán elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos.

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
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 se contemplan áreas ajardinadas y de conservación, que ayudarán a disminuir la sensación térmica, a mantener el paisaje con vegetación y servirán como sitios de infiltración de agua.
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 garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	En el predio no se registraron cuerpos de agua, solo posee áreas inundables con vegetación de manglar que serán destinadas para conservación, las cuales se mantendrán en condiciones naturales preservando con ello las funciones ecológicas de estos ecosistemas. 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 las zonas inundables. Las actividades de cimentación se realizarán empleando pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), garantizando con ello el mantenimiento del flujo de agua. De acuerdo con lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan las condiciones ecológicas de las zonas inundables del predio.
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	A través de la red interna de drenaje del hotel, se canalizarán las aguas residuales que se generen a la planta de tratamiento que se instalará. La planta de tratamiento considera un diseño dual biológico/fisicoquímico, lo

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	dentro del predio que se encuentren en dichas instalaciones.	que vuelve al proceso más eficiente sobre las plantas convencionales debido a que el proceso biológico es aerobio de lodos activados y mezcla total de alta tasa de transferencia de oxígeno, mientras el físico-químico es por flotación avanzada por aire disuelto. La planta cuenta con un tanque regulador de flujo que está equipado con un aireador sumergible de alta tasa y burbuja fina, que tiene la función de oxigenar el agua y evitar la formación de bacterias anaerobias evitando los malos olores, por lo que no se prevé que se generen. Sin embargo, la planta de tratamiento estará alejada de las áreas comunes y estará rodeada con áreas ajardinadas y de vegetación natural.
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.	En el proyecto el drenaje pluvial y sanitario estarán separados. Se considera la instalación de pozos de absorción en las vialidades para captar el agua pluvial. Estos contarán con arenero, decantador y sistemas de retención de grasas. En las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto es de tipo turístico 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	El predio del proyecto no se encuentra en una boca de tormenta, de ahí que no le aplica el presente criterio.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	
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 el 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 un hotel, 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 respetar 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 hotel, 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	

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies 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 hotel, por lo que estos criterios no le aplican. Sin embargo, se considera la conformación de áreas ajardinadas, lo que contribuirá a disminuir la sensación térmica, así como a mejorar el paisaje. Asimismo, se mantendrá con vegetación en estado natural una superficie que equivale al 47.29 % del predio, donde se seguirán llevando los procesos ecológicos en los ecosistemas de manglar y duna costera, que seguirán prestando sus servicios ambientales.
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.	

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
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.
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, 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 materia.	En caso que se obtenga material pétreo adecuado derivado de los cortes de nivelación dentro del predio, éste 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 proyecto se pretende desplantar sobre vegetación de matorral costero, habilitar el derecho de vía de la vialidad existente y utilizar como parte del proyecto la misma vialidad, por lo que se aprovechará una superficie total de 37,732.92 m^2, sin embargo, solo se solicita la remoción de la vegetación en una superficie de 34,102.62m^2, manteniendo 33,864.24m^2 como área de conservación. En las áreas de conservación se mantendrán áreas con vegetación de matorral costero, halófita costera y las zonas inundables con vegetación de manglar, las cuales se preservarán en condiciones naturales.
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 de aprovechamiento del proyecto, estará rodeada de áreas con vegetación natural, que podrán ser utilizadas para la reubicación de la fauna. Asimismo, la fauna que se rescate podrá ser reubicada en los sitios aledaños dentro del mismo sistema

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		ambiental de acuerdo 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.	Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto. Además, dentro del área de aprovechamiento se contempla una superficie de 9,264.00m^2 de áreas ajardinadas, que representan el 12.94% del predio, las cuales se acondicionarán con especies nativas propias de la región, sumando así un total de 60.24% de superficie con vegetación.
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, 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, se contemplan acciones de ahuyentamiento de fauna y de rescate en caso de que sea necesario. Los ejemplares que sean rescatados se reubicarán en las áreas de conservación del predio, o en las zonas aledañas dentro del sistema ambiental. 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 una superficie de 24,253.97 m^2 de vegetación de manglar mixto y manglar de borde que se destinará para conservación, garantizando con ello el mantenimiento de los servicios ambiental que presta. Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto, por lo que no se afectarán áreas con vegetación de manglar. Se mantendrá como conservación un área de 5,887.33 m^2 de vegetación matorral costero, la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. 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 continuos y deberá colocarse por lo menos	En los estacionamientos no techados se contempla colocar un árbol por cada dos cajones, por lo que se cumplirá con este criterio.

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
	un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	
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.	El área de aprovechamiento del proyecto se delimitó dejando franjas de amortiguamiento laterales con vegetación de matorral costero, conservando la vegetación halófita del primer cordón de dunas hacia la playa, y manteniendo la totalidad de la vegetación de manglar ubicada al oeste del predio, junto al camino existente. De acuerdo con lo anterior, se mantendrán áreas con vegetación donde se permita el tránsito de la fauna y que continúen los procesos ecosistémicos que ahí se desarrollan.
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.	El predio del proyecto no posee áreas sin vegetación, por lo que no se contemplan acciones de reforestación.
Recurso Paisaje		
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 se dará manejo adecuado a las aguas residuales que se generen en estas etapas a través de una empresa especializada para la limpieza y recolección de las aguas provenientes de los sanitarios portátiles. De igual forma, en la etapa operativa se espera generar aguas grises y

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		negras, las cuales se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.
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 PMDU de Benito Juárez, de acuerdo con el cual el predio tiene un uso Turístico, Hotelero con clave (TH/6*/F) y corresponde al uso que se le pretende dar al predio, apegándose a lo que dictamine este criterio.
URB- 45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas	En el proyecto no se contemplan actividades de reforestación, sólo se

	Criterio	Cumplimiento del proyecto
	urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	conformarán áreas ajardinadas en una superficie de 9,264.00 m^2, en las que se emplearán especies nativas y ornamentales de la región.
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 proyecto no contempla servidumbres de paso y accesos a la zona federal a través del predio, ya que estos accesos están a cargo de las autoridades correspondientes.
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 proyecto se pretende mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que coincidan con las áreas ajardinadas, de tal forma que se integren al diseño arquitectónico del mismo.
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 colinda con la playa, en la cual se registraron pocas anidaciones de tortugas marinas de acuerdo con los registros del Campamento Tortuguero Tamul, que realiza revisiones y reubicación de nidos desde Ventura Park hasta el hotel Moon Palace, por lo que incluye el frente de playa del predio. De acuerdo con lo anterior y con el fin de dar cumplimiento a este criterio, se implementarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a estos organismos. Durante las actividades de construcción del proyecto, se colocará un tapial que delimite el área de aprovechamiento para evitar que los trabajadores pasen hacia la zona

Criterio		Cumplimiento del proyecto
		de playa. De esta manera se garantiza que continúen los procesos naturales y las anidaciones que se dan en la zona. En la etapa operativa se seguirán las siguientes medidas. ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ No se colocarán obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ En el frente de playa se mantendrá la vegetación que existe. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.
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 proyecto no se pretende realizar la reforestación de la duna costera, por lo que no le aplica 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 equipo 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	Con la finalidad de proteger posibles áreas de anidación de las tortugas marinas y a las hembras que se acerquen a la costa en la temporada de desove, se realizará lo siguiente: ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am. ✓ No se modificará la playa, ni será removida la vegetación halófita costera destinada por el proyecto para conservación. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la

	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.	conducta de las tortugas. En caso de requerir iluminación, solo se utilizarán los tipos referidos en este criterio. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Se colocarán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas. ✓ No se permitirá el tránsito vehicular por la playa. ✓ No se dejarán sueltos animales domésticos que pudieran perturbar o lastimar a las hembras, 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.	Las obras del proyecto se pretenden desplantar detrás del primer cordón de dunas, por lo que no se afectarán los sitios de anidación de tortugas marinas. En la zona se han registrado arribos de las especies de tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta*). Es característico el sitio en la playa que cada género de tortuga, escoge para anidar y parece estar relacionado con la talla y el peso
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
		promedio del animal. En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) busca espacios libres de vegetación, mientras que la tortuga caguama (*Caretta caretta*) busca una situación intermedia, ya que anidan al final de la primera terraza, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento. De acuerdo con lo anterior, los sitios potenciales de anidación en el predio son en la playa y donde inicia la vegetación halófita costera.
URB- 55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias)	Las obras del proyecto quedarán fuera de las dunas embrionarias y fuera del primer cordón de duna.
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 la 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.	De acuerdo a la topografía, la geoforma del primer cordón de duna no presenta elevaciones pronunciadas entre el frente-cresta y post duna, sin embargo, está bien identificado en campo cuando se correlaciona la elevación topográfica con la vegetación que crece sobre ella, y el tipo de sustrato observado, ya que en este primer cordón el sustrato arenoso es más móvil que en las dunas posteriores, y la vegetación que domina es la herbáceo-arbustiva. En la zona de matorral costero las dunas ya están estabilizadas y el sustrato es rico en materia orgánica, formando un suelo estable, lo que permite soportar una vegetación arbórea como la que se encuentra en el sitio (matorral costero). La obra más cercana (las áreas ajardinadas y los Swim up de las habitaciones) se ubican detrás de la cresta del primer cordón de dunas, tal como se muestra en la Figura 5.
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,	Las actividades que se proponen no implican restauración de playas.

Criterio		Cumplimiento del proyecto
	arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	
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 hotel, 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 de la vegetación.	Los restos vegetales derivados de las actividades de desmonte serán triturados para después incorporarse al suelo.

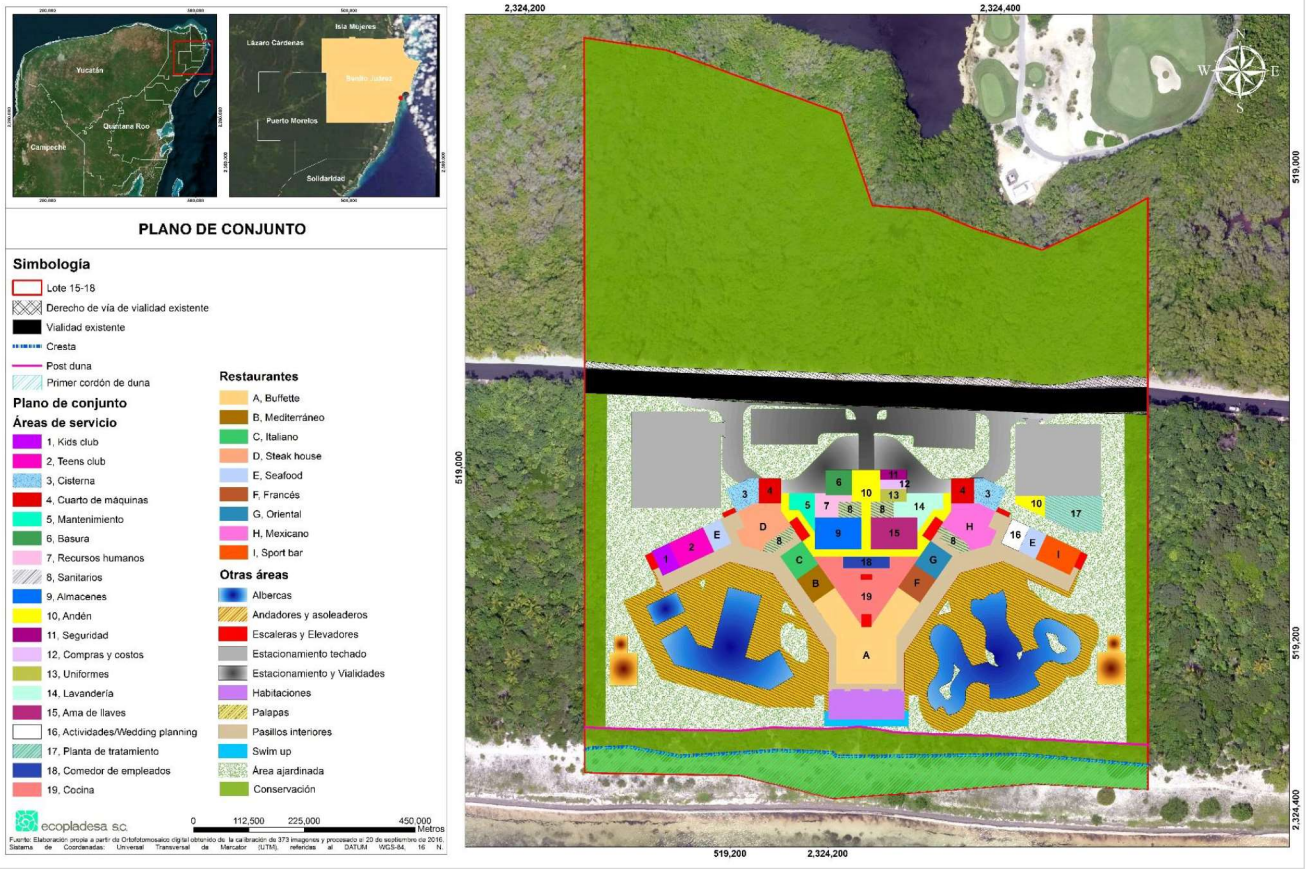


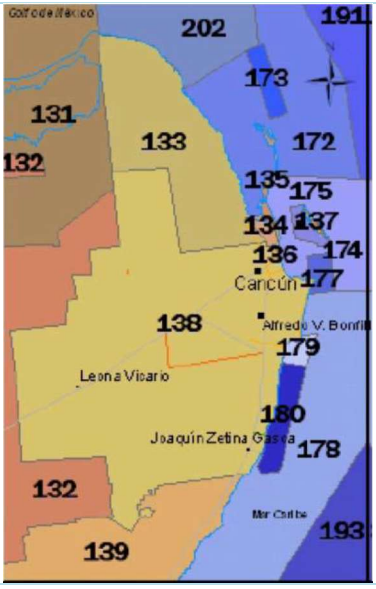
Figura 5. Se muestra el plano de conjunto detrás del primer cordón de duna.

2.7. 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 11. 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:	



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.

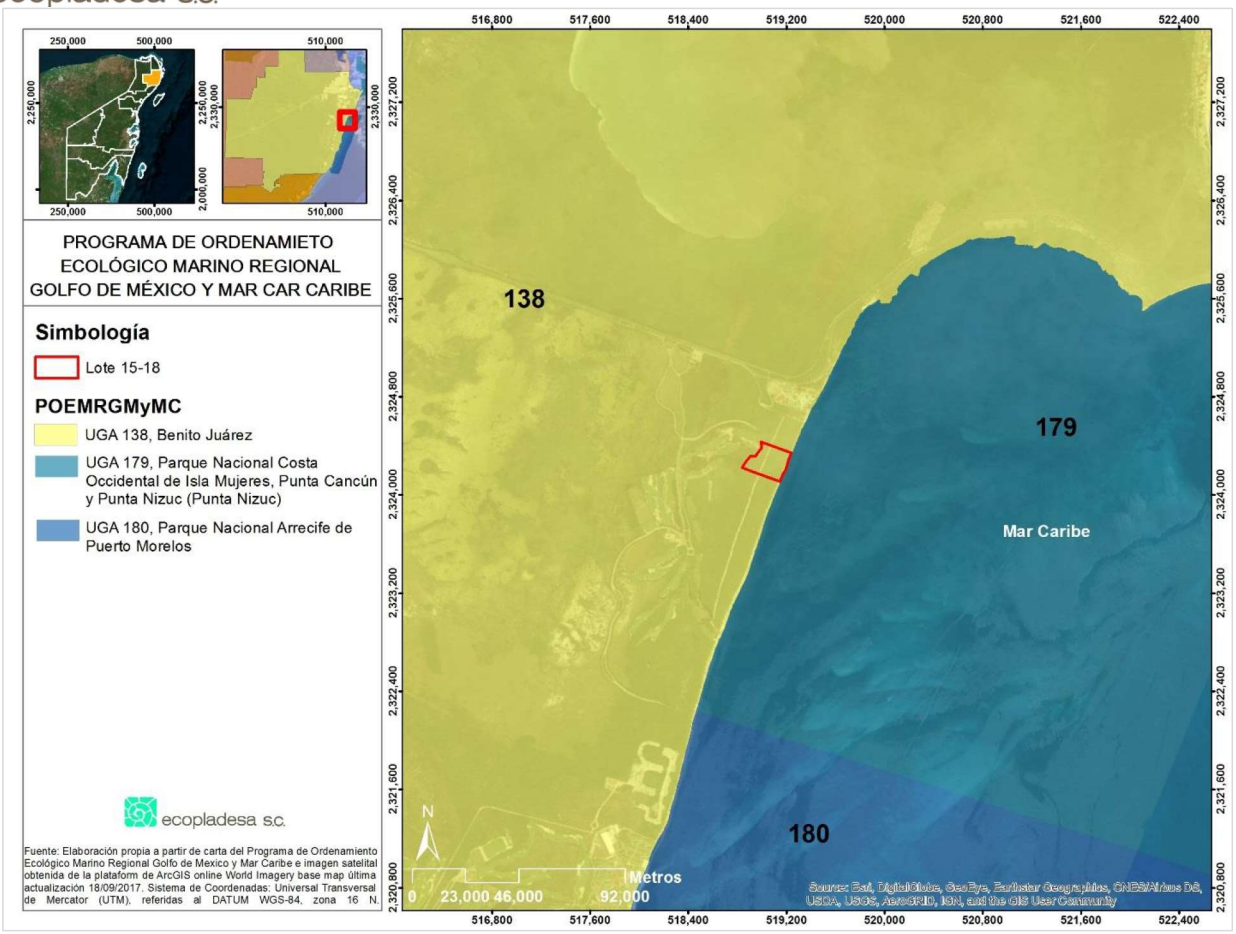


Figura 6. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

2.8. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades (Cuadro 12).

Cuadro 12. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto en cada una de las etapas. P=Preparación, C= Construcción, y O=Operación.

CUMPLIMIENTO	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
			P Y C	O	
Ambiental	NOM-052-SEMARNAT-1993	Que establece 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 durante todas las etapas del proyecto.
	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 durante todas las etapas del proyecto.
	NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.			El efluente obtenido de la planta de tratamiento deberá cumplir con los límites máximos permisibles en esta norma de manera previa a su reúso e inyección a un pozo.
	NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes de las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.			El efluente obtenido de la planta de tratamiento deberá cumplir con los límites máximos permisibles en esta norma de manera previa a su reúso.

CUMPLIMIENTO	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
			P Y C	O	
	NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.			Esta norma es de observancia ya que se registraron en el predio especies enlistadas en la misma.
	NOM-162-SEMARNAT-2012	Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.			Esta norma es de observancia en caso que se realicen actividades de aprovechamiento no extractivo.
	NOM-043-SEMARNAT-1993.	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.			Es de observancia esta norma toda vez que se utilizará equipo y maquinaria que emite emisiones a la atmósfera.
Seguridad e higiene	NOM-018-STPS-2015.	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.			Es de observancia principalmente en su Art. 82 del RLGPGIR donde se establecen las características del almacén de RP con el que se deberá contar durante todas las etapas del proyecto.
	NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.			Es de observancia en todo momento una vez que se inicien las obras y actividades del proyecto, para evitar cualquier accidente de trabajo o riesgos a la salud.
	NOM-002-STPS-2010.	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.			

2.8.1. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

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 13).

Cuadro 13. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica según 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-2001 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
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 especies, o poblaciones de las mismas, 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.
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.
Protección especial		Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y las

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2001 (Puntos 3.2.3., 3.2.4., y 3.6.)
		zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
Endémica		Aquellas especies o poblaciones 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 conservación de poblaciones de especies asociadas. (Esta categoría puede incluir a las categorías de menor riesgo de la clasificación de la IUCN).

De las especies de flora y fauna registradas en el predio del proyecto 21 están enlistadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2010** (DOF 30 de diciembre de 2010, de estas especies 11 son de flora y 10 son de fauna.

- **ESPECIES DE FLORA**

En el predio se registraron 6 especies de flora incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se encuentran en la categoría de amenazadas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Especies presentes en el área de estudio enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A-Amenazada, P-Peligro de extinción, Pr-Sujeta a protección especial, E-Endémica, NE-No Endémica.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus	Distribución
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle Negro	A	NE
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nak'as	A	E
	Thrinax radiata	Chit	A	NE
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo	A	NE
	Laguncularia racemosa	Mangle blanco	A	NE
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	A	E

A continuación, se describen algunas características generales de las especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el predio.

1. ***Thrinax radiata*** (Amenazada, no endémica). Los individuos de esta especie presentan un tronco recto de hasta 10 m de altura y hojas grandes en forma de abanico de 1 m de diámetro en promedio de color verde en ambos lados de la lámina, con la base del pecíolo abierta por el engrosamiento del tallo. La época de floración es de julio a noviembre y presenta una inflorescencia que iguala o excede el tamaño de las hojas,

con numerosas y pequeñas flores color crema. Producen gran cantidad de frutos globosos de color claro con un diámetro promedio de 6 mm. En México sólo se distribuye en la Península de Yucatán, aunque se la encuentra también en las islas antillanas, Belice y la Florida. Crece en Quintana Roo y Yucatán, principalmente en áreas con influencia de los vientos marinos. Se le encuentra tanto en selvas medianas subperennifolias con suelos muy húmedos, como en vegetación de dunas costeras, desde Chetumal hasta Celestún (Quero, 1992).

Es una especie con potencial ornamental e importancia ecológica, ya que constituye una fuente de alimento para la fauna local (Figura 7).



Figura 7. Se muestran algunos ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*).

2. ***Coccothrinax readii*** (Amenazada, endémica). Los individuos de esta especie alcanzan alturas de hasta 10 m; presentan un tronco recto, liso y generalmente delgado. Las hojas son de mediano tamaño en forma de abanico, menores a 1 m de diámetro, con el haz de color verde oscuro brillante y el envés verde claro opaco y seroso al tacto. Produce una inflorescencia corta que no excede el tamaño de las hojas, con numerosas flores pequeñas de color claro. La inflorescencia se fija al tronco a través de un pedúnculo corto. Los frutos son de color claro y globosos, de 6 mm de diámetro (Figura 8). Estas características constituyen algunas de las principales diferencias con respecto al chit (*Thrinax radiata*), una especie similar.

   Es una especie endémica de la Península de Yucatán con potencial ornamental e importancia ecológica, ya que constituye una fuente de alimento para la fauna local.



Figura 8. Se muestra un ejemplar de *Coccothrinax readii*

3. ***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 9). Es moderadamente resistente a las heladas (CONAFOR, 2007).



Figura 9. Se muestran frutos de *Conocarpus erectus*.

4. ***Laguncularia racemosa*** (Amenazada, no endémica): Se distribuye en ambos litorales del país, desde Tamaulipas 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 m 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 10). 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 10. Se muestra floración de *Laguncularia racemosa*.

5. ***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. Aun 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 11).



Figura 11. Se muestran individuos de *Rhizophora mangle.*

6. ***Avicennia germinans*** (Amenazada, no endémica): Se localiza en ambos litorales del país. Se extiende a lo largo de la costa del Golfo de México en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En el Pacífico, en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Habita en las orillas de lagunas costeras, bahías y desembocaduras de ríos donde hay zonas de influencia de agua del mar. Se encuentra en sitios cenagosos más alejados de la inundación y con niveles menores de salinidad que el resto de las especies de mangles. Su presencia está determinada tanto por el nivel del agua superficial como por la salinidad. En los sitios donde las salinidades son de alrededor de 30 a 40 partes por mil, el Mangle Negro crece con el Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*); si las salinidades del suelo son de más de 50 partes por mil, el Mangle Negro es la especie dominante (CONABIO. 2009). *Avicennia germinans* es la especie de mangle que tiene la mayor tolerancia a condiciones de alta salinidad (CONAFOR, 2007) (Figura 12).



Figura 12. Se muestran los frutos de *Avicennia germinans.*

De las especies antes descritas dentro del predio del proyecto únicamente *T. radiata y C. readii,* se encuentran en el área de desplante del proyecto, por lo que para minimizar el impacto sobre estas y otras especies de importancia ecológica, económica u ornamental, se llevará a cabo un programa de rescate de flora de manera previa a las actividades de

chapeo y desmonte, los individuos rescatados serán mantenidos en un vivero para su posterior incorporación a las áreas ajardinadas del proyecto.

Con respecto a las especies de manglar, en el predio se distinguieron dos asociaciones que corresponden a manglar mixto y manglar de borde, las cuales ocupan una superficie de 2.42ha (33.87 % del predio), los cuales serán conservados en su estado natural; de ahí que no se prevean afectaciones a su estado ambiental actual.

Cuadro 15. Especies de flora enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la forma en la que el proyecto se apega a esta norma.

Flora	Vinculación con el proyecto
Palma chit (*Thrinax radiata*)	En las áreas de aprovechamiento se realizará la remoción de la vegetación en las áreas de desplante, por lo que se podrían afectar los ejemplares de estas especies, sin embargo, se contempla realizar el rescate de los ejemplares que sean susceptibles de ello, los cuales serán trasladados al vivero que se instale donde recibirán los cuidados necesarios. Posteriormente, estos ejemplares serán incorporados en las áreas ajardinadas. De esta manera, se minimizará el impacto que se producirá sobre estas especies.
Palma nacax (*Coccothrinax readii*)	
Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*) y Mangle negro (*Avicennia germinans*)	El manglar del predio se destinará como área de conservación. Durante la construcción del proyecto se delimitarán con tapial las áreas de aprovechamiento del proyecto para evitar que se afecten las áreas aledañas con vegetación. En la etapa operativa, las actividades que se proponen solo se realizarán en las áreas que considera el hotel y el acceso será por el camino existente, por lo que no se tendrá acceso a las áreas con vegetación de manglar. De acuerdo con lo anterior, no se verán afectadas estas especies a causa del proyecto.

- **ESPECIES DE FAUNA**

En el área de estudio de fauna se registraron 6 especies de fauna incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales dos se encuentran en peligro de extinción, dos sujetas a protección especial y dos amenazadas (Cuadro 16). De estas especies en el predio del proyecto solamente fueron registradas *Aratinga nana* y *Ctenosaura similis*.

Cuadro 16. Especies presentes en el área de estudio enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. A=Amenazada, Pr=Sujeta a Protección Ambiental, P= En peligro de extinción, E=Endémica, NE= No Endémica. Especies registradas dentro del predio 15-18.

Grupos	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
Mamíferos	Procyonidae	*Nasua narica nelsoni*	*Coatí isleño*	A	E
Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana negra	A	NE
	Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga blanca	P	NE
		Caretta caretta	Tortuga cabezona	P	NE
Aves	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre gorginuda	Pr	NE

A continuación, se describen las características de las especies.

- ***Nasua narica nelsoni*** (Amenazada, endémica). El coatí isleño es una subespecie de mamífero carnívoro de la familia de los prociónidos que habita en la isla de Cozumel. Este pertenece a la familia Procyonidae al igual que el mapache y aunque es muy similar al coatí nariz blanca, su piel es más suave y es de menor tamaño. Se alimenta de frutos e insectos y pequeños vertebrados.



- ***Ctenosaura similis*** (Amenazada, no endémica). Se distribuye desde el Sur de Veracruz hasta Panamá. En la Península de Yucatán su distribución es discontinua, las poblaciones del norte y del este de la península están separadas. Habitan en sitios abiertos, semiáridos, en los bosques y selvas de la Península de Yucatán. Son visibles en los alrededores donde se desarrollan actividades humanas, prefieren sitios soleados y con rocas, como las ruinas mayas, así como las zonas costeras. Son diurnas, predominantemente terrestres, aunque a veces son encontradas en árboles, a menudo se refugian en madrigueras, bajo piedras, troncos o dentro de edificios. Su dieta cambia con la edad, las iguanas de todas las edades consumen plantas, pero los juveniles consumen mayores cantidades de presas animales principalmente insectos, pero llegan a ser predominantemente herbívoros (Figura 13).



Figura 13. Se muestra un individuo de *Ctenosaura similis* en el predio del proyecto.

- ***Aratinga nana*** (Sujeta a protección especial, no endémica). El perico de garganta oliva o perico pechisucio (*Eupsittula nana*) es una especie de ave del género Eupsittula, de la familia de los loros (Psittacidae). Está ampliamente distribuido por Centroamérica (desde México a Panamá) y algunas islas caribeñas (Islas Caimán, Jamaica y La Española). Mide de 20 a 26 cm de largo. Es de color verde, con el pecho de color oliva y las puntas de las alas azules; tiene un anillo periocular (alrededor del ojo) sin plumas, de color blanquecino. El pico es de color hueso y gris, y las patas son de un tono gris rosado. Posee una larga cola. Pesa alrededor de 76g. No presenta dimorfismo sexual. Son monógamas, anidan en los termiteros o en árboles con huecos naturales o hechos por algún ave carpintera, aunque también utilizan palmas secas, ponen de 3 a 6 huevos. Se alimentan de semillas, frutos, leguminosas, hojas y flores. Se pueden observar comiendo en los árboles, en los maizales y otros cultivos o sobrevolando en bandadas de 20 ejemplares o en parejas.

- ***Tigrisoma mexicanum*** (Sujeta a protección especial, no endémica). Es una especie de garza con hábitos nocturnos que durante su etapa inmadura presenta un plumaje rayado-atigrado, por lo que se confunde fácilmente entre la vegetación de su hábitat, lo que dificulta su observación. Los adultos de esta especie, presentan un plumaje gris con angostas franjas en el pecho y la principal característica en esta fase es una membrana amarilla que le cubre desde la base inferior del pico hasta la garganta. Se distribuye en las costas de la Península de Yucatán, en las zonas más densas del manglar, siempre cerca del agua donde habita. Se alimenta principalmente de peces, pequeños camarones, ranas, salamandras, cangrejo, etc. Cuando caza permanece inmóvil hasta que sus presas se acercan demasiado. Se reproduce en zonas poco perturbadas e inaccesibles de los manglares y bordes de los mismos; confeccionan sus nidos con



ramas gruesas en el exterior y delgadas en el interior. Ponen de dos a cuatro huevos verde claro y los incuban durante 25 a 28 días.

- ***Chelonia mydas*** (En peligro de extinción no endémica). Ésta es una especie ampliamente distribuida en el trópico y subtrópico, en aguas costeras continentales e insulares. Es rara en aguas templadas. Es una especie típicamente nerítica que forma agregaciones en aguas someras, abunda en pastizales y mantos de algas marinas. La más importante zona de anidación en la actualidad se encuentra en el Caribe, en el norte de Sudamérica, sin embargo, también anida en las islas del océano Índico como Malasia, Sarawark, Borneo y norte de Australia. En México la anidación se distribuye desde Tamaulipas hasta Quintana Roo, donde se registran en Isla Holbox, Isla Mujeres, en la parte oriental de la Isla de Cozumel; en la parte continental se registran desde la parte norte de Cancún por todas las playas de lo que hoy es el corredor turístico que incluyen Puerto Morelos, Playa del Carmen y las playas conocidas como Punta Venado, Paamul, Aventuras DIF, Chemuyil, Xcacel, Xel ha, Tankah, Kanzul, Lirios, Yu Yum, San Juan, Punta Cadena y en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka´an (CONANP- SEMARNAT, 2009). El periodo de mayor abundancia es entre junio y septiembre, el ciclo reproductivo individual se repite generalmente cada dos o tres años.



- ***Caretta caretta*** (En peligro de extinción, no endémica). Esta especie se encuentra distribuida en aguas costeras tropicales de los océanos Pacífico y Atlántico, a menudo entra a bahías y se han observado ejemplares siguiendo corrientes marinas alejadas de la costa. La presencia de esta especie en el océano Pacífico no está relacionada con la reproducción ya que sólo se han reportado ejemplares juveniles en esta zona. La reproducción se lleva a cabo de mayo a septiembre en las costas del Atlántico en el sureste de Estados Unidos de Norte América, es poco frecuente encontrarlas en el Golfo de México y se presentan más frecuentemente en el Caribe Mexicano, aun y cuando es escasa su anidación en Tamaulipas se presenta de abril a julio (Márquez, 2002).



Cuadro 17. Se indican los efectos que podría causar el proyecto sobre las especies de fauna enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	Características
Mamíferos	En el área de estudio de fauna se registró una especie de mamífero enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada, la cual corresponde al coatí isleño (*Nasua narica nelsoni*), que utiliza como hábitat el manglar, por lo que no se verá afectado por las actividades del proyecto, ya que estas se realizarán solo en el área con vegetación de matorral costero. Los coatíes podrán seguir utilizando los pasos de fauna del camino existente.
Aves	Se registraron 2 especies de aves enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección Especial, como son: *Aratinga nana (Perico pecho sucio) y Tigrisoma mexicanum (Garza tigre).* Estas especies son residentes, por lo que se pueden encontrar durante todas las estaciones del año. Se registraron principalmente en la playa y en el camino así como entre la vegetación de matorral costero. Durante la construcción del proyecto, debido a su capacidad de movilizarse rápidamente de un sitio a otro, se espera que los ejemplares que pudieran estar en la zona de aprovechamiento migren a las zonas de conservación.
Reptiles	Se registraron 3 especies que están registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son la iguana espinosa rayada (*Ctenosaura similis*) y las tortugas marinas blanca (*Chelonia mydas*) y tortuga caguama (*Caretta caretta).* En el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), que está en la categoría de amenazada, es una especie adaptada a sitios perturbados, por lo que se adecúan fácilmente a los cambios y se les puede encontrar en diferentes sitios. Durante la construcción del proyecto se prevé que se trasladen hacia las áreas con vegetación, mientras que en la operación se prevé que ocupen las áreas ajardinadas y de conservación de los alrededores del hotel. Por otra parte, en cuanto a las tortugas marinas blanca y caguama, estas arriban en baja proporción a la playa del predio debido a sus condiciones, ya que posee zonas de sustrato arenoso con roca aflorada en diferentes grados, lo que dificulta la anidación de las tortugas. Durante la etapa constructiva, el área de aprovechamiento del proyecto será delimitada con tapial para evitar que los trabajadores pasen hacia las áreas de conservación y la playa, por lo que continuarán los procesos de anidación que se desarrollan. En la etapa operativa, se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a estos organismos como la restricción de actividades, el retiro de obstáculos, el mantenimiento de la limpieza. El campamento Tamul seguirá llevando las actividades de aprovechamiento no extractivo de acuerdo con la autorización vigente. Con respecto a los sitios potenciales de anidación, es característico el sitio en la playa que cada género escoge para anidar y parece estar relacionado con la talla y el peso promedio del animal. En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*)

Especie	Características
	busca espacios libres de vegetación, mientras que la tortuga caguama (*Caretta caretta*) busca una situación intermedia, ya que anidan al final de la primera terraza, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento. Sin embargo, durante los monitoreos realizados por el personal del Campamento Tamul, se ha registrado que las tortugas prefieren anidar en la zona de vegetación halófita costera. Para el monitoreo de las tortugas se realizó la zonificación de la playa, definiendo tres zonas: zona A (que va desde la línea de marea alta hasta aproximadamente 3 m en la franja de arena), zona B (es la zona de playa abierta donde no hay cobertura vegetal) y zona C (incluye toda el área de vegetación halófita). De acuerdo con lo anterior, los sitios potenciales de anidación en el predio son en la playa y en el área con vegetación halófita costera. Cabe señalar que la Zona Norte del Campamento Tamul abarca las estaciones (E1-E30, Desde Ventura Park hasta donde inicia Moon Palace), esta zona a pesar de mantener una cubierta vegetal natural, es una sección donde se combina el sustrato arenoso con roca aflorada en diferentes grados (poca y mucha roca). Dicha característica está presente en las diferentes zonas de amplitud de la playa y sin duda alguna estas condiciones complican el proceso de anidación. Una problemática frecuente y que se ha observado en estos últimos tres años es el acarreo de desechos inorgánicos, principalmente plásticos, los cuales son depositados por las mareas a lo largo de la línea de costa, lo que impide el paso de las hembras a las zonas de anidación. Todas estas causas traen como consecuencia la casi nula anidación registrada en las estaciones 1 -10, mismas que abarcan el frente de playa del área definida como estudio, en donde está incluido el frente de playa del predio. Derivado de lo anterior, por las condiciones de la playa se prevé que se registren pocas anidaciones de tortugas marinas.

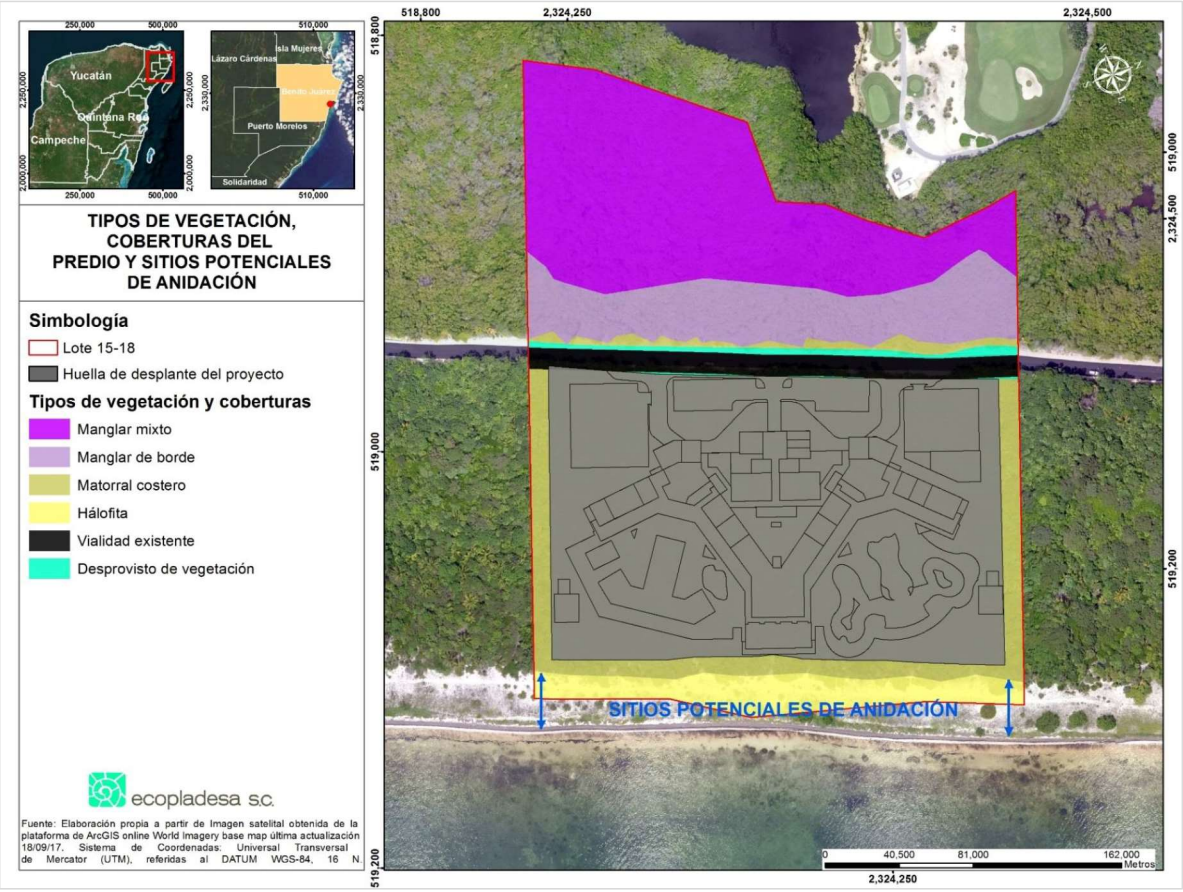


Figura 14. Se muestra el plano de conjunto sobre la vegetación. Las áreas que pueden ser utilizadas para la anidación de tortugas comprenden el área de playa y la zona con vegetación halófita costera.

2.8.2. Norma oficial mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012.

La NOM-162-SEMARNAT-2012 establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.

Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para las personas físicas y morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.

Esta norma es de observancia para el hotel en el caso que se lleven a cabo actividades de protección de tortugas marinas en coordinación con el Campamento Tamul, que sería en la etapa operativa del proyecto.

En el área de playa se deben mantener las condiciones que permitan el arribo de las tortugas marinas conservando el área de playa libre de camastros, la iluminación de las edificaciones no debe incidir sobre esta y no se deben realizar actividades en la noche durante la temporada de anidación. De la misma forma, no se permitirá el paso de vehículos, caballos ni cuatrimotos y se deben mantener las características naturales de la playa.

También se deben coordinar acciones de vigilancia y protección de estas especies y de sus sitios de anidación mediante recorridos diurnos y nocturnos por parte del personal de vigilancia, registrar ejemplares varados o en malas condiciones de salud. Asimismo, se debe vigilar que no se introduzca fauna feral, que puede saquear los nidos, comerse los huevos y matar las crías de tortugas.

Entre las actividades de protección que se realizarán en coordinación con el Campamento Tamul en caso que se detecte arribo de tortugas marinas, se encuentra el establecimiento de un corral o vivero de anidación, la realización de recorridos diurnos y nocturnos en la playa para la protección de hembras anidadoras, la toma de medidas morfométricas, la colecta de nidos y su traslado al corral de anidación, la incubación y liberación de crías al mar, el uso de cercos de malla para contener las crías y contarlas y la limpieza de nidos, el llenado de bitácoras de rastros y nidos, y la atención de las tortugas marinas que se encuentren heridas o que se encuentren varadas.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones sobre estos organismos, que se enlistan a continuación.

Etapa de construcción

- ✓ Se delimitará el área de trabajo con tapial, para evitar que los trabajadores pasen a la playa del predio.

- ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando que se dispersen a la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.

Etapa de operación

- ✓ Se coordinará con el personal del Campamento Tamul la protección de los sitios de anidación de la tortuga marina.

- ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am.

- ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos.

- ✓ No se colocará ningún tipo de iluminación que incida sobre la playa, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas.

- ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.

- ✓ Se colocarán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas.

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

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 de que se propone realizar no afectan ningún área de manglar, ya que las obras se concentrarán en la porción que posee matorral costero. Realizamos el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando que dentro del predio existe este tipo de vegetación.

De acuerdo con la caracterización de la MIA-P del proyecto Desarrollo Turístico Costa Cancún (2002) dentro del cual se encuentra el predio de interés, se determinó la presencia de una gran variación dentro de los ecosistemas de manglar, los cuales van desde el manglar de *Conocarpus erectus* de 7 a 8 m de altura, una asociación de manglar mixto de *Rhizophora, Avicennia* y *Laguncularia d*e entre 8 y 9 m, hasta manglar chaparro de *Rhizophora mangle* (entre 2 y 3 m de altura).

El manglar de borde y principalmente el manglar tipo mixto del predio, forma parte de la cuenca de humedales que tienen patrones de comportamiento hidrológico de acuerdo a la dinámica regional. Esta parte de los humedales fue separada del resto del Sistema Lagunar Nichupté, por la construcción del Boulevard Kukulcán que da acceso a la tercera etapa de la zona hotelera, vialidad que, si bien cuenta con algunas alcantarillas, son insuficientes

para permitir el flujo hidrológico superficial natural. Sin embargo, ante eventos de lluvia extraordinarios como huracanes se puede dar el desborde de esta sección de los humedales y unir el flujo con el del resto del SLN.

Los manglares del SA y del predio se observan en buenas condiciones de conservación en sus estratos vegetales y composición animal.

La cuenca de la tercera etapa funciona como una zona de descarga de agua subterránea a través del medio cárstico durante la elevación de los niveles freáticos en temporadas de lluvias; enriqueciéndose por la captación del agua meteórica que escurre sobre la superficie de las partes altas y recorre hacia las depresiones durante las tormentas (Merino, 1990). El Sistema Lagunar Nichupté tiene tanto aportes de agua subterránea en gran cantidad hacia las partes de los humedales en su porción Oeste, siendo la zona de descarga del acuífero subterráneo continental, así como aportes de agua salobre producto de la interacción con las aguas marinas subterráneas que afloran en las lagunas internas y al agua marina que penetra por influencia de las mareas.

De manera particular para el predio, al oeste del mismo se encuentra la vegetación de manglar en las secciones más bajas, es decir, que se desarrolla dentro de la fracción que le corresponde al predio de la cuenca del humedal marginal de la laguna Nichupté. En función de la topografía marginal de la cuenca se pudo registrar diferencias en cuanto a la composición, altura y diámetros de los mangles presentes en esta sección. En base a esto, se distinguieron las dos asociaciones de vegetación, el manglar mixto y el manglar de borde.

La construcción de las obras que se proponen no implicará 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.

Lo anterior está justificado toda vez que las obras se desplantarán sobre vegetación de matorral costero, no se realizarán actividades que impliquen su daño y se contempla el uso de pilotes o zapatas corridas (dependiendo de los resultados del estudio de mecánica de suelos), para las edificaciones, por lo tanto, no se prevén afectaciones sobre el manglar. Adicional, el camino existente tiene pasos de agua que permiten que fluya entre el manglar de borde y el matorral ante eventos extraordinarios de lluvia.

Considerando que el manglar más próximo se encuentra a una distancia de entre 1.0 m y 2.0 m de distancia del derecho de vía que se habilitará como parte del proyecto, debido a lo anterior, se tomarán las medidas necesarias para evitar cualquier afectación, por ello se llevarán a cabo las cimentaciones de las obras conforme a lo que establezca el estudio de mecánica de suelos, dado que parte de ellas queda dentro de los 100 m de distancia hacia el manglar.

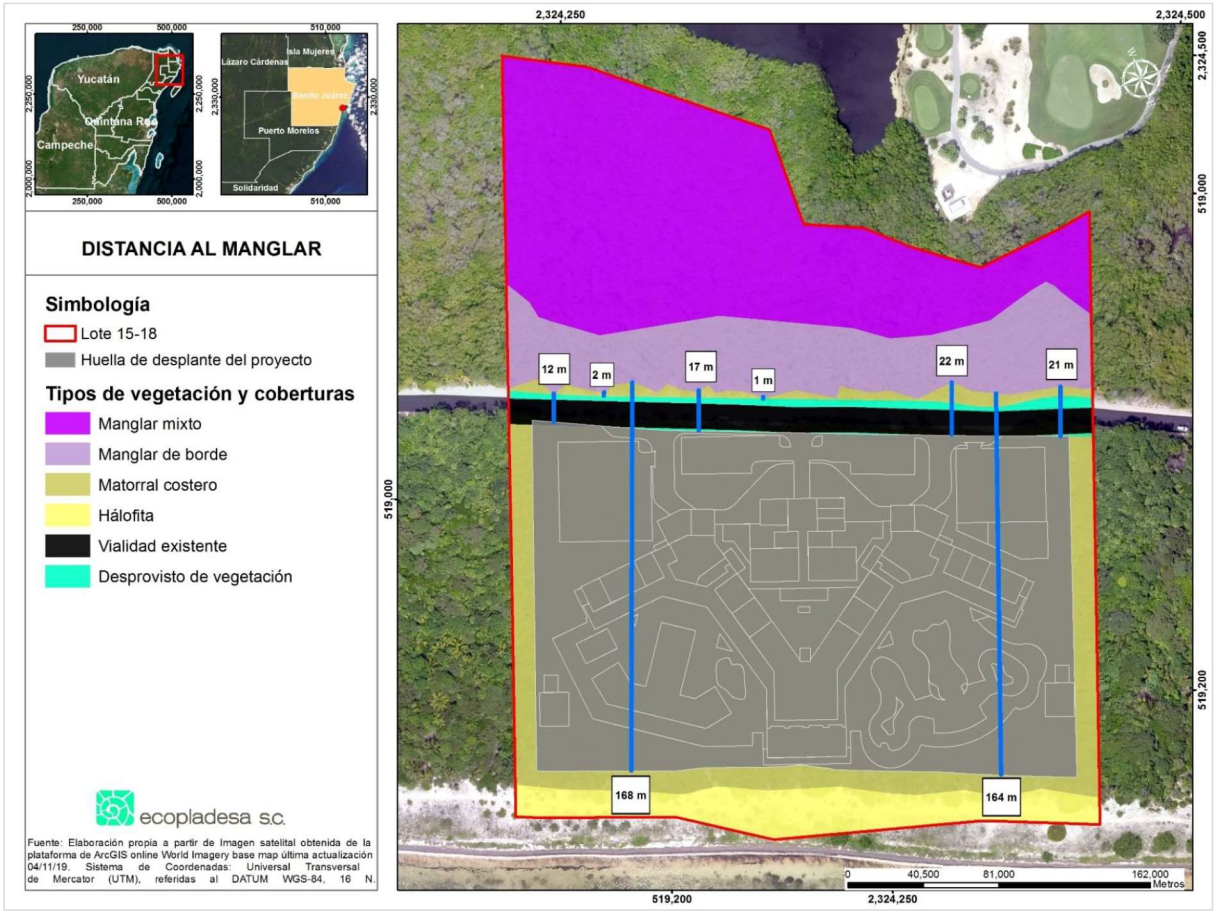


Figura 15. Distancia de las obras respecto de la vegetación de manglar presente en el predio.

Manglar de borde

El manglar de borde, se encontró como una asociación conformada por diversos elementos de mangle entremezclados (Mangle Blanco, Mangle Rojo, Mangle Negro y Mangle Botoncillo), donde la presencia de *Conocarpus erectus* es muy evidente e incluso alcanza alturas de hasta 13 m y DAP´s mayores a 50 cm.



Conocarpus erectus (Mangle Botoncillo) *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo)

Rhizophora mangle (Mangle Rojo) *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo)

Figura 16. Imágenes de Manglar de Borde resaltando la presencia de: Mangle Botoncillo y Mangle Rojo.

De acuerdo con la caracterización realizada la especie dominante resultó ser *C. erectus* (Mangle Botoncillo) en el estrato arbustivo y arbóreo, y *L. racemosa* (Mangle Blanco) en el estrato herbáceo. Así forma parte de una franja de vegetación que recorre todo el sistema de manglares en el estado. Se presenta en particular sobre la cuenca inundable, ya que es la zona más baja del terreno, sin embargo, no se encuentra inundado permanentemente.

Manglar Mixto

Continuando al Oeste se encuentra una zona denominada manglar mixto, donde las especies de Mangle Blanco, Mangle Rojo, Mangle Negro y Mangle Botoncillo están entremezcladas. Aunque el paisaje se encuentra dominado por la presencia de

Rhizophora mangle. Este ambiente se encuentra en la zona más baja de la cuenca del humedal en sentido topográfico, por lo que, esta sección del terreno permanece inundada durante la mayor parte del año. En esta sección se registraron alturas de 6 m y DAP mayores a 50 cm para individuos de *C. erectus, L. racemosa y R. mangle*.



Conocarpus erectus (Mangle Botoncillo)



Avicennia germinans (Mangle Negro)



Rhizophora mangle (Mangle Rojo)



Laguncularia racemosa (Mangle Blanco)

Figura 17. Imágenes de Manglar Mixto resaltando la presencia de: mangle negro, mangle botoncillo, mangle rojo y mangle blanco.

La especie dominante para el estrato arbóreo fue *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo). En el estrato arbustivo dominó *Languncularia racemosa* (Mangle Blanco), seguido de *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo). En el estrato herbáceo el elemento dominante fue *L. racemosa seguido de R. mangle*, lo que es indicativo de que en el sitio tiene lugar un proceso de "*reclutamiento*". Así se garantiza la permanencia de las generaciones futuras y por lo tanto la conservación del manglar mixto.

Geohidrología del sitio

El agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida.

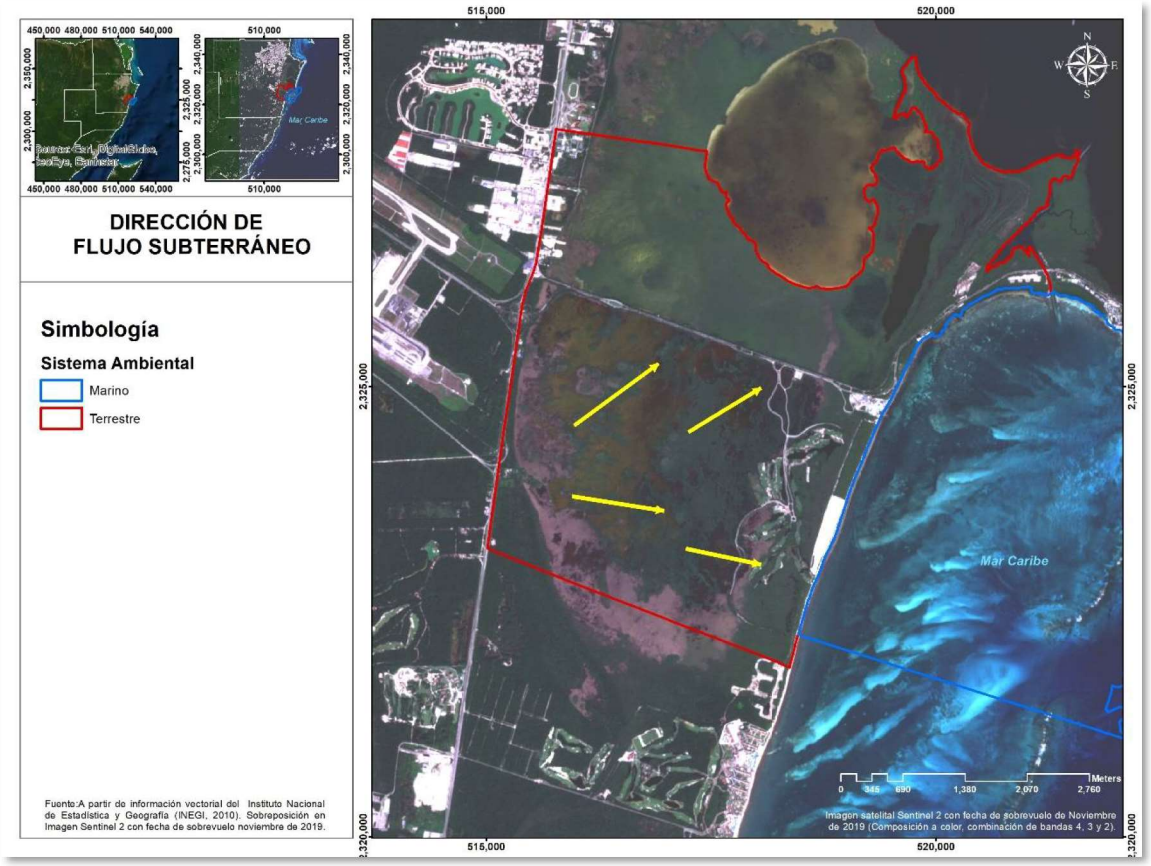


Figura 18. Dirección de flujo subterráneo en el área de estudio.

- La sección geo-eléctrica A-B que incluyó 3 SEV´s corre paralelamente a la línea de costa tal y como se mostró en la figura anterior con una longitud aproximada de 1,460 m. En el perfil se observa primeramente una capa resistiva con valores entre 130 y 150 ohm-m y un espesor entre 5 m y 10 m. Esta capa resistiva es discontinua y se pierde en los extremos de la sección asociada a la presencia de calizas alteradas y algo de arcillas secas. Subyaciendo a esta primera capa se observa resistividades de intermedia a bajas con valores entre 50 y 30 ohm-m y espesor entre 10 m y 20 m. Estos valores están asociados a la presencia de arcillas semicompactas sin presencia de agua y a calizas cársticas y/o solubles, dentro de estas se observan algunos elementos de baja resistividad con valores entre 1 y 13 ohm-m localizados en el cadenamiento de 150-180 m en el tramo de 10 m a 20 m. Conforme se profundiza en el subsuelo la resistividad eléctrica se incrementa hasta valores máximos entre 500 y 800 ohm-m asociado a la presencia de materiales compactos con ausencia de huellas de disolución y/o cavidades reduciendo considerablemente el flujo natural de agua subterráneas hacia la costa y viceversa la intrusión salina del mar hacia el continente. Estas condiciones de alta permeabilidad prevalecen hasta el final del perfil de 150 m.



Figura 19. Secciones geoelétricas a-b, c-d y e-f.

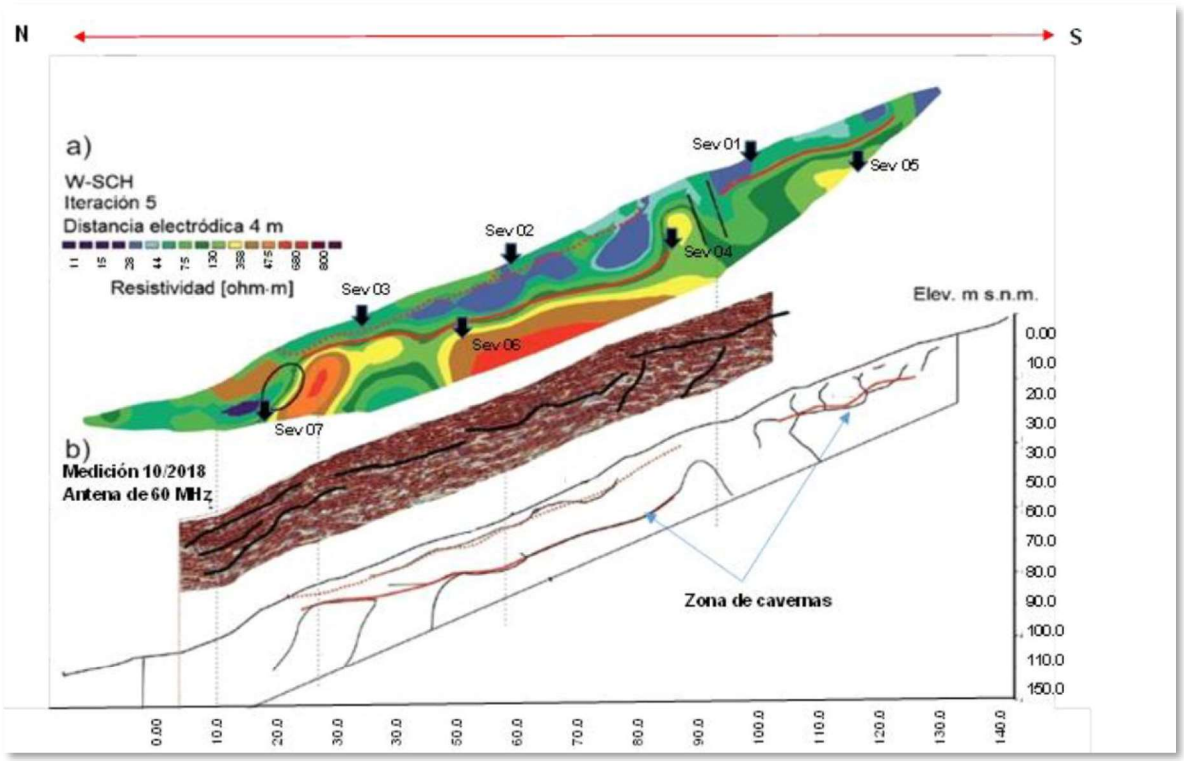


Figura 20. Corte transversal de la sección geológica Riviera Cancún.

- El predio tiene entradas de agua al Suroeste; y ha sido calculado en 344 m^3/día y la descarga subterránea en 217 m^3/día.

- Al hacer el balance de ENTRADAS-SALIDAS (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 107 m^3/día aproximadamente; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce

del predio y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina.

- El pozo No.1 presentó durante todo su corte, 21 m, la presencia de ácido sulfhídrico, mientras que en el pozo No. 2 solamente se percibió el ácido sulfhídrico durante los primeros 4 m, observándose de manera indirecta esta situación con el descenso marcado del pH en pozo No.1 por lo que se puede decir que las formaciones litológicas y sus respectivos perfiles de calidad del agua, difieren.
- Esta presencia de ácido sulfhídrico es muy probable que provenga de la descomposición de la materia orgánica de la zona de manglar, ubicada en la zona contigua de tierra, con rumbo al Este, en la cual se percolan los lixiviados, hacia los estratos inferiores subyacente, del agua semi-confinada del manglar.
- El predio de estudio está ubicado en la zona de selva baja costera y aun que existe presencia de humedales en el predio se considera que los encharcamientos que pudieran ocurrir muestran que no alimentan ni forman parte de un sistema de escurrimiento natural; es decir, los encharcamientos no conforman una cuenca de inundación o forma parte del algún humedal.
- Se muestra que el agua subterránea del predio está conformada por un acuífero de mediana permeabilidad con agua dulce producto del agua meteórica atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas. Se tiene un acuífero profundo de agua salada ubicado en calizas arrecifales de buena permeabilidad, pero con un espesor muy pequeño de agua salobre de apenas 5 m; sobreyaciendo a un espesor de dolomitas de baja permeabilidad y alto grado de cristalización. Este acuífero puede ofrecer abastecimiento siempre y cuando se tenga presencia de fracturamiento y carsticidad con conductividades hidráulicas de hasta 1400 m/d. El agua subterránea del predio muestra estar completamente influenciada por el agua marina y el acuífero superior es una mezcla de agua meteórica y agua dulce; mientras que el acuífero profundo es agua salada en su totalidad.
- Con el perfil Geoeléctrico, la presencia de agua salina y de estratos permeables o semipermeables representa una opción favorable para la inyección profunda del agua de rechazo.
- Se definió un acuífero libre con un nivel freático promedio entre 1.24 m y 3.28m y con un potencial hidráulico entre 0.32 y 3.97 msnm.
- La interface salina se encuentra en el acuitardo de calcarenitas entre los 35-40 m de profundidad con respecto al terreno. Con base en los resultados físico químicos obtenidos del perfil de calidad del agua del pozo No. 1 se puede concluir que en el rango de profundidad de 8.5 m a 12.5 m y en el pozo 2 de 10.5 a 13 m, existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.
- Existe una conexión entre los eventos meteorológicos en el predio y comportamiento acuífero, el efecto de esas recargas el acuífero lo elimina a una tasa de 0.84 m/día y muestra una clara tendencia a la disminución por lo que se concluye que durante las mediciones que se realizaron del nivel estático se observa que el acuífero está en recesión y descarga.
- El gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m es de1.63 m^3/día por cada metro lineal de acuífero.

a) Se ha designado como cota de protección 2.00 m para desplante por encima del nivel del terreno natural para la corona de caminos de acceso y niveles de piso de los edificios a desarrollar; esto basado en que en un caso extraordinario se pueden alcanzar hasta 2.00 m de inundación debido a un evento climatológico extraordinario (huracán). Es recomendable que para la prospección constructiva se piense en que la cimentación sea soportada en las llamadas "pilas y/o pilotes". Sin embargo, esta decisión deberá estar sustentada en el estudio de mecánica de suelos en la cual, se sugiere hacer un pozo por cada pila o pilote a construir.

- Del perfil de calidad del agua del pozo No. 1. En el rango de profundidad de 8.5 m a 12.5 m existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.
- Del perfil de calidad del agua del pozo No. 2. En el rango de profundidad de los 10.5 m a 13.0 m, existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.

A continuación, se realiza el análisis de como dará cumplimiento el proyecto 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 autorización en materia de impacto ambiental tendrían que justificar para su desarrollo.

Cuadro 18. 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;
		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 en el siguiente cuadro.

Cuadro 19. Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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).	En el predio del proyecto se distinguieron dos asociaciones vegetales: manglar de borde y manglar mixto. El manglar de borde, se encontró como una asociación conformada por diversos elementos de mangle entremezclados (mangle blanco, mangle rojo, mangle negro y mangle botoncillo), donde la presencia de *Conocarpus erectus* es muy evidente e incluso alcanza alturas de hasta 13 m y DAP´s mayores a 50 cm. Posteriormente, se cuenta con una zona denominada manglar mixto, donde las especies de mangle blanco, mangle rojo, mangle negro y mangle botoncillo están entremezcladas. Aunque el paisaje se encuentra dominado por la presencia de *Rhizophora mangle*. Este ambiente se encuentra en la zona más baja de la cuenca del humedal en sentido topográfico, por lo que, esta sección del terreno permanece inundada durante la mayor parte del año. En esta sección se registraron alturas de 6 m y DAP mayores a 50 cm para individuos de *C. erectus*, *L. racemosa* y *R. mangle*. El manglar en su conjunto se une con el resto de los humedales que rodean el campo de golf y que forman una cuenca regional con los humedales del ANP Manglares de Nichupté. Sin embargo, el trazo de la vialidad del Blvd. Kukulcán que fue construida tiempo atrás para conectar la zona hotelera con el aeropuerto se ha monitoreado que ha interrumpido los flujos naturales entre ambos fragmentos del manglar que quedaron separados por esta. De ahí que, el manglar del predio mantendrá la misma conexión con dichos humedales y continuarán los procesos de hidrología superficial y subterránea actuales.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Del estudio geohidrológico elaborado para el predio se considera que los encharcamientos que pudieran ocurrir en el humedal con manglar, muestran que no alimentan ni forman parte de un sistema de escurrimiento natural; es decir, los encharcamientos no conforman una cuenca de inundación o forma parte del algún humedal. En los pozos de sondeo se detectó la salida de ácido sulfhídrico, principalmente en el ubicado al norte en la colindancia con el parque ventura park fuera de los límites del predio del proyecto, sin embargo, este compuesto es muy probable provenga de la descomposición de la materia orgánica de la zona de manglar, ubicada en la zona contigua de tierra, con rumbo al Este, en la cual se percolan los lixiviados, hacia los estratos inferiores subyacente, del agua semi-confinada del manglar. Esto también refuerza la dirección del flujo de agua registrado en dicho estudio.

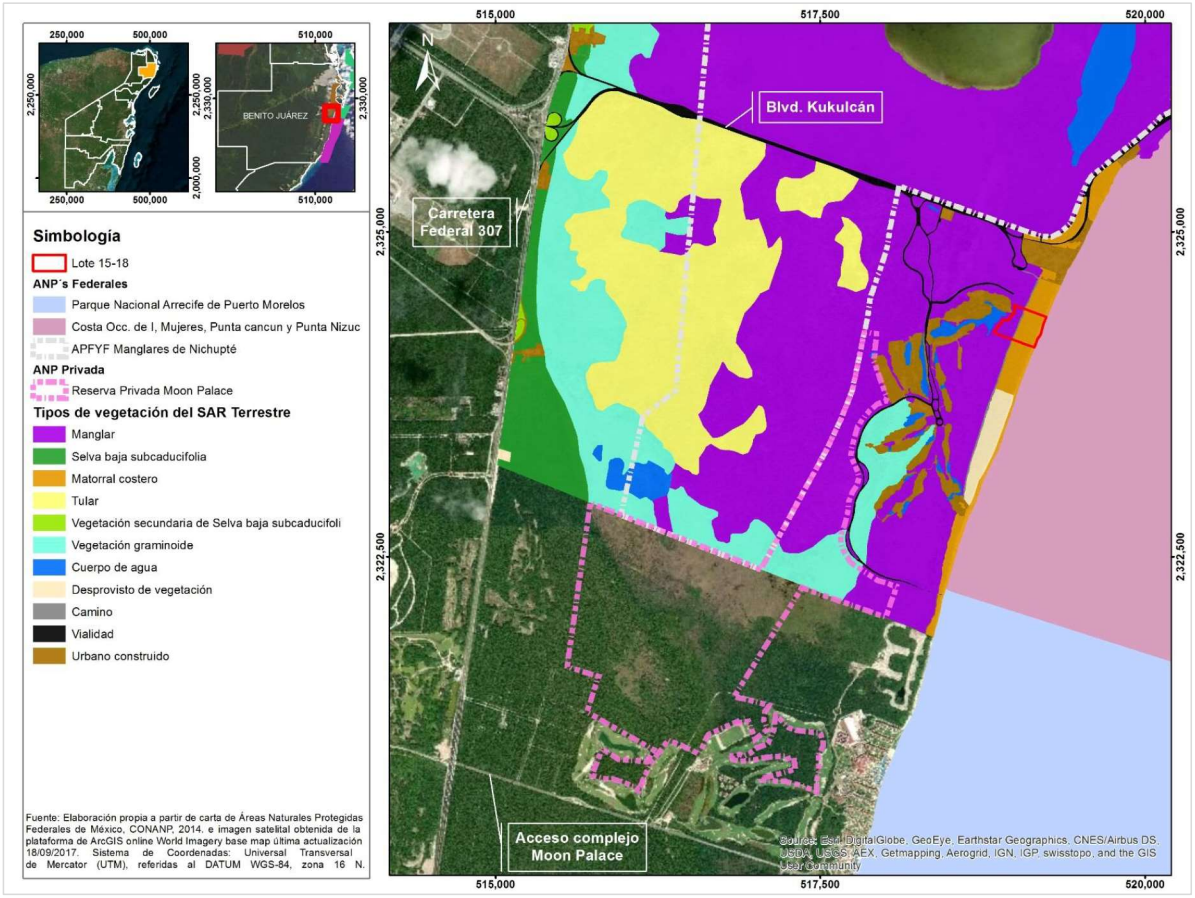


Figura 21. Ubicación del manglar del predio respecto de los humedales de las ANP en sus alrededores, y los humedales con y sin manglar que se ubican en el sistema ambiental.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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).	Con las obras que se proponen, se ocasionarán impactos propios de la construcción de un hotel como son la generación de polvo, ruido, generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, entre otros, sin embargo, se aplicarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a la vegetación de manglar que se desarrolla al oeste del predio. Para la cimentación de las obras se utilizarán pilotes y se llevará a cabo de acuerdo con los resultados del estudio de mecánica de suelos, para evitar afectaciones a los conductos de disolución y/o cavidades importantes que pudiera haber en el subsuelo. Con el sistema constructivo que la mecánica de suelos determine como el más apropiado para edificar en los suelos arenosos del predio, también permitirá que el flujo de agua que va del continente hacia el mar, permanecerá hacia el mismo. El nivel freático se detectó en los primeros 8 metros del sondeo y posteriormente la interfase salina entre 8.5 y 13 m, encontrándose esta a 35 o 40 m respecto del nivel del terreno natural. De ahí que el tipo de cimentación de pilotes y de acuerdo a lo que se defina con la mecánica de suelos será enfocado a dar soporte estructural pero también a proteger el nivel del acuífero que se detectó en los primeros metros del sondeo. El drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario. Durante la construcción se colocará de forma temporal un tapial en el perímetro del área de aprovechamiento para retener los residuos sólidos y sedimentos que pudieran dispersarse hacia las colindancias y por acción del viento pudieran llegar de manera indirecta al humedal. Se aplicarán las siguientes medidas de mitigación, para evitar afectaciones indirectas al humedal con manglar:

Especificaciones	Acciones del proyecto
	- Se realizará un estudio de mecánica de suelos en las áreas de desplante para detallar la cimentación. - No se dejarán materiales de construcción en el suelo para evitar cualquier lixiviación por acción del aire o la lluvia hacia el manglar. - Se colocará el tapial perimetral en el área de aprovechamiento. - El área de manglar será cubierta con tapial perimetral para evitar el paso de trabajadores y la dispersión de polvo. - Se vigilará que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas en los sanitarios que se instalen para tal fin. - Los sanitarios portátiles contarán con instalaciones adecuadas de drenaje para evitar fugas hacia el subsuelo y contaminación al humedal por esta vía. - Se dispondrán los residuos sólidos adecuadamente en contenedores con tapa. Los residuos se retirarán al final de cada jornada laboral para evitar su dispersión. - Los materiales pétreos serán transportados al sitio, cubiertos de lona para evitar la dispersión de partículas al aire. - Los residuos peligrosos que se lleguen a generar se dispondrán a través de una empresa especializada en su manejo. - Se mantendrán los pasos de agua del camino existente para permitir el flujo de esta entre ambas zonas de matorral ante eventos de lluvia extraordinarios. - Se vigilará el mantenimiento de las áreas de conservación y las permeables para permitir la infiltración del agua hacia el subsuelo y su flujo hacia el mar.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Con estas medidas se considera garantizar que el manglar no sufrirá afectaciones durante el proceso constructivo de las obras. El flujo superficial del agua cambiará en el área de aprovechamiento del proyecto, sin embargo, se seguirá infiltrando hacia el subsuelo en las áreas ajardinadas y de conservación dado que ahí permanecerá el sustrato arenoso natural y la topografía con sus elevaciones y valles, lo que permite el flujo laminar del agua desde las partes más altas hacia las más bajas de la misma duna y hacia el manglar. En cuando al flujo subterráneo, no se interferirá previendo que el proyecto tendrá el tipo de cimentación de pilotes diseñado para que continúe este proceso. De igual forma el proyecto no considera la extracción de agua para su uso, de ahí que no afectará el balance hidráulico de la cuenca. El efluente de la planta de tratamiento cumplirá con la NOM-001 y NOM-003-CONGUA, y los parámetros del Protocolo de Cartagena, promoviendo que no haya ninguna fuente de contaminación al subsuelo, zonas inundables ni zona marina aledaña. El (los) pozos de inyección que requiera dicha planta se perforarán a 100 m para evitar procesos de contaminación, ya que de acuerdo al estudio geohidrológico a esa profundidad ya se estaría inyectando a nivel de agua salada. Se mantendrá la integridad de la franja de manglar como hábitat para la fauna que ahí alberga. El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL del Municipio de 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.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad	El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo de obra sobre la comunidad de manglar. Las obras planteadas no ocasionarán

Especificaciones	Acciones del proyecto
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.	interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar.
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.	Las obras y actividades que se proponen no comprenden la construcción de canales ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica. Tampoco interferirán con el flujo de agua del humedal con el mar.
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.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Las obras que se plantean se ubican al este del predio y están delimitadas hasta el camino existente que colinda con el manglar, sin embargo, no se prevé que alteren el flujo natural del agua hacia el humedal costero, dado que la cimentación se realizará con pilotes, por lo que el agua pasará alrededor de ellos. El flujo superficial del agua se modificó en la vialidad existente, sin embargo, esta cuenta con pasos de agua y fauna, que permiten su circulación. El flujo superficial del agua cambiará en el área de aprovechamiento del proyecto, sin embargo, se seguirá infiltrando hacia el subsuelo en las áreas ajardinadas. Asimismo, en el área de conservación continuará la infiltración del agua para descarga del acuífero. Es importante señalar que el agua del manglar tiene la influencia de agua de mar y de agua dulce de origen meteórico, cuyo aporte viene

Especificaciones	Acciones del proyecto
	de la precipitación y que circula desde las partes más bajas ante eventos de inundación.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se implementarán las medidas suficientes para el manejo de residuos sólidos y líquidos, y así prevenir eventos de contaminación. Los materiales serán transportados cubiertos con lona; se colocará temporalmente un tapial perimetral para prevenir la dispersión de sedimentos; los trabajadores utilizarán los sanitarios portátiles que recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. Durante la operación el proyecto contará con una planta de tratamiento de aguas residuales operada bajo la normatividad aplicable y el Convenio de Cartagena, y los pozos de inyección serán profundos propuestos a 100 m para evitar la contaminación del acuífero dulce y salobre.
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 contempla utilizar ni verter agua del o hacia el humedal. El agua necesaria para la construcción provendrá de pipas del servicio público y durante la operación será suministrada a través de la red de agua potable. En tanto que las aguas residuales provenientes de los trabajadores serán extraídas y trasladadas a una planta de tratamiento por parte de la empresa arrendadora y durante la operación del desarrollo, se canalizarán a través de la red de drenaje interna que las conducirá a la planta de tratamiento del proyecto. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el

Especificaciones	Acciones del proyecto
	desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Con este manejo se garantiza que el agua del humedal no será afectada por eventos de contaminación.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, 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 del hotel, serán canalizadas a través de la red interna de drenaje del proyecto a la planta del tratamiento que se construirá. Una vez tratada el agua y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	El pozo de inyección que se requiera para la PTAR se propone a una profundidad de 100 m para garantizar el efluente que no sea utilizado se inyecte en el perfil de agua salada del acuífero, y no se contamine el perfil de agua dulce y salobre. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	De acuerdo con lo anterior, no se verterán las aguas residuales al humedal costero. Las aguas residuales que se generen durante la operación del hotel serán tratadas, y el efluente obtenido deberá cumplir con la normatividad para que pueda ser utilizado para el riego de las áreas verdes y para su inyección.
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 actividades que se proponen no implican extracción de agua en áreas colindantes al manglar. El agua requerida para su construcción y operación provendrá de pipas del servicio público y de la red de suministro 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 y operación de las obras que se proponen, se vigilará que no se introduzcan especies invasoras que se tornen perjudiciales. Para la conformación de las áreas ajardinadas solo se emplearán especies nativas producto del rescate, y especies ornamentales no invasoras provenientes de viveros.
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.	Del estudio geohidrológico se determinó un balance positivo entre la salida y entrada del agua, ya que se calcula que ingresan al predio una cantidad de 344 m^3/día y salen en su zona de descarga 217m^3/día, dando un balance positivo de 107 m^3/día. Con las obras que se proponen no se prevén afectaciones al balance entre el aporte hídrico y el proveniente de las mareas. El proyecto contará con áreas ajardinadas y de conservación donde se infiltrará el agua hacia el subsuelo. De la misma forma, los estacionamientos no techados serán construidos de hidrocreto, que permite la infiltración del agua. Se prevé captar el agua pluvial a través de las azoteas de los edificios y conducirlas a través de pozos de absorción en las áreas verdes, con ello incorporando el agua de lluvia hacia el subsuelo y flujo de agua subterráneo.

Especificaciones	Acciones del proyecto
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 construcción de vías de 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 implican la construcción de vialidades internas para dar acceso al hotel que se unirán con el camino existente colindante con el manglar. Este camino cuenta con pasos de agua y fauna que serán mantenidos para permitir el flujo del agua y el paso de fauna.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	Toda la instalación eléctrica será subterránea y se conectará a la red de energía eléctrica existente suministrada por CFE.
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 100m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	El área de aprovechamiento del proyecto colinda con el humedal con manglar, y las obras más próximas corresponden a la vialidad existente y al derecho de vía que se habilitará para el proyecto, dichas obras quedan a una distancia de entre 1.0 m y 2.0 m respecto de la vegetación de manglar, por lo que no se cumple con esta distancia. Por lo anterior, el proyecto se apega a lo que marca el numeral 4.43 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	El material de construcción que utilizará el proyecto provendrá de bancos de material pétreo autorizados para su extracción y comercialización.

Especificaciones	Acciones del proyecto
ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no considera la afectación de manglar con ninguna de sus obras o actividades.
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 contemplan ninguna de estas actividades en el área de humedal del predio.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos durante el proceso constructivo y la operación serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa y almacenados temporalmente, para su posterior traslado al relleno sanitario y/o serán entregados a empresas encargadas de su reciclaje.
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 infraestructura de tipo turístico, y no comprenden granjas camaronícolas ni 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	

Especificaciones	Acciones del proyecto
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 consisten de un hotel con sus áreas públicas y de servicio, y no contemplan realizar obras de canalización ni se plantean obras de ningún tipo dentro del manglar. Asimismo, no comprenden actividades 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.	
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.	
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	Las obras que se proponen no contemplan actividades de turismo náutico en la zona de manglar.

Especificaciones	Acciones del proyecto
desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	
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.	
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 estas actividades en la zona de manglar del predio.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	Las obras que se propone no consideran la fragmentación del humedal, ya que solo se utilizará una sección con vegetación de matorral costero para el desplante de las obras, sin afectar el manglar que se desarrolla en el predio.
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 contemplan actividades de canalización.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Las obras que se proponen no prevén actividades ni obras en el humedal con manglar, por lo que no habrá compactación del sedimento en el área que ocupa. Se colocará un tapial para delimitar las áreas de aprovechamiento para evitar que el personal se introduzca entre la vegetación de manglar y dicho tapial contará con espacio en su parte inferior para permitir el paso de la fauna.
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	En el predio se identificaron dos asociaciones de manglar: manglar mixto y manglar de borde, las cuales se encuentran en buen estado de conservación por lo que no se pretende la realización de actividades de restauración de dicho ecosistema.

Especificaciones	Acciones del proyecto
corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	
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.	
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 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 se proponen no contemplan restauración del humedal costero.
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.	
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	

Especificaciones	Acciones del proyecto
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 considerará las recomendaciones técnicas que se integraron para el proyecto.
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."	Debido a que el proyecto no cumple con la distancia de 100 m establecida en los numerales 4.14 y 4.16 de la presente norma, se presentan a continuación medidas de compensación en beneficio de los humedales: ✓ Se implementarán medidas específicas de protección de fauna y flora, y el manejo adecuado de residuos. ✓ Se realizará el estudio de mecánica de suelo de las áreas de desplante del proyecto, previo al inicio de obras con el fin de evitar la afectación de conductos de disolución y/o cavidades subterráneas importantes, y con ello mantener la comunicación del flujo desde el continente hasta la zona marina. ✓ Se llevará a cabo acciones de limpieza diariamente durante la construcción y operación del proyecto, para evitar que los residuos se dispersen hacia las zonas de manglar. ✓ Se realizarán acciones de ajardinado empleando especies nativas y ornamentales de la región. ✓ Se mantendrán como conservación con la vegetación en estado natural dos franjas laterales de 10 m de áreas con vegetación de matorral costero, la mayor parte de la vegetación halófita costera frente a la playa, la vegetación de matorral que colinda con el manglar y la totalidad de la vegetación de manglar.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	✓ Se realizarán actividades de limpieza del manglar del predio y del manglar colindante del Desarrollo Turístico Costa Cancún. ✓ Se realizará el monitoreo de la vegetación, fauna, y condiciones de inundación de las áreas de conservación de manglar que se ubiquen dentro del predio para determinar su estado ambiental conforma pase el tiempo. Este monitoreo será anual durante los primeros cinco años de construcción del proyecto. ✓ Se colaborará en las acciones en beneficio de los humedales que ejerza el ANP privada ubicada al oeste.

2.9. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

2.9.1. Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

El predio colinda con el Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, el cual se estableció mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 19 de julio de 1996. El Programa de Manejo del Parque Nacional data de mayo de 1998 y actualizado el 2 de agosto del 2016.

De acuerdo con la zonificación del ANP de la actualización del programa de manejo, el predio se ubica frente a la zona litoral del polígono de Punta Nizuc, la cual no se verá afectada a causa del proyecto, ya que se tomarán las medidas necesarias para evitar impactos a la zona marina.

En el Programa de Manejo del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, se estableció una subzonificación en cada área, de acuerdo con la cual la zona litoral de Punta Nizuc, que colinda con el predio, corresponde a la Zubzona de Uso Público 1 Pastos Marinos y Arenales.

Esta subzona abarca tres subpolígonos, con una superficie total de 6,031.2597 hectáreas: el Subpolígono 1 Isla Mujeres, el Subpolígono 2 Punta Cancún y el Subpolígono 3 Punta Nizuc. El predio se ubica frente al Subpolígono 3 Punta Nizuc, donde se encuentra una segunda galería del Museo de Arte Subacuático.

A continuación, se presentan las actividades permitidas y no permitidas en este subpolígono, y su vinculación con el proyecto.

Cuadro 20. Se indican las actividades permitidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
1. Actividades turístico recreativas a) *Buceo autónomo* *b) Buceo libre* *c) Buceo semiautónomo*[1] *d) Buceo tipo snuba* [1] *e) Recorridos de embarcaciones motorizadas* *f) Recorridos de vehículos sumergibles* *g) Remolque recreativo* *h) Recorridos en manglares y arrecifes*[2] *i) Paddle board*[3]	En el proyecto los huéspedes utilizarán la zona marina para nadar.
2. Colecta científica de ejemplares de vida silvestre	En el proyecto no se contempla realizar la colecta de ejemplares de vida silvestre.

[1] Exclusivamente en zona de arenales y asociado a estructuras artificiales.
[2] Exclusivamente en Punta Nizuc.
[3] Exclusivamente en las zonas y distancia que permita la SCT a través de la Capitanía de Puerto.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
3. *Colecta científica de recursos biológicos forestales.*	En el proyecto no se contempla realizar la colecta de recursos biológicos forestales
4. *Construir muelles, embarcaderos o infraestructura portuaria o de otra índole siempre que no afecte las formaciones arrecifales*	En el proyecto no se contempla la construcción de muelles ni infraestructura de ningún tipo.
5. *Instalación de arrecifes artificiales*	No se considera la instalación de arrecifes artificiales.
6. *Instalación de artefactos navales*[4]	No se llevará a cabo la instalación de artefactos navales.
7. *Investigación científica y monitoreo ambiental*	No se pretende realizar investigación científica y monitoreo ambiental en la zona marina.
8. *Filmaciones, actividades de fotografía*[5]	En caso de que los huéspedes quieran realizar dicha actividad, se realizará con la supervisión del personal del Parque como lo marca.
9. *Natación*	Se pretender realizar actividades de natación en la zona marina durante la operación del proyecto.
10. *Navegación de embarcaciones con un calado menor de 2.0 metros.*	No se considera el uso de embarcaciones.
11. *Recuperación de canales de navegación*	No se pretende llevar a cabo la recuperación de canales de navegación.
12. *Recuperación de playas.*	No se consideran acciones de recuperación de playas.
13. *Turismo de bajo impacto ambiental*	De acuerdo con el Programa de Manejo del Parque Marino el Turismo de bajo impacto ambiental es aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar espacios naturales relativamente sin perturbar, con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales de dichos espacios; así como cualquier manifestación cultural del presente y del pasado que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental e induce un involucramiento activo y socio-económicamente benéfico de las poblaciones locales, tales como: a) Recorridos en y/o actividades en embarcaciones no motorizadas y/o juguetes de playa: Hacerse a la mar a bordo de

[4] Exclusivamente para el manejo del ANP.
[5] Con supervisión del personal del Parque Nacional, para evitar daños a las formaciones coralinas durante la realización de dichas actividades.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
	embarcaciones o artefactos de propulsión humana, de vela o de oleaje, entre las que se encuentran kayaks, pedalones, canoas, tablas de vela, veleros sin motor, tablas de oleaje, colchones de playa con o sin aditamentos transparentes para la observación de la vida submarina. b) Recorridos con embarcaciones con fondo de cristal: Hacerse a la mar a bordo de embarcaciones con motor cuyo fondo es de material transparente. No obstante, en el proyecto únicamente se pretenden realizar actividades de nado libre y actividades en la playa con juguetes de playa.
14. Usar bronceadores y bloqueadores exclusivamente biodegradables.	Se promoverá el uso de este tipo de bronceadores y bloqueadores.

Cuadro 21. Se indican las actividades prohibidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades prohibidas	**Vinculación con el proyecto**
1. Alimentar, perseguir o acosar de cualquier forma a los organismos marino	Durante las actividades en la zona marina no se alimentarán o perseguirán los organismos.
2. Amarrarse a los rosarios de boyas de señalización	No se contempla el uso de embarcaciones, por lo que se no realizará el amarre a los rosarios de señalización.
3. Anclar embarcaciones, plataformas o infraestructura de cualquier otra índole, que afecte las formaciones coralinas	No se contempla el uso de embarcaciones.
4. Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento y señalamiento;	No se dañarán los sistemas de boyeo o señalizaciones.
5. El achicamiento de sentinas	No se realizarán estas actividades.
6. El tránsito de embarcaciones con un calado mayor de dos metros, salvo en los canales de navegación.	No se emplearán embarcaciones.
7. Extraer flora y fauna, viva o muerta, así como sus partes o derivados, salvo para la investigación científica y monitoreo ambiental y colecta científica	No se pretende extraer la flora o fauna muerta, y tampoco actividades de investigación científica, monitoreo ambiental y colecta científica en la zona marina.
8. Introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras	No se realizará la introducción de especies exóticas, ni invasoras.
9. Utilizar jet pack[6]	No se utilizarán estos aparatos.
10. Utilizar kitesurf[7]	

[6] Utilización de diversos aparatos usualmente colocados en la espalda que usan motores de propulsión a chorro y exclusivamente en las zonas y distancia que permita la SCT a través de la Capitanía de Puerto.
[7] Actividad que consiste en el uso de una cometa de tracción (kite, del inglés), que estira al deportista (kiter) por cuatro o cinco cuerdas, dos fijas a la barra, y las dos o tres restantes pasan por el centro de la barra y

Actividades prohibidas	**Vinculación con el proyecto**
11. Navegar con cualquier embarcación, dentro de las áreas señaladas para la natación, el buceo libre, el buceo autónomo, sobre las formaciones coralinas y/o dentro de los rosarios de boyas.	No se considera el uso de embarcaciones.
12. Pararse, asirse o tocar los arrecifes, así como arrastrar equipo sobre las formaciones coralinas	Los huéspedes no llegarán hasta donde se ubican las zonas arrecifales, que se ubican a aproximadamente 2.9 km de la costa, por lo que no tocarán las colonias arrecifales.
13. Pesca comercial y deportivo-recreativa, incluyendo la subacuática	No se llevarán a cabo actividades de pesca comercial-deportivo-recreativa.
14.Realizar actividades de dragado o de cualquier otra naturaleza que generen la suspensión de sedimentos o provoquen la formación de aguas fangosas o limosas	No se llevará a cabo actividades de dragado o que generen la suspensión de sedimentos.
15. Realizar cualquier actividad de limpieza de las embarcaciones; así como de reparación, mantenimiento y abastecimiento de combustible, o de cualquier otra actividad que pueda alterar el equilibrio ecológico	No se pretende el uso de embarcaciones.
16. Recorridos de motos acuáticas o waverunners	No se realizarán recorridos en estos equipos.
17. Remoción de pastos marinos	No se realizará la remoción de pastos marinos.
18. Tirar o abandonar residuos en las playas adyacentes	Durante el proceso constructivo del proyecto se delimitará el área de aprovechamiento para evitar que los residuos se dispersen o se dejen en la playa. Durante la etapa operativa, se realizará un manejo de los residuos por lo que no se dejarán en la playa.
19. Usar bronceadores o bloqueadores solares que no sean biodegradable	Se utilizarán sólo bronceadores y bloqueadores biodegradables.
20. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas	No se pretende el uso de explosivos o sustancias que pueden ocasionar alteraciones a los ecosistemas.
21. Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles, así como desechos sólidos, líquidos o cualquier otro tipo de sustancia que pudiera poner en riesgo a la flora y fauna	No se realizará la descarga de aguas residuales, aceites, grasas o combustibles, o cualquier tipo de residuos que pudiera poner en riesgo la flora y la fauna marina, ya que se realizará el manejo adecuado de los residuos y sustancias peligrosas en los sitios adecuados para tal fin dentro del hotel.

se sujetan al cuerpo de la persona mediante un arnés, permitiendo deslizarse sobre el agua mediante una tabla o un esquí del tipo wakeboard diseñado para tal efecto.

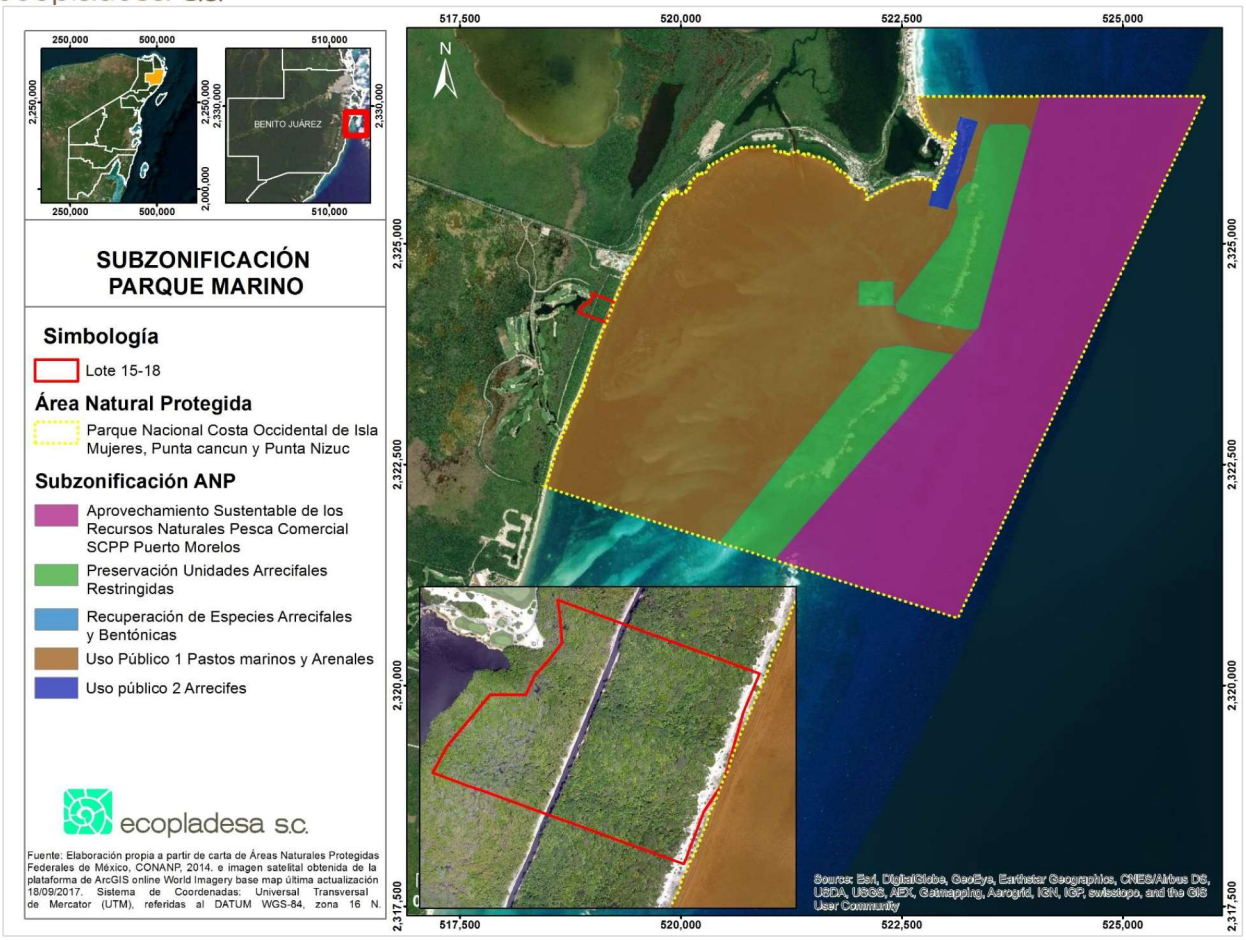


Figura 22. Subzonificación del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

2.9.2. Decreto de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

El día 7 de diciembre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas. De esta superficie 5,725,465-86-57.50 hectáreas corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1, 932,648-48-79.18 hectáreas, mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3, 821,406-87-52.42 hectáreas.

En el artículo segundo del decreto se establece que las zonas núcleo y de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se subzonificarán en el programa de manejo, conforme a lo previsto en los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En los artículos cuartos, quinto y sexto del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas núcleo.

Mientras que en los artículos séptimo, octavo y noveno del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas de amortiguamiento.

En los demás artículos del decreto se establecen las disposiciones generales de aprovechamiento de los recursos pesqueros, de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo actividades, de las medidas que emitirá la Secretaría para mantener la reserva, de los convenios, acuerdos y bases de colaboración, de la formulación del Programa de Manejo, la delimitación del área de influencia, y señala las autoridades que estarán a cargo de las acciones de inspección y vigilancia.

El día 30 de noviembre de 2018, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo del Resumen del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano. De acuerdo con éste se realizó la subzonificación de las zonas núcleo y de las zonas de amortiguamiento. El predio se encuentra inmerso en la zona de influencia de dicha ANP y a una distancia de 4,904 m de la subzona Marinos, tal como se muestra en la siguiente imagen.

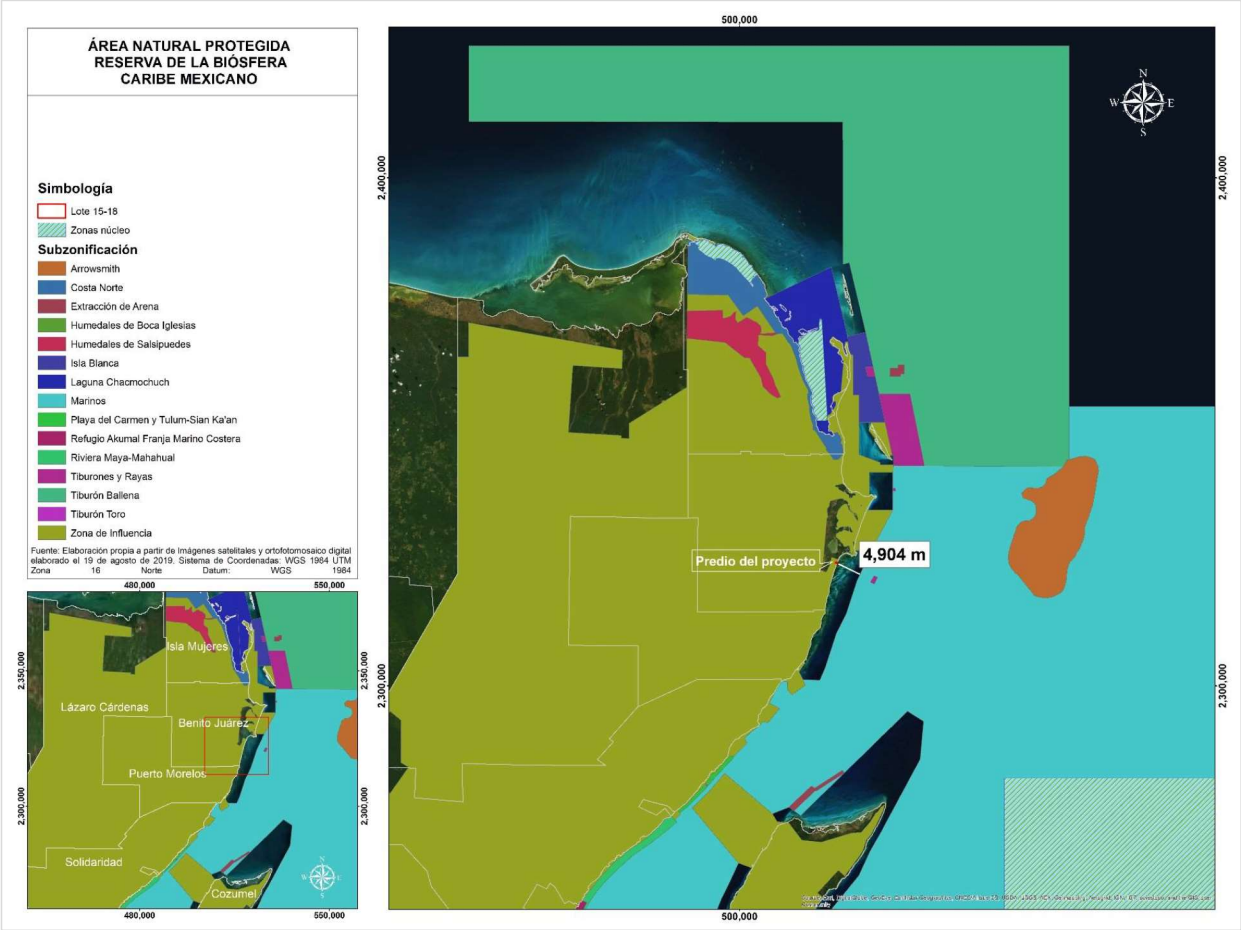


Figura 23.Se muestra la ubicación del predio con respecto a las zonas y subzonas de la Reserva de la Biosfera.

2.9.3. Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté

Por otra parte, el predio se ubica a una distancia mínima de 638.0 m del polígono del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, que fue decretada como ANP mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de febrero de 2008.

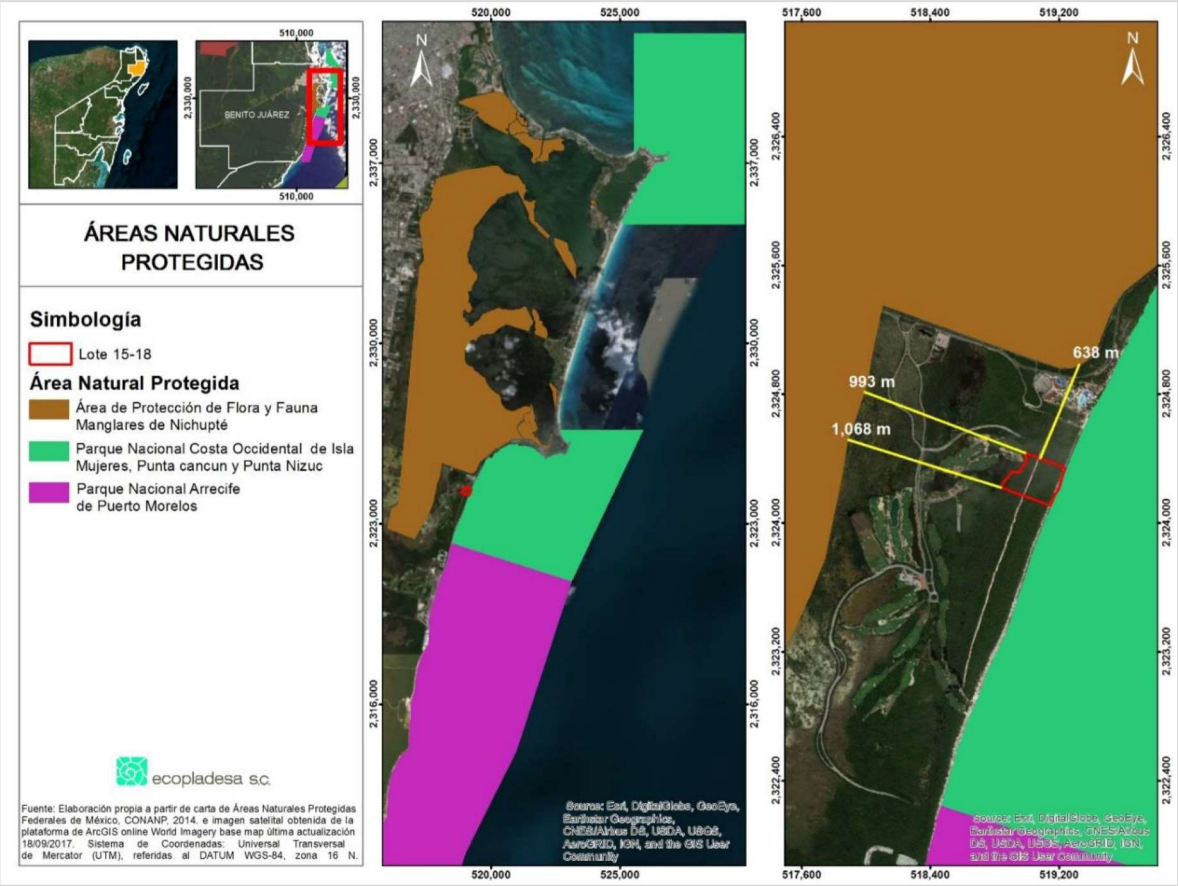


Figura 24. Ubicación del predio respecto de los polígonos del Parque Marino Nacional y del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté.

2.9.4. Reserva Privada Moon Palace.

Área destinada voluntariamente a la conservación “Reserva Privada Moon Palace”. El Área Natural Protegida “Reserva Privada Moon Palace”, ocupa un área de 315 hectáreas y se ubica en la zona norte del estado de Quintana Roo, fue promovida por la cadena hotelera Palace Resorts y avalada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México en el año 2013, mediante certificado número CONANP-357/2013 de fecha 04 de septiembre de 2013. La Reserva cuenta con vegetación natural conformada, en un 30% de selva mediana subcaducifolia y el 70% de su superficie contiene humedales constituidos por tulares y manglares, que se encuentran en adecuado estado de conservación.

La Reserva Privada colinda e incluye áreas pertenecientes al complejo turístico Moon Palace Golf & Spa Resort. También hace límite con el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre Manglares de Nichupté, que se considera un sitio RAMSAR.

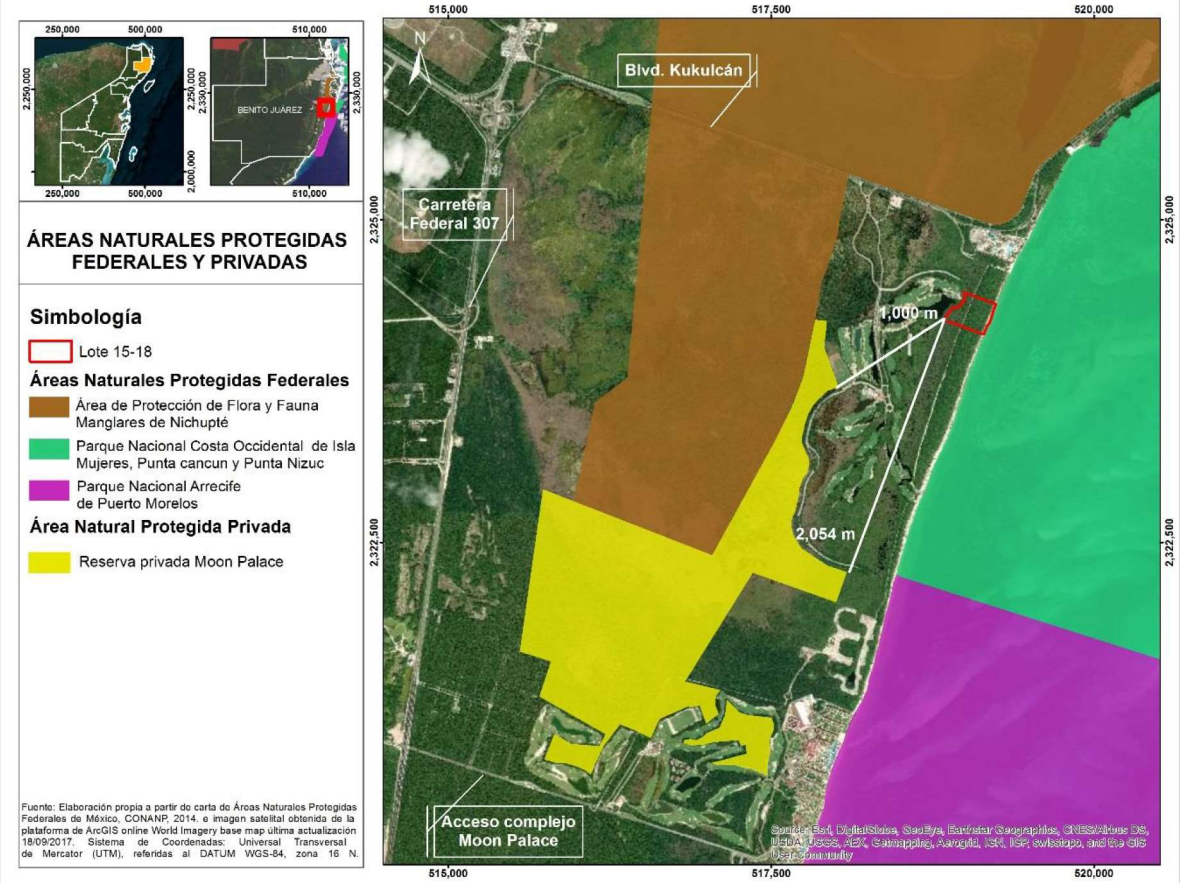


Figura 25. Ubicación del predio respecto de los polígonos de las ANP´S Federales y Privadas.

Estado de conservación: el área se encuentra en buen estado de conservación, las zonas de humedal presente, han tenido nulo impacto antropogénico, son de gran importancia como hábitat para numerosas especies de aves residentes y migratorias; y son críticas para la sobrevivencia de diversas especies de peces, insectos, reptiles y otras plantas. Además de filtrar el agua contaminada y sedimentos atrapados, los hacen protectores naturales del arrecife de coral y otros hábitats.

Estrategia de manejo y zonificación del área: con la finalidad de mantener en buen estado de conservación los recursos naturales existentes en el área, se seguirán los lineamientos y criterios establecidos en la Estrategia de Manejo para el establecimiento del Área Natural protegida con la categoría de Parea Destinada Voluntariamente a la Conservación “Reserva Privada Moon Palace”.

El área está constituida por dos subzonas: “Subzona de aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales” con una superficie de 48 ha y “Subzona de Preservación” con una superficie de 266 ha.

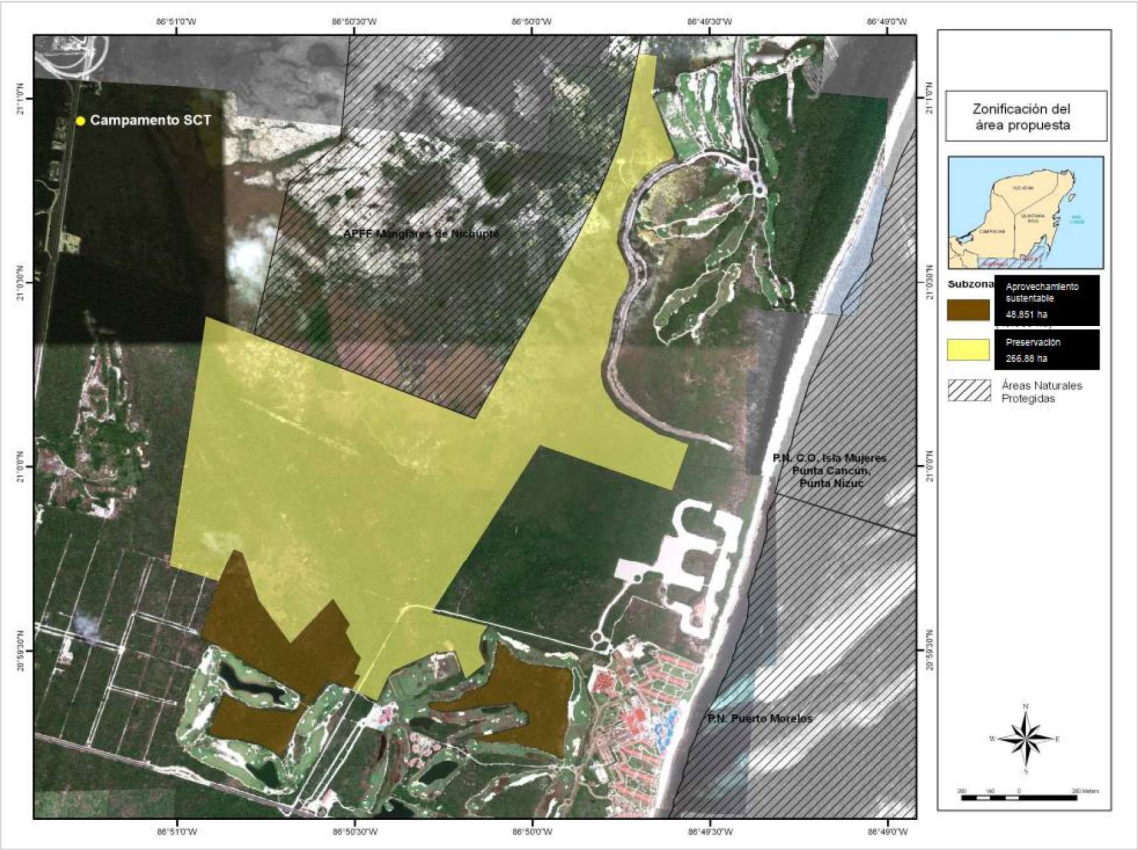


Figura 26. Subzonificación del ANP Reserva Privada Moon Palace.

A continuación, se describen en la estrategia de Manejo las actividades y acciones que se pretenden realizar en dichas subzonas.

Estrategia de manejo				
Subzona	**Política**	**Criterios**	**Lineamientos**	**Actividades prohibidas**
Aprovechamiento sustentable de los Recursos Naturales	Aprovechamiento	Protección de flora y fauna	Protección y conservación de sistemas y recursos naturales. Investigación científica. Colecta científica. Educación ambiental. Monitoreo del ambiente. Prevención y combate de incendios. Supervisión y vigilancia. Reforestación. Señalización. Actividades turístico recreativas de bajo impacto. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área y de apoyo para las actividades turísticas. Observación de flora y fauna. Apertura de nuevos senderos. Establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAS).	Construcción de obras públicas o privadas de alto impacto. Perturbación de la fauna. Contaminación de suelo y agua. Introducción de especies exóticas. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos.
Preservación	Preservación	Protección, preservación y conservación de flora y fauna	Protección y conservación de sistemas y recursos naturales. Investigación científica. Monitoreo del ambiente. Preservación y combate de incendios. Supervisión y vigilancia. Educación ambiental. Reforestación. Señalización. Instalación de infraestructura para el manejo y administración del área.	Construcción de obras públicas o privadas de alto impacto. Apertura de nuevos caminos, senderos o brechas salvo que se trate de alguna contingencia ambiental. Recolección de ejemplares o especímenes de flora y fauna, salvo que se trate de investigación científica. Contaminación de suelo y agua. Introducción de especies exóticas. Modificar las condiciones naturales de los acuíferos. Perturbación de la fauna. Tirar basura. Colocación de cercos o alambrado que impidan el libre tránsito de la fauna silvestre. Introducción de especies exóticas invasoras.

Vinculación con el proyecto:

Si bien, el predio del proyecto se encuentra a una distancia de 1,000 y 2,054 m del ANP Reserva Privada Moon Palace, no obstante, se entiende que parte de un sistema complejo de interacciones entre organismos y por lo tanto, las actividades buenas y malas que se realicen en dicho predio podría perjudicar de manera directa o indirecta la conservación del ecosistema en el ANP, por lo que se tomarán las medidas adecuadas para el desarrollo del proyecto.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto.

Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2.

El área de aprovechamiento se concentrará en la porción donde se desarrolla matorral costero, y se delimitó a partir de donde termina el primer cordón de dunas hasta el camino existente que servirá de acceso al proyecto. En los lados laterales se dejarán franjas de amortiguamiento de 10 m con vegetación de matorral costero, las cuales servirán para dar continuidad a las áreas con vegetación natural.

Al oeste del camino existente, quedará como conservación un área con matorral costero y con vegetación de manglar, que se mantendrá en condiciones naturales. Mientras que en la colindancia con el Mar Caribe, se conservará en condiciones naturales el primer cordón de dunas y la vegetación halófita costera. En las áreas de conservación se mantendrán las especies protegidas, que continuarán con sus ciclos naturales y proveyendo sus servicios ambientales.

La vegetación de manglar se mantendrá en condiciones naturales y no se permitirá el paso del personal hacia esta zona, manteniendo los ejemplares de las especies protegidas, sus flujos naturales, su productividad y en general sus características ecológicas. Las obras serán piloteadas, manteniendo el flujo de agua que actualmente existe. En el camino existente se mantendrán los pasos de agua y fauna que posee, los cuales continuarán funcionando.

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, y afectaciones a la vegetación de manglar del predio. Durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales recibirán mantenimiento por parte de la empresa arrendadora, y durante la operación se realizará la conexión de la red interna del hotel con la planta de tratamiento que se construirá, misma que se operará de acuerdo a la normatividad aplicable.

El efluente cumplirá con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.

Adicional a lo anterior, se realizarán actividades de limpieza del manglar del predio y del manglar colindante del Desarrollo Turístico Costa Cancún. Se realizará el monitoreo de la vegetación, fauna, y condiciones de inundación de las áreas de conservación de manglar que se ubiquen dentro del predio para determinar su estado ambiental conforma pase el tiempo. Este monitoreo será anual durante los primeros cinco años de construcción del proyecto y se colaborará en las acciones en beneficio de los humedales que ejerza el ANP privada.

2.10. 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 mínima de 638.00 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.

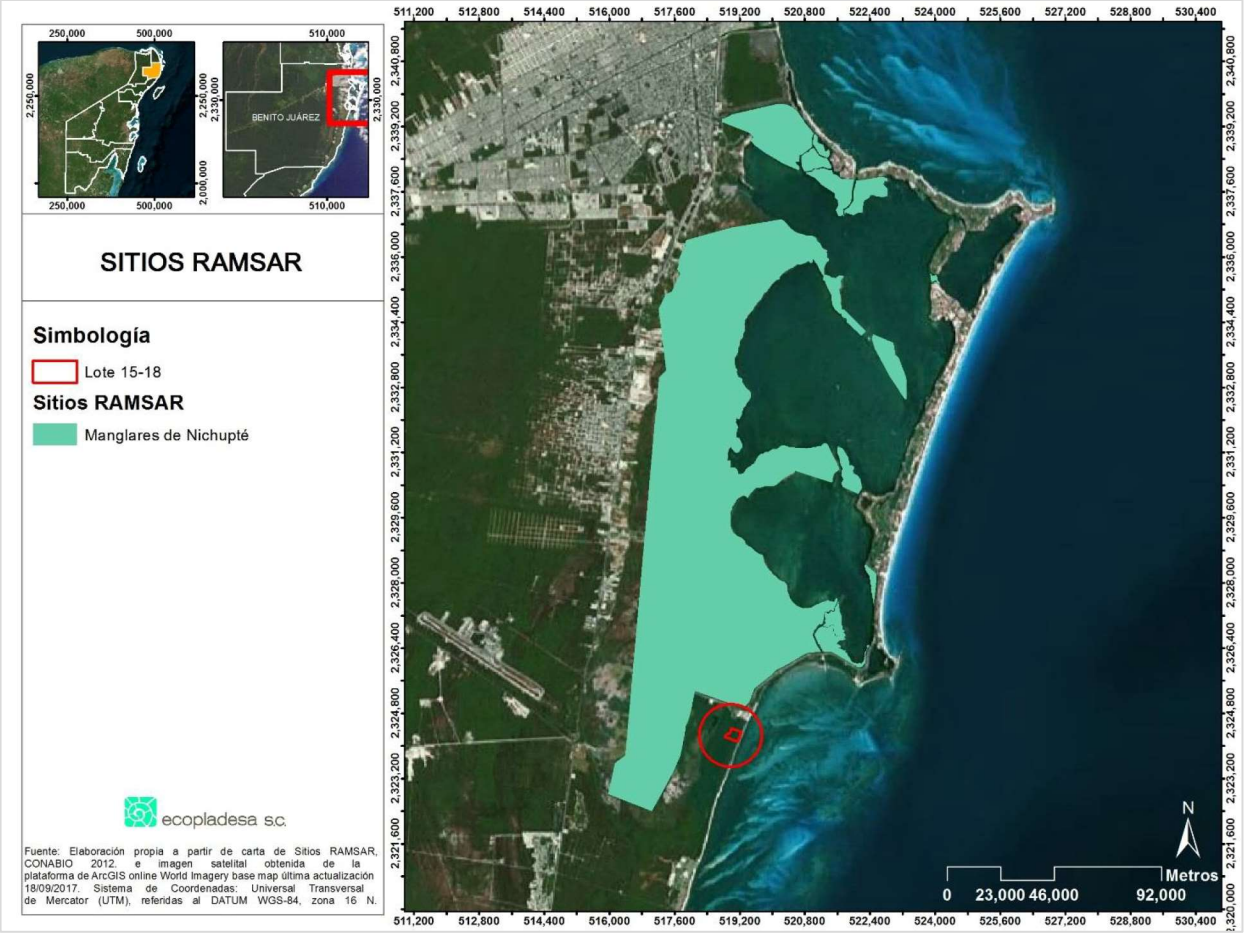


Figura 27. Ubicación del polígono del predio respecto al sitio Ramsar 1777.

Cuadro 22. 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

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
	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 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

Nombre del sitio Ramsar	Manglares de Nichupté
	estas especies encuentra en este lugar un espacio indispensable para su alimentación y reproducción.

Vinculación con el proyecto:

El predio del proyecto posee vegetación de matorral costero, vegetación halófita costera, de manglar de borde y manglar mixto.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto.

Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2.

El área de aprovechamiento se concentrará en la porción donde se desarrolla matorral costero, y se delimitó a partir de donde termina el primer cordón de dunas hasta el camino existente que servirá de acceso al proyecto. En los lados laterales se dejarán franjas de amortiguamiento de 10 m con vegetación de matorral costero, las cuales servirán para dar continuidad a las áreas con vegetación natural.

Al oeste del camino existente, quedará como conservación un área con matorral costero y con vegetación de manglar, que se mantendrá en condiciones naturales. Mientras que en la colindancia con el Mar Caribe, se conservará en condiciones naturales el primer cordón de dunas y la vegetación halófita costera. En las áreas de conservación se mantendrán las especies protegidas, que continuarán con sus ciclos naturales y proveyendo sus servicios ambientales.

La vegetación de manglar se mantendrá en condiciones naturales y no se permitirá el paso del personal hacia esta zona, manteniendo los ejemplares de las especies protegidas, sus flujos naturales, su productividad y en general sus características ecológicas. Las obras serán piloteadas, manteniendo el flujo de agua que actualmente existe. En el camino existente se mantendrán los pasos de agua y fauna que posee, los cuales continuarán funcionando.

De acuerdo con lo anterior, no se prevén afectaciones del área de humedal del predio, ni las zonas colindantes, y el Sitio Ramsar tampoco se verá afectado.

2.11. 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 algunas regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

2.11.1. 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 28).

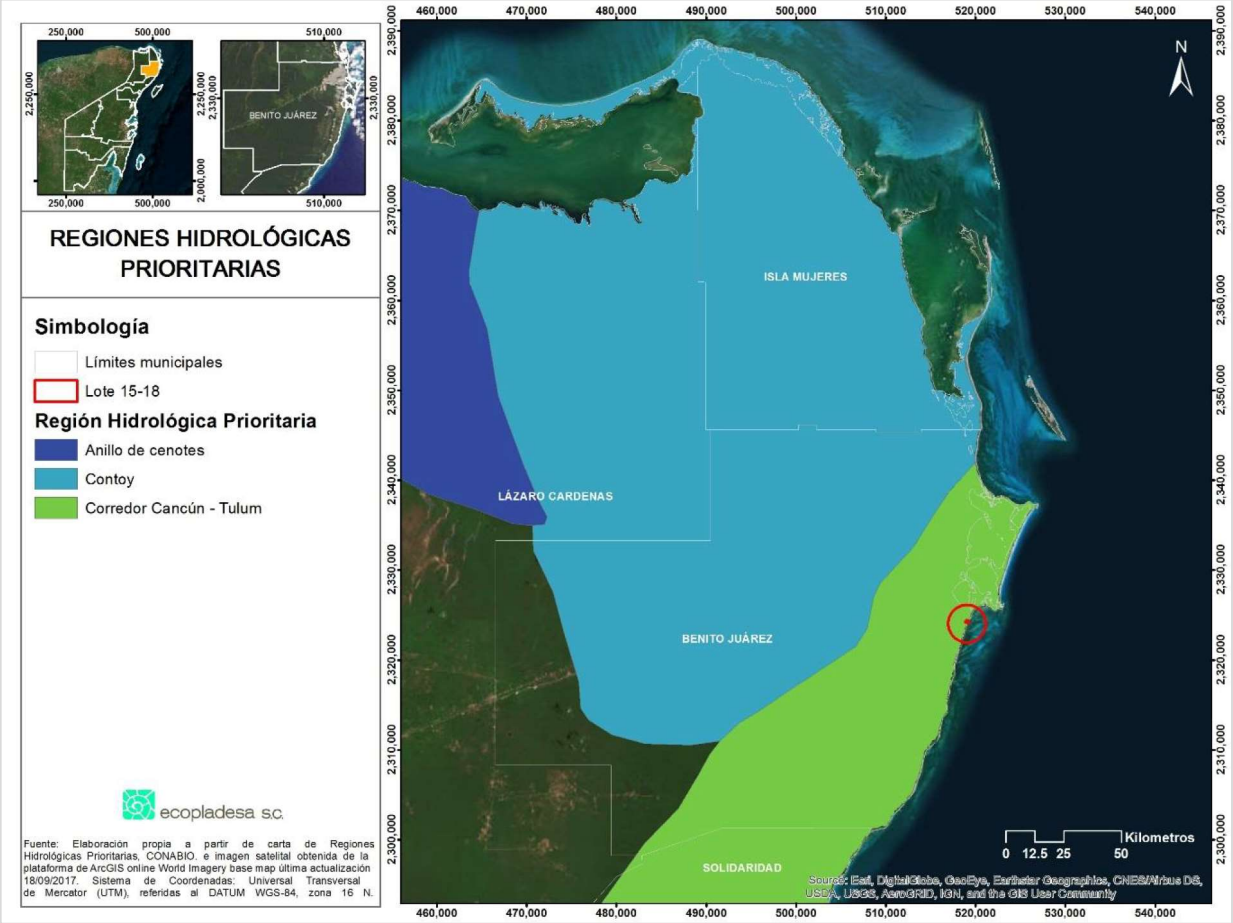


Figura 28. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

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 ºC. 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. orri*y *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 se encuentra en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, que corresponde a una zona urbanizada, y el predio es atravesado por una vialidad que forma parte de las obras autorizadas y construidas como parte del proyecto Desarrollo Turístico Costa Cancún. De esta manera ya fue fragmentada la vegetación desde que se construyó la vialidad, sin embargo, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación.

Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero y vegetación halófita costera, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación con vegetación de matorral costero, y la totalidad de la vegetación halófita, la vegetación de matorral que queda después del camino y la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto.

De acuerdo con lo anterior, se dejará como conservación la totalidad de la vegetación de manglar, la totalidad de la vegetación halófita costera y parte del matorral costero, que continuarán proveyendo los servicios ecológicos que prestan. Durante la construcción del proyecto se aplicarán las medidas necesarias para evitar afectaciones al humedal con manglar colindante con la vialidad existente, con lo que se garantiza que se conserve esta comunidad en buenas condiciones.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto, y se cumplirá con el COS, CUS y altura establecidos en el PMDU de Benito Juárez. Se dará cumplimiento a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y a la normatividad aplicable al proyecto. De esta manera se garantiza que el

proyecto se apegará a la normatividad aplicable, reduciendo al máximo los impactos sobre los ecosistemas.

- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, se implementará el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a la presente, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se trasladarán al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez.

En el caso de las aguas residuales, durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles y durante la operación se canalizarán las aguas residuales a través de la red interna de drenaje hacia la planta de tratamiento que se construirá.

- 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 de estos recursos de ahí que no se generarán afectaciones directas e indirectas por el desarrollo del proyecto.

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, y afectaciones a la vegetación de manglar del predio. Durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales recibirán mantenimiento por parte de la empresa arrendadora, y durante la operación se realizará la conexión de la red interna del hotel con la planta de tratamiento que se construirá, misma que se operará de acuerdo a la normatividad aplicable.

El efluente cumplirá con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes.

El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.

El predio no se ubica en alguna Área Natural Protegida.

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.

2.11.2. 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 29).

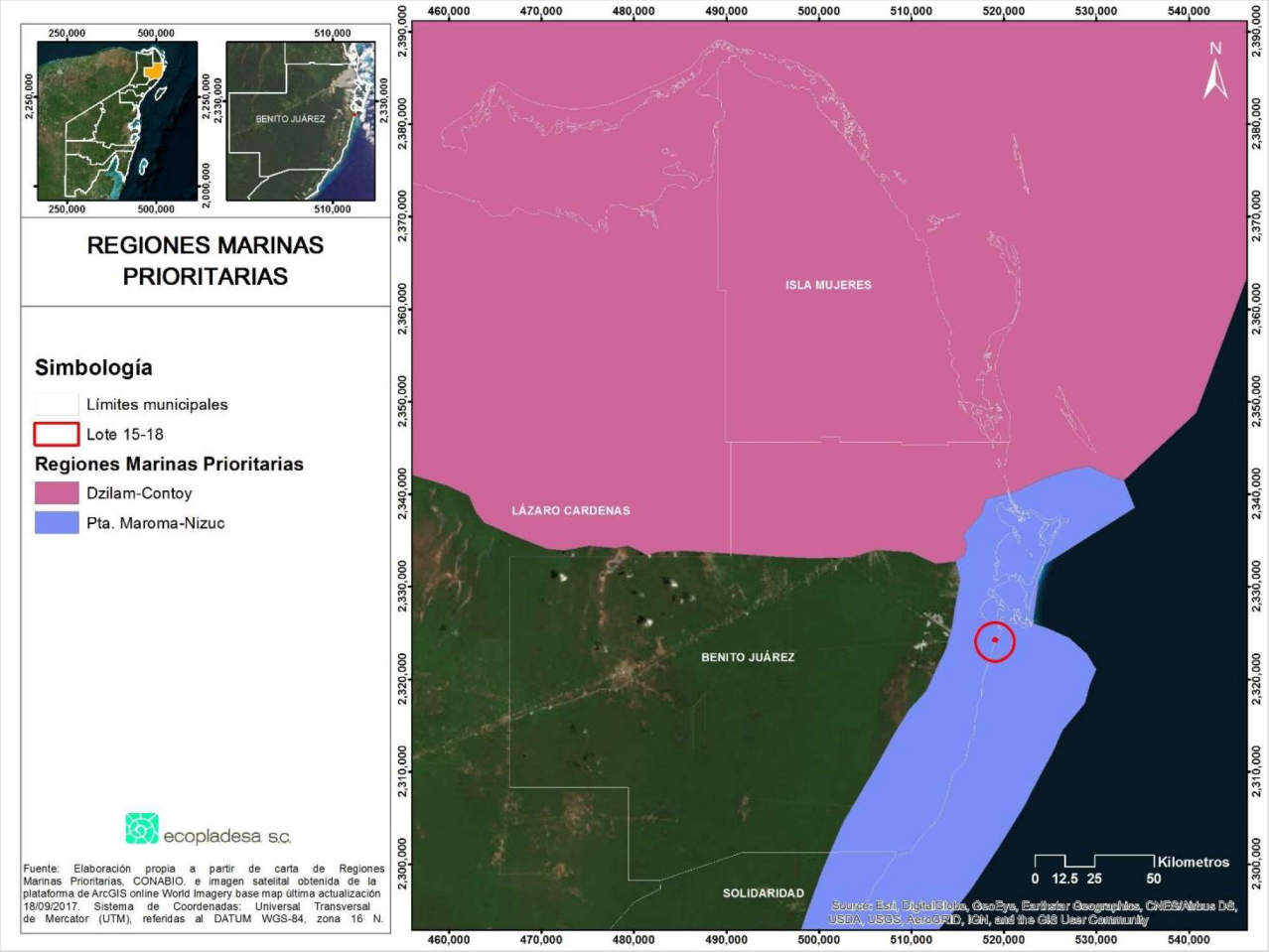


Figura 29. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

Estado (s): Quintana Roo

Extensión: 1,005 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 se encuentra en la zona hotelera de la Ciudad de Cancún, que corresponde a una zona urbanizada, y el predio es atravesado por una vialidad que forma parte de las obras autorizadas y construidas como parte del proyecto Desarrollo Turístico Costa Cancún. De esta manera ya fue fragmentada la vegetación desde que se construyó la vialidad, sin embargo, la vegetación se encuentra en buen estado de conservación.

Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación con matorral costero, y la totalidad de la vegetación halófita, la vegetación de matorral que queda después del camino y la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto.

De acuerdo con lo anterior, se dejará como conservación la totalidad de la vegetación de manglar, la totalidad de la vegetación halófita costera y parte del matorral costero, que continuarán proveyendo los servicios ecológicos que prestan. Durante la construcción del proyecto se aplicarán las medidas necesarias para evitar afectaciones al humedal con manglar colindante con la vialidad existente, con lo que se garantiza que se conserve esta comunidad en buenas condiciones. No se llevarán a cabo actividades de tala de manglar ni su relleno.

Para el desplante del proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y se mantendrá una superficie de 33,864.24 m^2 como área de conservación, misma que equivale al 47.29 % del total del predio. En la superficie restante (5.08%) se mantendrá la vialidad existente y su derecho de vía, las cuales pasarán a formar parte del proyecto, y se cumplirá con el COS, CUS y altura establecidos en el PMDU de Benito Juárez. Se dará cumplimiento a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y a la normatividad aplicable al proyecto. De esta manera se garantiza que el proyecto se apegará a la normatividad aplicable, reduciendo al máximo los impactos sobre los ecosistemas.

Si bien, en el capítulo IV se describen las características del área de estudio de la zona marina inmediata al predio del proyecto, teniendo que esta se diferenció en tres zonas,

En el caso de la zona Este donde se incluye el arrecife posterior, se observó un gradiente de cobertura coralina que va de Norte a Sur, siendo en el Norte el sitió con mayor registro de cobertura coralina. Por otro lado, la vegetación marina predominante en esta zona fueron las especies: ***Dictyota humifusa*** y ***Sargassum polyceratium****,* y de los peces fueron: ***Lutjanus griseus, S. barracuda, Scarus iseri*** y ***Stegastes partitus.***

La primera sección del piso lagunar o laguna arrecifal está dominada por pastos marinos y algas Chlorophytas. De organismos bentónicos solo se registró ***Tedania sp****.,* una esponja marina. Las especies de peces registradas fueron dos (***Halichoeres bivittatus*** y ***Scarus iseri***). Esta sección es la más cercana a la costa y la que tiene la mayor influencia antropogénica.

La segunda sección del piso lagunar, se caracteriza por la cobertura de vegetación marina entre pastos marinos y algas (Chlorophytas, Rhodophytas y Phaeophytas). En el área de esta sección se registraron organismos bentónicos como: esponjas de mar, moluscos y corales. Además, unas 10 especies de peces entre los cuales destacan ***Halichoeres bivittatus, Xyrichtys splendens*** *y* ***Sparisoma radians*****.**

En el caso de los blanquizales, estos se encontraban distribuidos en toda el área de estudio, siendo sitios que topográficamente permiten la acumulación de arena sobre la laja. En ellos se registró vegetación marina como: ***Thalassia testudinum, Syringodium filiforme, Halimeda incrassata,*** aunque con muy baja cobertura***.*** Los registros de organismos bentónicos correspondieron a esponjas marinas y corales. En el caso de los peces se registraron 10 especies entre las que destacan: ***Halichoeres bivittatus, Xyrichtys splendens*** y ***Sparisoma radians.***

De acuerdo a lo anterior, el proyecto no pretende llevar a cabo actividades pesqueras ni el uso de embarcaciones, tampoco se realizará la remoción de pastos marinos, y no se considera el uso de embarcaciones.

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

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, se implementará el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a la presente, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se trasladarán al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez.

En el caso de las aguas residuales, durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles y durante la operación se canalizarán las aguas residuales a través de la red interna de drenaje hacia la planta de tratamiento que se construirá. El efluente obtenido será utilizado para el riego de las áreas verdes y el excedente se inyectará a través de pozos de absorción, previo cumplimiento de la normatividad aplicable.

De acuerdo con lo anterior, no se utilizarán o descargarán las aguas residuales sino cumplen con las Normas Oficiales Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-003-

SEMARNAT-1997 y las normas establecidas en el Convenio de Cartagena que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes.

El agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.

***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 no prevé actividades en el área marina de la zona arrecifal, salvo el nado de los usuarios del hotel en la zona inmediata al litoral.

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.

En las áreas ajardinadas que se conformarán, solo se utilizarán especies nativas derivadas del rescate y algunas ornamentales que no se encuentran en el listado de la CONABIO como exóticas invasoras.

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.

CAPITULO IV
DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN..... 4
2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)..... 4
2.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA). 4
2.2 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA. 4
2.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).....5
3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) TERRESTRE. 6
3.1 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO 6
3.1.1 Clima. 8
3.1.2 Fenómenos Climatológicos..... 10
3.1.3 Geología y Fisiografía..... 12
3.1.4 Edafología..... 14
3.1.5 Hidrología. 17
3.2 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTE: MEDIO BIÓTICO. 30
3.2.1 Tipos de Vegetación. 30
3.2.2 Descripción de la vegetación del Sistema Ambiental. 34
3.2.3 Descripcion de la fauna. 44
4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO 47
4.1 TOPOGRAFÍA 47
5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO TERRESTRE: MEDIO BIÓTICO53
5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 53
5.1.1 Antecedentes..... 53
5.1.2 Objetivos..... 55
5.1.3 Área de estudio..... 55
5.1.4 Metodologia. 56
5.1.5 Resultados..... 68
5.1.6 Descripción de la Vegetación del predio..... 80
5.1.7 Discusión. 113
5.1.8 Conclusiones. 117
5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO. 118
5.2.1 Descripción de la fauna. 118
5.2.2 Metodología..... 119
5.2.3 Área de estudio para el muestreo..... 120
5.2.4 Muestreo y análisis de datos por grupo. 121
5.2.5 Resultados..... 136
5.2.6 Discusión. 160
5.2.7 Conclusión..... 161
6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)MARINO.162
6.1 SISTEMA AMBIENTAL MARINO: MEDIO ABIÓTICO. 162
6.1.1 Batimetría 162
6.1.2 Relieve..... 163
6.2 SISTEMA AMBIENTAL MARINO: MEDIO BIÓTICO.....165
6.2.1 Consulta de Informacion en fuentes oficiales. 165
6.2.2 Otras fuentes. 166

7 CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE MARINO DE LA ZONA DE INFLUENCIA INMEDIATA AL PREDIO DEL PROYECTO. 169
7.1 INTRODUCCIÓN. 169
7.2 OBJETIVOS 169
7.3 AREA DE ESTUDIO. 169
7.4 MATERIALES Y MÉTODOS 173
7.5 DISCUSIÓN. 235
7.6 CONCLUSIÓN. 237
8 PAISAJE. 237
8.1 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES. 245
9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 246
9.1 MEDIO SOCIOECONÓMICO CONTEXTO ESTATAL. 247
9.2 DEMOGRAFÍA 248
9.2.1 Actividad económica. 249
9.2.2 Sector externo. 251
9.3 CONTEXTO MUNICIPAL 253
9.3.1 Población. 253
9.3.2 Servicios y Equipamiento 253
9.3.3 Grado de marginación. 256
9.3.4 Actividades económicas. 257

1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “Hotel Lote 15-18”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos implementados en el sitio del proyecto para conocer y obtener registros de la flora y fauna presentes en el SA; además 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, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del SA, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortomosaicos e imágenes satelitales, sobrevuelos con vehículos no tripulados (DRONE), con el cual se realizó la caracterización ambiental del Sistema Ambiental Regional del proyecto. Además, se realizó la vinculación del SA con los instrumentos de planeación y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP.

2 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

2.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

La delimitación del SA tiene como objeto, tener un espacio finito y concordante con las dimensiones del proyecto que se somete a evaluación, sobre el cual se realizó una descripción clara y precisa de los elementos naturales del sistema ambiental incluyendo los componentes antrópicos y los aspectos socioeconómicos del área, bajo el entendido de que estos últimos, son relevantes en los procesos de trasformación del medio natural en una escala de tiempo ecológico. Adicionalmente, el SA nos permite identificar y enunciar las problemáticas ambientales y sociales asociadas a la evaluación del proyecto, así como determinar tendencias de territorio regional, que no necesariamente se ligan a las interacciones que se analizan en este documento.

2.2 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 de este sistema para el proyecto:

- **Localización del proyecto:** El proyecto “Hotel Lote 15-18” corresponde al lote turístico residencial 15-18, Mz. 60, Sección A, Zona Turística Hotelera de la Ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, que cuenta con una superficie total de 71,597.16m^2.

- **Instrumentos de planeación:** Para la porción terrestre del polígono del SA, se consideraron los límites establecidos para el Área Natural Protegida Manglares de Nichupté. Mientras que para la porción marina, se consideró el polígono del ANP Costa occidental de Isla Mujeres Punta Cancún y Punta Nizuc, recortando su límite Este hasta la isobata de los 20 m de profundidad.

- **Componentes del paisaje:** A partir de la fotointerpretación de imágenes áreas y satelitales, se construyó el mapa de vegetación y uso de suelo, el cual permitió construir los límites para el componente ambiental terrestre. La asignación de los atributos o la clasificación de los elementos, se llevó a cabo a partir de los resultados obtenidos de la prospección de campo, los cuales coinciden con otros estudios que se han realizado en la zona del proyecto.

2.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

A través del análisis digital de imágenes obtenidas de la plataforma de ArcGIS online Word Imagery, ambas procesadas en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto “Hotel Lote 15-18”, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de estudios, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

Conforme a lo anterior, se construyó el Sistema Ambiental del proyecto el cual cuenta con una superficie total de 4,157.86 hectáreas. De esta superficie la parte terrestre del SA ocupa 2,143.26 ha y la parte marina 2,014.61 ha.

Sistema Ambiental	Superficie		%
	M^2	Ha	
Terrestre	21,432,562.00	2,143.26	51.55
Marino	20,146,069.00	2,014.61	48.45
Superficie total	**41,578,631.00**	**4,157.86**	**100.00**

Los límites establecidos para conformar el polígono que representará el SA tanto terretre como marino son los siguientes:

Sistema ambiental terrestre

Norte: brecha existente de la carretera 307 hacia la Laguna Ingles y el límite del borde de manglar y los cuerpos de agua correspondientes a la laguna ingles y la laguna nichupte hasta el canal nizuc que comunica el sistema lagunar con el mar.

Sur: proyección del límite de la ANP Manglares de Nichupté y límite del predio conocido como Riviera Cancun hacia la carretera federal 307 y el Mar Caribe.

Este: con el Mar Caribe.
Oeste: La Carretera Federal 307.

Sistema ambiental marino

Norte y Sur: límites norte y sur del polígono establecido como ANP Costa Occidental de Isla Mujeres Punta Cancún y Punta Nizuc

Este: hasta la isobata de los 20 m de profundidad

Oeste: límite geográfico entre la pleamar y la zona continental.

3 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) TERRESTRE.

Para la caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “Hotel Lote 15-18”, se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo.

Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona en la que se ubicará la infraestructura propuesta para el proyecto.

3.1 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO

Partiendo del sistema de información geográfica integrado para el SA, se realizó la vinculación del proyecto con las diferentes cartas temáticas publicadas por el INEGI, CONANP y la CONABIO, además de otros sistemas cartográficos elaborados por instituciones gubernamentales y privadas.

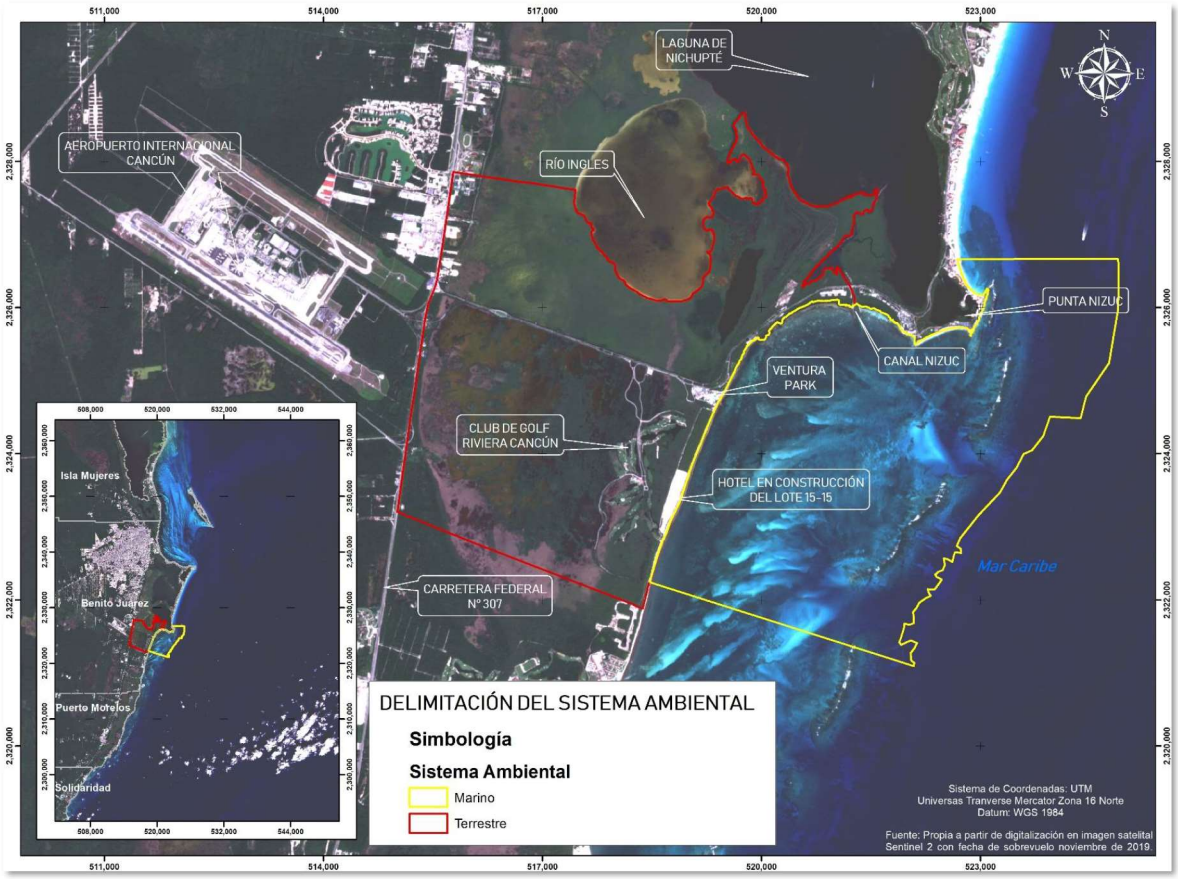


Figura 1. Se muestra el polígono definido como Sistema Ambiental.

3.1.1 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 reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticas permite que la influencia marina abarque prácticamente toda la Península.

Conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el SA presenta un tipo de clima Aw0 (x´) el cual corresponde a cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura de 18°C en el mes más frío, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm. La clasificación climática Aw0(x') corresponde a un clima cálido subhúmedo que es el más seco de los cálidos subhúmedos, presenta regímenes de lluvias en verano y una precipitación medio anual de 1,012.87 mm. La temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de temperatura media mensual entre el mes más frío y el más caliente menor a 5°C, por lo que se considera isotermal.

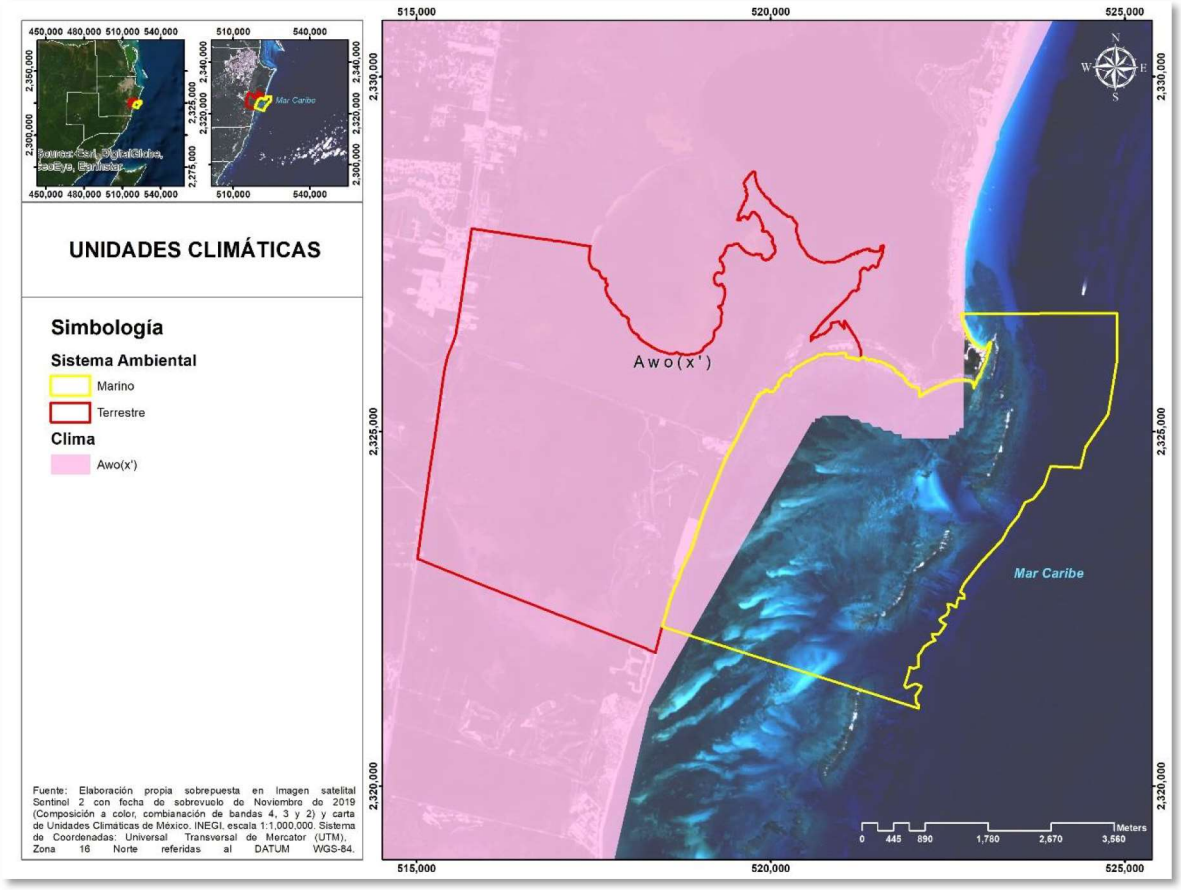


Figura 2. Se muestra la vinculación del SA con las Carta de Unidades Climáticas de México.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23155 de la ciudad de Cancún. En el 2018 la temperatura más baja se registró en el mes de enero con 24.7 C° y la más alta en el mes de agosto con 31.8 C°.

En cuanto a la precipitación, en el último año de registro (2018), se reportó una precipitación media anual de 1,307.7 mm siendo el mes de mayo el más lluvioso con un registro de 304.8 mm.

Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas: la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de noviembre a abril, en la cual el promedio mensual más bajo llegó a los 25 mm en el mismo mes. La segunda temporada es la estación de lluvias, que abarca de junio a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 120 mm, destacándose octubre como el mes con mayor precipitación.

En la figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1991 al 2018 del que se cuenta con datos.

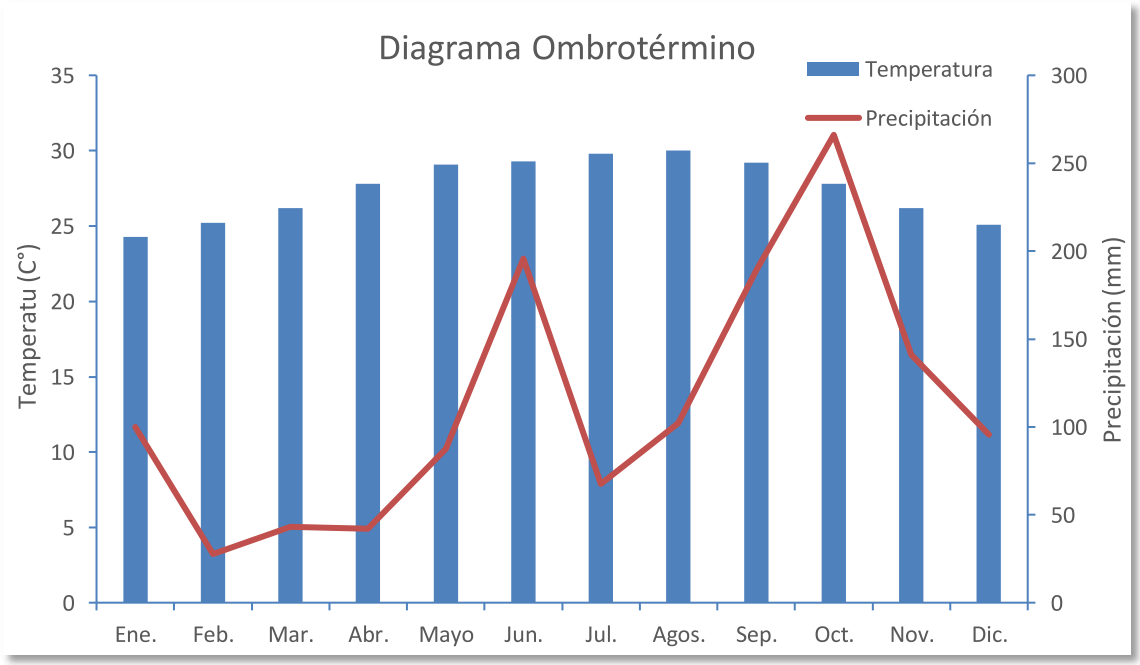


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23155 de Cancún para el periodo 1991 al 2018 (Fuente: Datos de la CONAGUA de la estación meteorológica).

Vientos dominantes y eventos climáticos extremos. Durante la mayor parte del tiempo el sitio del proyecto se encuentra bajo la influencia de las masas de aire marítimo tropical que invaden la Península. Los vientos dominantes de febrero a julio son los alisios, provenientes del sureste con velocidades de 10 km/h en promedio y hasta 30 km/h durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del Norte durante los meses de invierno, particularmente de

noviembre a marzo. Estos vientos pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90km por hora, provocando lluvias, fuertes oleajes y marejadas. En ocasiones, la región recibe también la influencia de masas de aire procedentes de la zona de interconvergencia tropical del Pacífico, las cuales tienen un gran contenido de humedad. Entre los meses de julio y septiembre ocasionalmente se presenta una época de "calmas" (INE 2000).

3.1.2 FENÓMENOS CLIMATOLÓGICOS.

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo manifiesta una alta incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades, siendo este Estado el de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo.

Las costas del Estado han sido impactadas por 33 huracanes en los últimos 25 años, siendo las áreas más afectadas la zona norte así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida.

Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 30 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.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje.

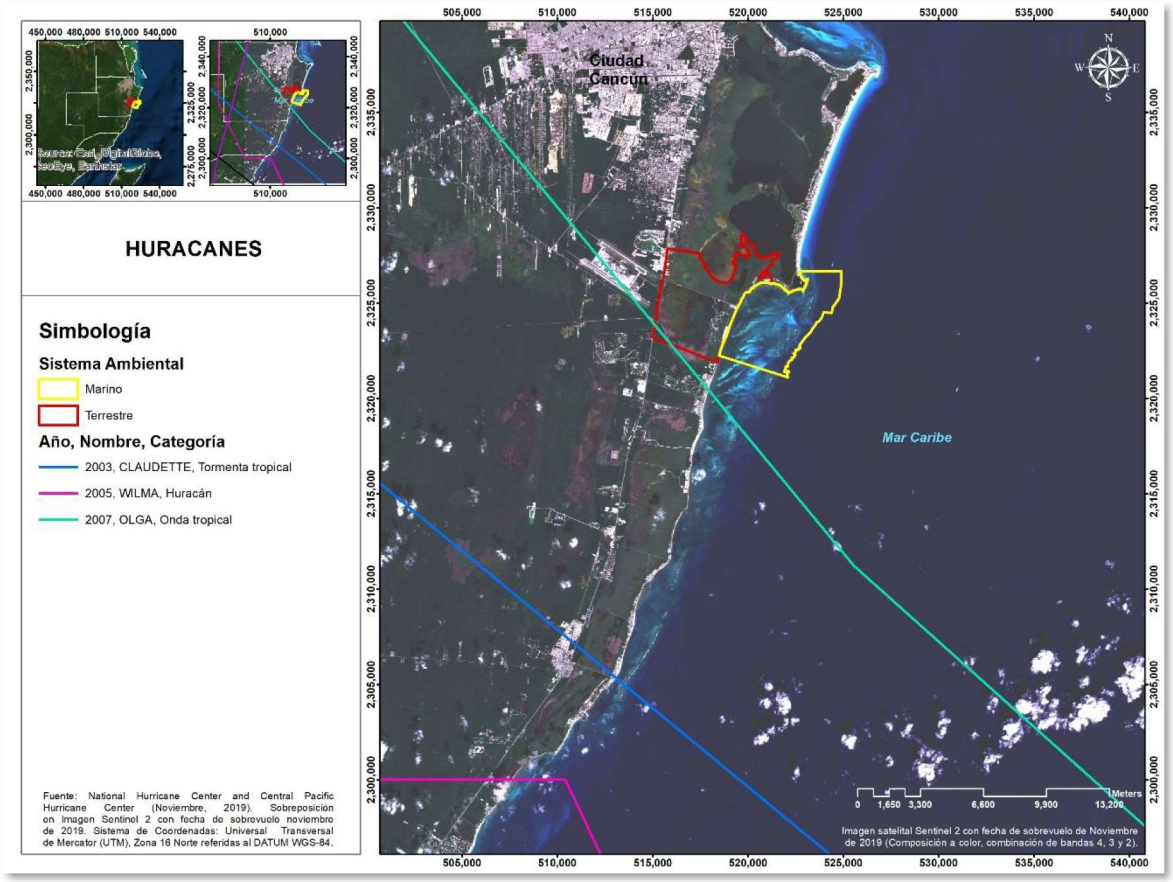


Figura 4. Trayectorias de los principales eventos hidrometeorológicos que han impactado la zona.

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

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

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

3.1.3 GEOLOGÍA Y FISIOGRAFÍA.

Por su ubicación el SA se localiza en la zona ecogeográfica 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.

Durante el cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral. Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez, misma que limita de manera natural el polígono del SA, por el borde interno de la planicie ondulada de antiguas playas o litorales, la cual se extiende paralela a la costa con predominio de selva baja de transición y selva baja subperennifolia. Hacia la costa, converge con la planicie o llanura de inundación, la cual presenta una amplia extensión de cuerpos de agua perennes, cubierta de manglar mixto, y manglar rojo, con presencia de matorral costero. El límite del SA está dado por el frente supralitoral.

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del cuaternario, representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada. De la mitad del predio hacia la costa lo ocupa una extensa zona de humedales con depósitos de lodos calcáreos, arcillas y arena.

De acuerdo con la Cartas Geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, las unidades litológicas superficiales en el Norte del Estado de Quintana Roo, están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (TS o sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q). Dentro del sistema ambiental terrestre, los tipos de roca presentes corresponden a rocas originadas desde el sistema Neógeno hasta el Cuaternario, son rocas de tipo Lacustre, Caliza y Eólicas.

Tipo de roca	ERA	SISTEMA	CLAVE	Superficie	
				m^2	Ha
Lacustre	Cenozoico	Cuaternario	Q(la)	11,784,183.55	1,178.42
Caliza	Cenozoico	Neógeno	Tpl(cz)	7,431,799.15	743.18
Eólico	Cenozoico	Cuaternario	Q(eo)	2,216,579.30	221.66
Superficie total del SA terrestre				**21,432,562.00**	**2,143.26**

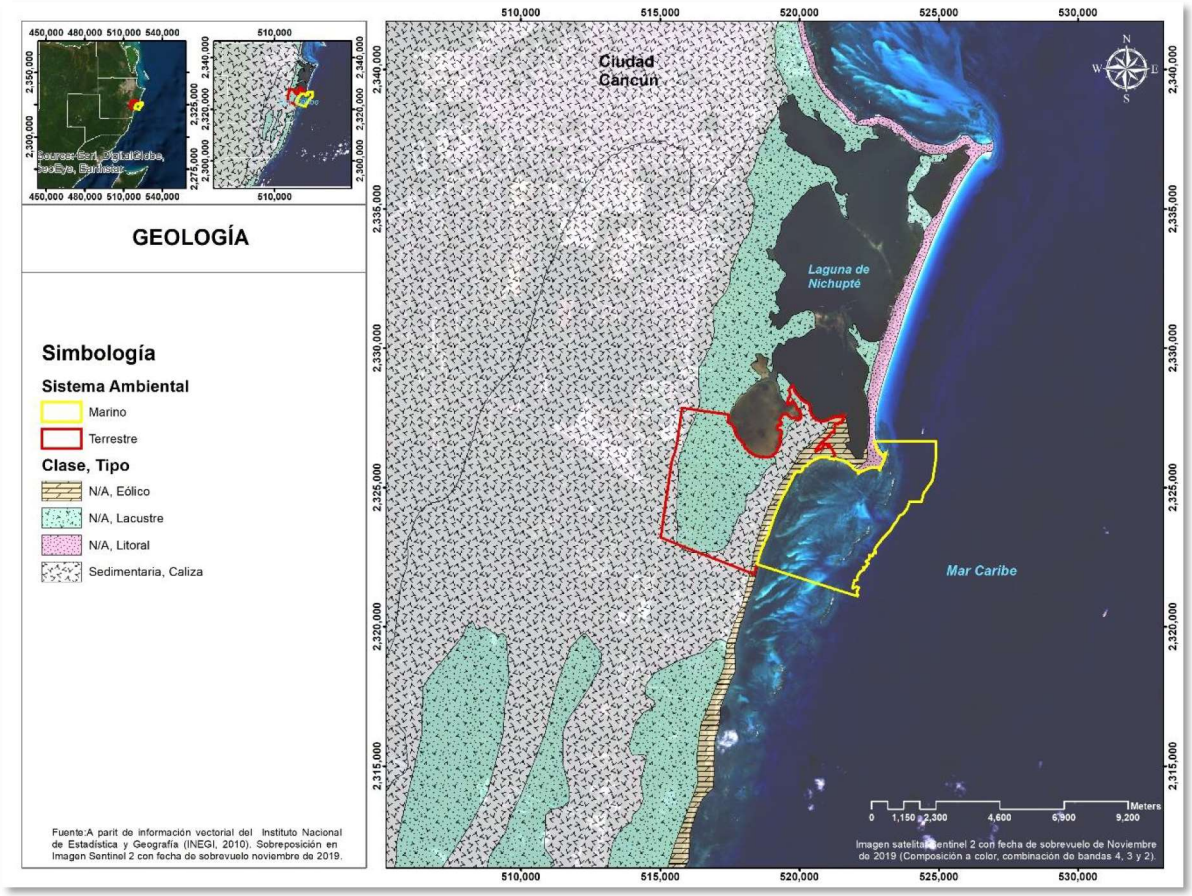


Figura 5. Se muestra la vinculación del SA con la Carta de Geológica.

La zona de interés se encuentra íntimamente ligada con el origen y evolución de la Laguna de Nichupte. En esta región, previo a la transgresión marina del Holoceno, en el área de Nichupte existía una terraza cárstica de 7.5 km de amplitud y de aproximadamente 9 m bajo el nivel del mar.

Sobre esta pre-existente topografía y en dirección a la costa, hacia el límite marino de la terraza, se tenían crestas de dunas del Pleistoceno litificadas y erosionadas. En la zona marginal del continente, en cambio, se desarrolló un conjunto de crestas de playa que se acrecionaron a tierra firme, las que se manifiestan por un ligero escarpe que marca el contacto entre los sedimentos sin consolidar del Holoceno y las capas de calizas continentales.

Cuando la elevación del mar inundó la terraza, las crestas de dunas formaron una barrera que protegieron al continente de la acción del mar (olas y corrientes marinas); sin embargo, las corrientes fluyeron alrededor de las crestas inundando la terraza. Las islas de Contoy, Mujeres y Cancún son en gran medida, remanentes de estas crestas de dunas constituidas por eolianitas (arenas calcáreas de grano muy fino generadas por la acción eólica). Hacia la porción continental en la periferia occidental de la Laguna, cuando el mar estuvo 3 a 5 m más bajo que el presente

nivel, se formaron entre los 4,000 a 5,000 años a.p. (antes del presente), zonas pantanosas marino-marginales, así como manglares.

El continuo avance del medio ambiente marino, “empujó” las zonas pantanosas y de manglares más al Oeste depositándose turba y lodos calcáreos ricos en materia orgánica sobre las rocas del Pleistoceno.Un cambio mayor en el medio ambiente de la Laguna ocurrió entre los 1,000 a 1,500 años A.C., cuando el nivel del mar alcanzó cerca de 1.0 a 1.5 m bajo el presente nivel. En ese tiempo las porciones Norte y Sur de la isla de Cancún se conectaron con tierra firme mediante “Tómbolos” dando así lugar a los tres cuerpos lagunares que conforman el sistema Nichupte: Bojorquez, El Inglés y Nichupte.

3.1.4 EDAFOLOGÍA.

La caracterización ambiental para el Municipio Benito Juárez señala que México no cuenta con un sistema de clasificación de suelos propio, lo que origina que se tenga que adoptar sistemas de clasificación desarrollados en otros países. Por tal motivo, se adoptó la clasificación propuesta por la FAO/UNESCO en 1968, y que fue modificada por la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) (actualmente INEGI) y que es utilizada en la caracterización y cartografía de los suelos. La clasificación FAO/UNESCO (1968) fue modificada por FAO en 1988; el número de jerarquías principales se incrementó de 26 a 28 grupos y las unidades de suelo de 106 a 153; recientemente la clasificación FAO (1988) ha sido actualizada por FAO-ISRICSICS (1999) al sistema WRB; en donde el número de grupos se incrementó de 28 a 30.

A la zona costera de Cancún le corresponden depósitos carbonatados del cuaternario principalmente del Pleistoceno conformado superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor. El sistema lagunar está constituido por arenas y lodos calcáreos en donde se ha desarrollado una importante comunidad de manglar, mientras que en la línea de costa se identifican dunas, arenas de litoral y roca caliza intemperizada.

Cuadro 1.Unidades edafológicas presentes en la zona norte del Estado de Quintana Roo.

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
G	GLEYSOL (mólico)	Suelo formado por materiales no consolidados que muestran propiedades hidromórficas. Con horizonte A hístico, B cámbico, cálcico a gypsico. Carece de alta salinidad. Los Gleysoles mólicos, son suelos moderadamente ácidos, mal drenados con un alto contenido de materia orgánica.
I	LITOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico, limitado para un estrato duro, continuo y coherente, de poco espesor, menor a los 10cm, tiene características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos, su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo.

Símbolo	Unidad	Definición de unidades dominantes
R	REGOSOL	Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, 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.
E	RENDZINA	Suelo con horizonte A mólico que sobreyace directamente a un material calcáreo, con un contenido de carbonato de calcio mayor del 40%. Presenta menos de 50 cm de espesor. Se caracterizan por ser de color negro, ligeramente ácidos, poco profundos con altos contenidos de arcilla, y abundante humus sobre la capa superficial, con alta susceptibilidad a la erosión.
Z	SOLONCHAK	Suelo derivado de materiales con propiedades flúvicas. Durante parte del año contiene alta salinidad en los primeros 30cm de profundidad. Puede presentar los siguientes horizontes: A, hístico, B cámbico, un cálcico o gypsico. Una característica es que tienen poca susceptibilidad a la erosión.

Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que en el SA convergen 3 tipos de suelo, Solonchak, Rendzina y Litosol siendo los suelos solonchak los más dominantes dentro del SA, de acuerdo a las superficies que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro 2. Unidades edafológicas presentes en SA terrestre.

CLAVE	Suelo	Superficie	
		m^2	ha
Zo+Rc/1	Solonchak	17,652,656.73	1765.27
E+I/3/L	Rendzina	2,970,497.28	297.05
I+Rc+E/2	Litosol	141,988.60	14.20
Laguna costera	N/A	372,505.25	37.25
ZU (zona urbana)	N/A	294,914.14	29.49
Superficie total del SA terrestre		**21,432,562.00**	**2143.26**

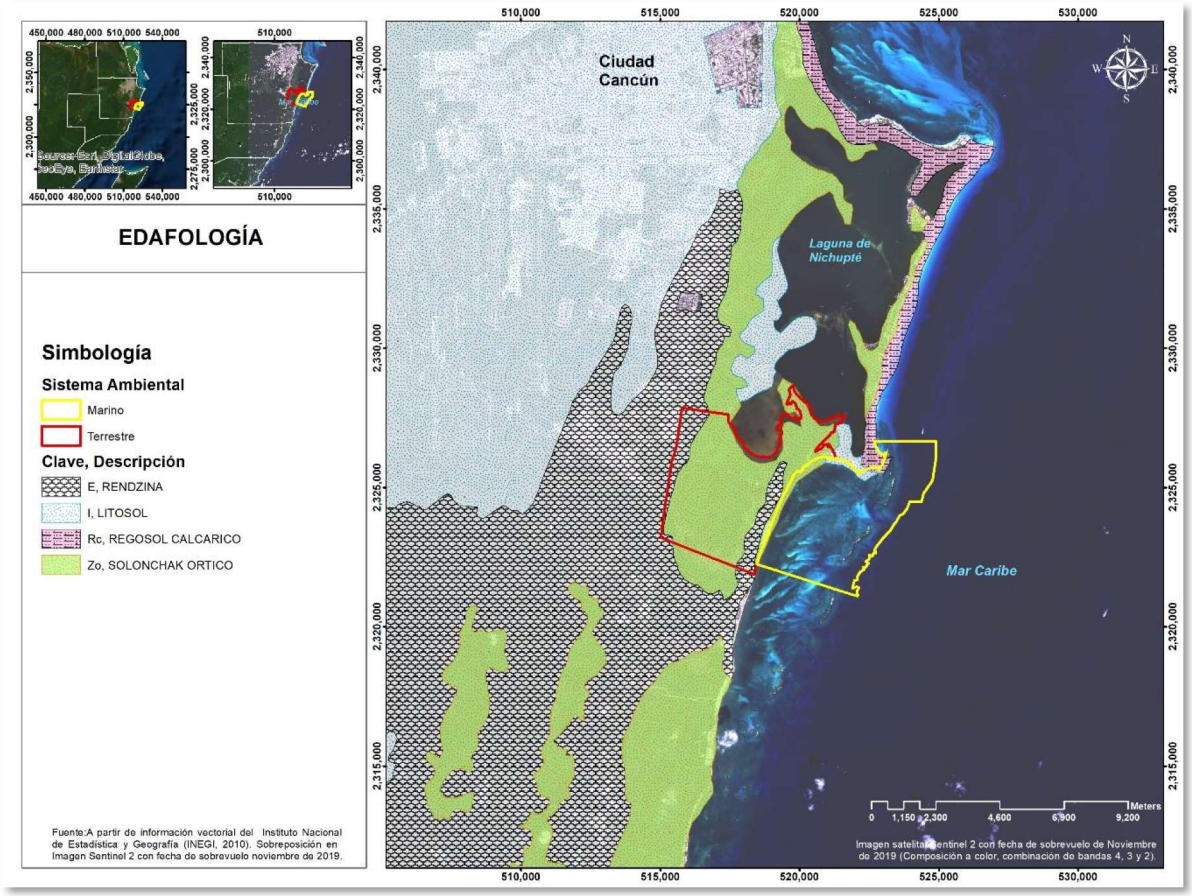


Figura 6. Se muestra la vinculación del SA con las Carta Edafología del INEGI.

En el área de estudio se desarrollan básicamente suelos de tipo Solonchak, caracterizados por un alto contenido de sales y sobre los cuales se encuentran manglares, sabanas, petenes, selva baja caducifolia y vegetación de duna costera (Flores y Espejel 1994, SEMARNAT/CONANP 2005), de igual forma se presentan suelos de tipo Rendzina, que son muy fértiles debido a que presentan una capa superficial de humus y sobre ellos se desarrollan manglares. Por otra parte, Miranda (1978), señala que las características topográficas y edafológicas de la zona donde se ubica el área de estudio permiten el desarrollo de carrizales, saibadal y tulares, definidos como asociaciones que crecen en condiciones de suelos lodosos pero algunos, permanente o casi permanentemente inundados, con una lámina de agua de pocos centímetros hasta 1.5 m de espesor. En cuanto al manglar, el mismo autor refiere halófitos arbóreos cubre extensiones grandes de lugares fangosos a lo largo de las costas bajas de la Península de Yucatán, especialmente a orillas de bahías abrigadas, penilagunas costeras y desembocaduras de ríos. Más recientemente Zetina y Agraz-Hernández (2004) señalan que en el área de estudio se desarrollan selva, manglar y una comunidad de pastizal-manglar.

3.1.5 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; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20 de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán. 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. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)[1]. De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33[2], la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: “a” Benito Juárez; “b” zona continental de Isla Mujeres; “c” Lázaro Cárdenas; “d” Solidaridad; “e” Tihosuco; y la “f” Isla Cozumel. 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)[3].

Hidrología Subterránea.

La Península de Yucatán, se caracteriza por presentar una hidrología de tipo subterránea, propia de los paisajes cársticos con ríos subterráneos, cenotes, rejolladas, 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.

---

[1] *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.*
[2] *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.*
[3] *Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas desarrollados por el gobierno municipal (www.cancun.gob.mx).*

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 agua asciende hacia la temporada de lluvias (octubre y noviembre) y desciende en los meses de sequía (julio y agosto). Se observa que los puntos con mayor carga hidráulica se encuentran en el Tintal-Punta Laguna (cerca de Nuevo Xcan) y van disminuyendo hacia la costa en donde se registran hasta 0.90 m por encima del nivel medio del mar; a excepción de la zona costera central cerca de Puerto Aventuras en donde se alcanzan alturas de 1msnm. A su vez se observa una disminución en el potencial hidráulico en dirección hacia Cobá y Héroes de Nacozari. El comportamiento estacional de la zona de estudio es similar en la temporada de lluvias y sequías; con ligeras deformaciones en las equipotenciales generadas; sin embargo, se mantiene la dirección preferencial hacia Cobá, y en la costa se mantiene el comportamiento irregular del potencial hidráulico en la zona costera central cercana a Puerto Aventuras.

El flujo del agua subterránea se presenta en direcciones rectangulares preferentes siguiendo el patrón de flujo predominante partiendo de las zonas del Tintal y Punta Laguna y siguiendo dos trayectorias:

1. La primera va en dirección NE-SW según el patrón de fracturamiento, que controla el flujo predominante hacia Cobá; hasta alcanzar las costas.

2. La segunda trayectoria de flujo es hacia Nuevo Xcan y Agua Azul inicialmente; luego siguiendo el patrón de fracturamiento varía su trayectoria hasta alcanzar la línea de costa.

Se puede mencionar que la zona costera Norte del estado tiene un comportamiento hidráulico diferente al acuífero regional principal debido a que pertenece a una unidad geohidrológica diferente y tiene diferencias en su litología y características. Se puede definir un flujo principal que va de la zona del Tintal, Naranjal hacia Punta Laguna controlado por el fallamiento principal NE-SW; este flujo es afectado por un patrón de fracturamiento secundario NW-SE alcanzando la línea de costa entre Akumal y Xel Ha, donde se registran grandes descargas de agua subterránea. Otra zona de descarga importante se encuentra entre Playa del Carmen y Playa Paraíso. Este comportamiento es estable en tiempo; es decir, el flujo de agua subterránea se comporta de manera similar en temporada de sequías y de lluvias. 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.

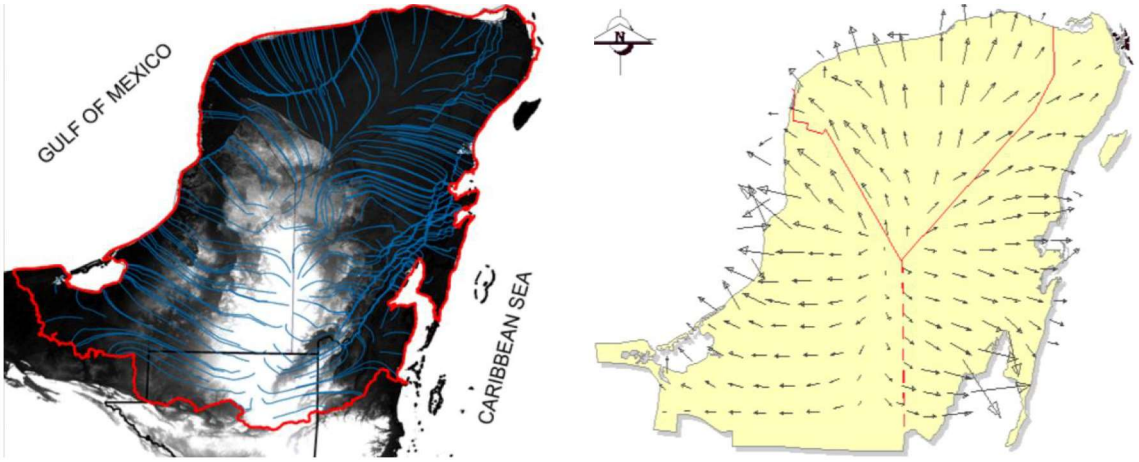


Figura 7. Se muestra la dirección del flujo de las aguas subterráneas en la Península de Yucatán.

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.

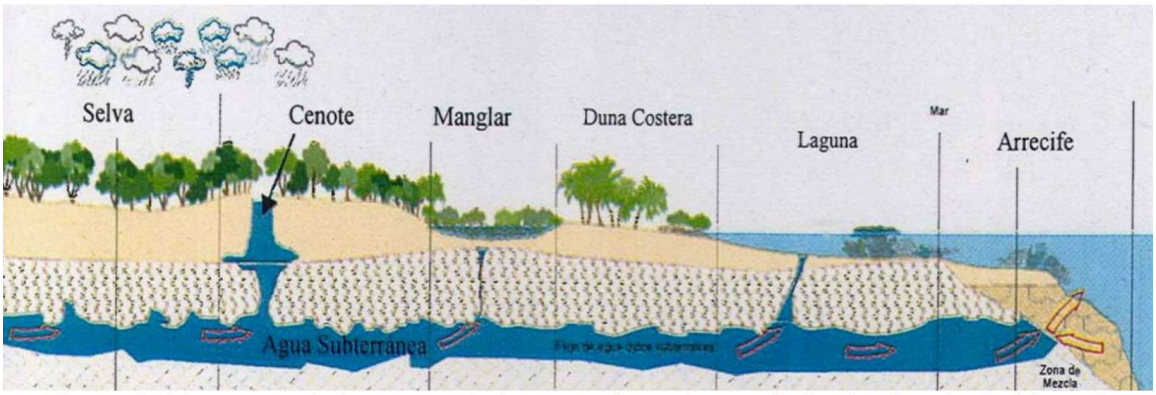


Figura 8. Esquema de los escurrimientos subterráneos de la Península de Yucatán.

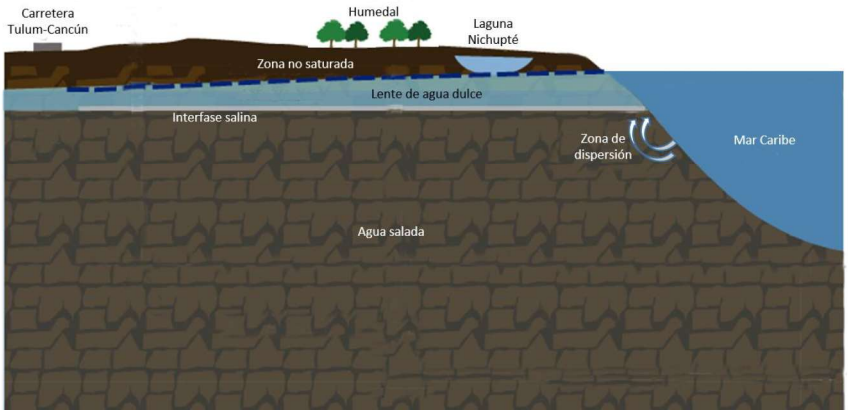


Figura 9. Modelo conceptual hidrogeológico local.

No obstante, a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación:

Material consolidado con posibilidades altas: Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano.

Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido 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.

La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

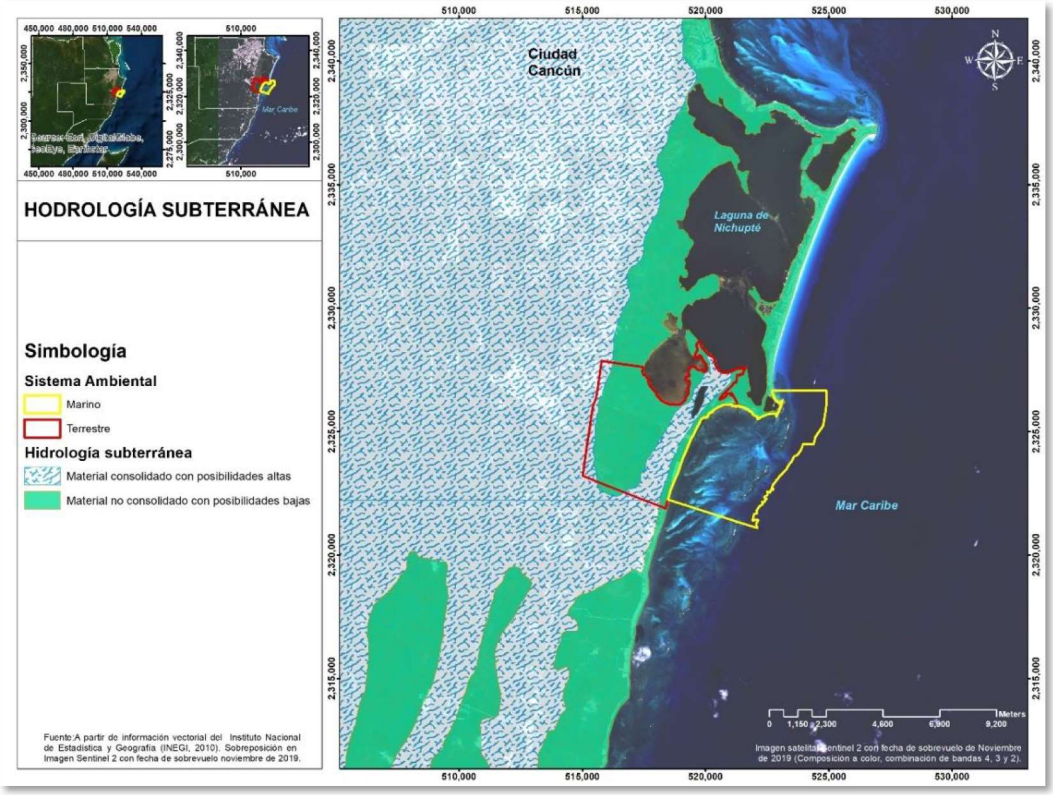


Figura 10. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

El sistema ambiental se encuentra prácticamente cubierto material no consolidado con posibilidades bajas 66.64%, lo que quiere decir que predoniman las rocas calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta.

Cuadro 3. Unidades edafológicas presentes en SA terrestre.

Unidad geohidrológica	Superficie		
	m^2	Ha	%
Material no consolidado con posibilidades bajas	14,281,996.10	1428.20	66.64
Material consolidado con posibilidades altas	6,713,037.93	671.30	31.32
Cuerpo de agua intermitente	437,527.98	43.75	2.04
Superficie total dentro del SA terrestre	**21,432,562.00**	**2143.26**	**100.00**

Ahora bien, para este proyecto se realizó un estudio geohidrológico (adjunto a la presente MIA-P como **Anexo 9**) con la finalidad de obtener información sobre la estructura de resistividad de las rocas en detalle, y determinar si existiera alguna falla geológica o sistema de cavernas que pudieran afectar directamente el comportamiento del acuífero en el predio donde pretende establecerse dicho proyecto.

De dicho estudio se concluye que el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida. En la siguiente Figura se muestra el diagrama de flujo preferencial del acuífero de la zona de estudio.

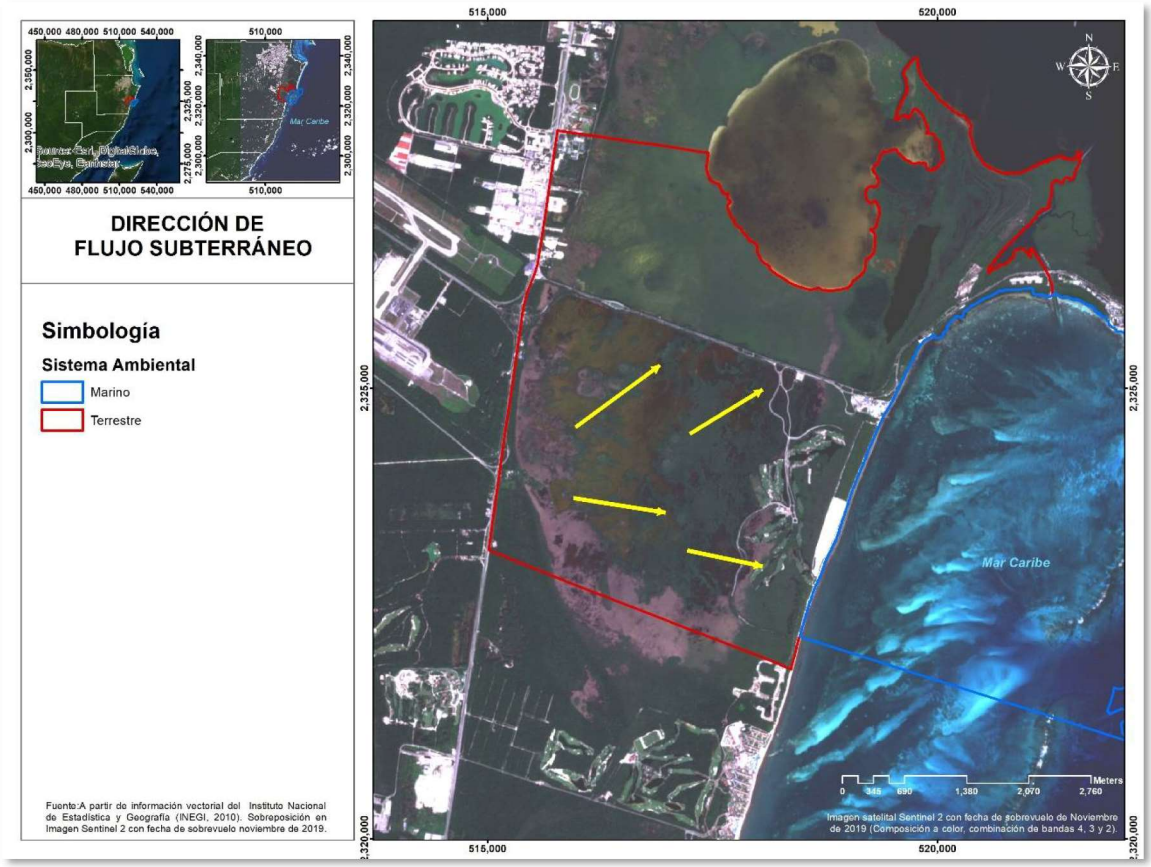


Figura 11. Dirección de flujo subterráneo en el área de estudio.

Se realizaron estudios de resistividad eléctrica mediante sondeos verticales. Los resultados de estos sondeos permitieron conocer la forma y distribución de las unidades geo-eléctricas en el subsuelo. Las características resistivas del subsuelo reflejan tanto las propiedades litológicas como las relacionadas con la calidad del agua subterránea que se mueve a través de las rocas. En el área de estudio se establecieron 7 sondeos eléctricos verticales cuyas coordenadas se muestran en la siguiente figura.

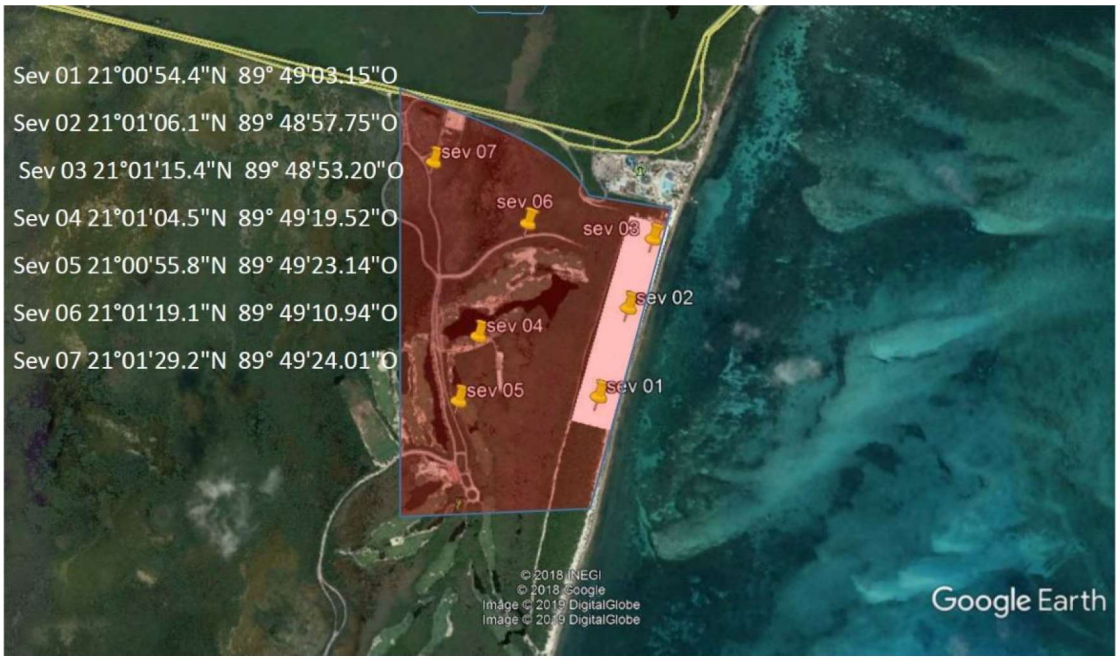


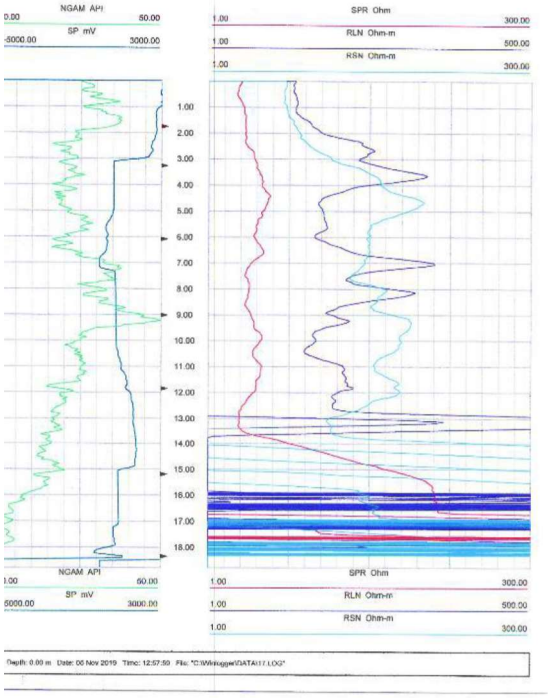
Figura 12. Ubicación de sondeos eléctricos verticales en el área de estudio.

Con el objetivo de verificar los resultados de la exploración geofísica en la caracterización del subsuelo, se perforaron 2 pozos exploratorios a una profundidad de 21 m. Durante la perforación se llavaron a cabo controles y/o seguimiento llevando registros de tiempos de penetración y muestreo de materiales de cada metro perforado. En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación de los pozos perforados.

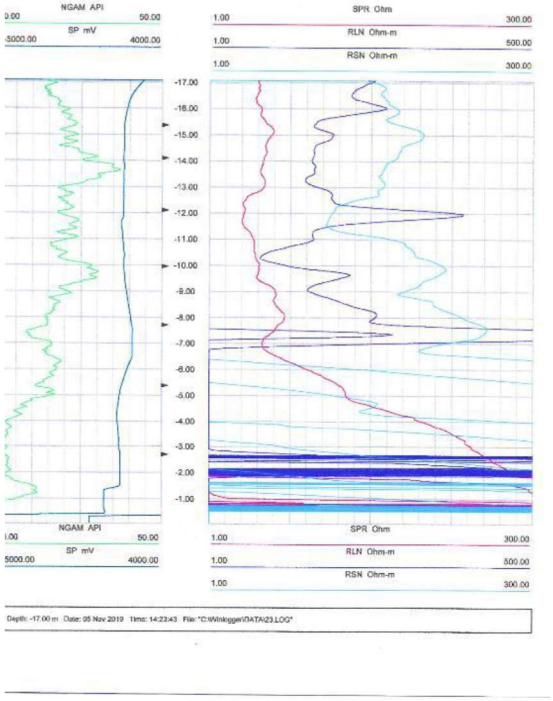


Figura 13. Ubiación de pozos perforados.

Una vez perforados los pozos exploratorios se procedió a realizar los registros eléctricos a estos para determinar la estructura geológica que se atravesó en estas perforaciones y que servirá para calibrar la sección geológica de la zona y del modelo geoeléctrico. En las siguientes figuras se pueden apreciar los registros del perfil eléctrico de ambos pozos.



Registro del perfil eléctrico del pozo No. 1



Registro del perfil eléctrico del pozo No. 2

La interpración de las secciones geo-elétricas incluye una serie de criterios a aplicar y se relaciona con el conocimeinto previo de las características del acuífero en cuestión, ya sea por correlación directa con estudio aledaños o estudios regionales disponibles. De manera general en la zona las condiciones resistivas prevalecientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto las características litológicas, como las relacionadas con el agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente condutoras se asocian con la intrusión salina marina hacia el continente, con valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presenta un grado de carstificación o disolución, ya que permite un flujo sin resistividad. Con base en estos criterios se interpretó la sección geo-eléctrica dentro del área de estudio, lo cual se presenta a continuación:



Figura 14. Secciones geoelétricas a-b, c-d y e-f.

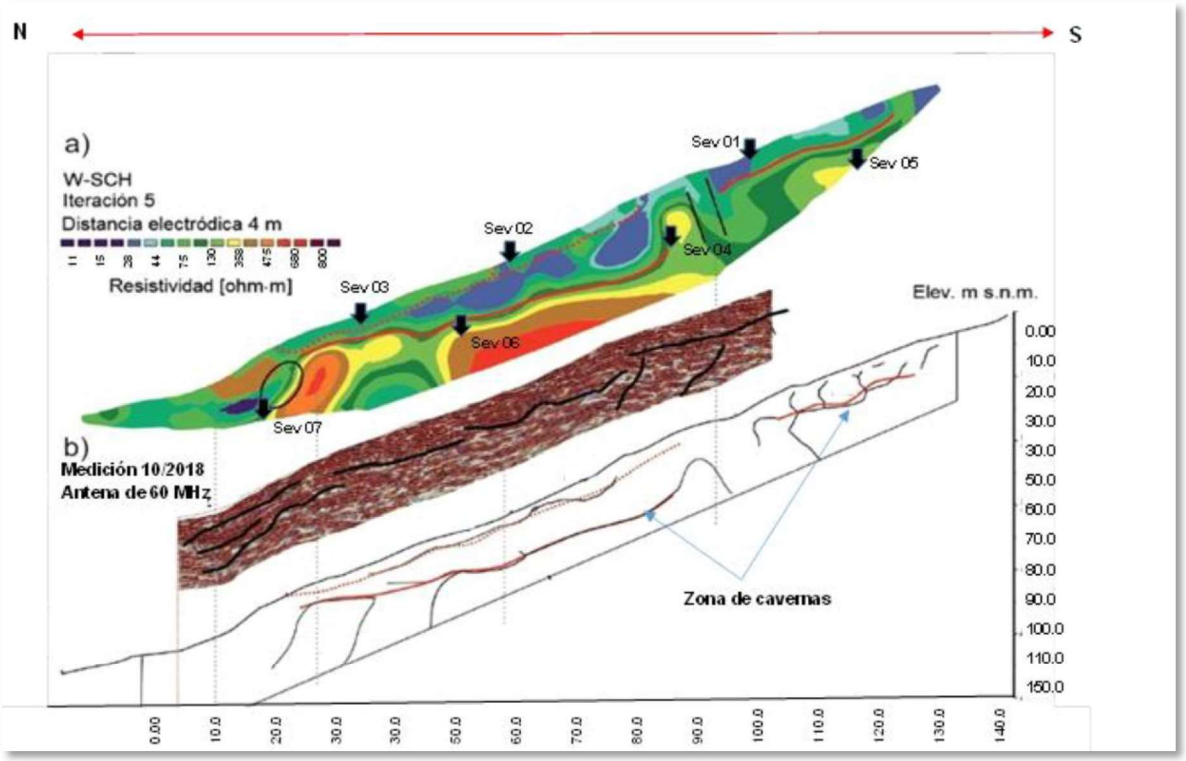


Figura 15. Corte transversal de la sección geológica Riviera Cancún.

- La sección geo-eléctrica A-B que incluyó 3 SEV´s corre paralelamente a la línea de costa tal y como se mostró en la figura anterior con una longitud aproximada de 1,460 m. En el perfil se observa primeramente una capa resistiva con valores entre 130 y 150 ohm-m y un espesor entre 5 m y 10 m. Esta capa resistiva es discontinua y se pierde en los extremos de la sección asociada a la presencia de calizas

alteradas y algo de arcillas secas. Subyaciendo a esta primera capa se observa resistividades de intermedia a bajas con valores entre 50 y 30 ohm-m y espesor entre 10 m y 20 m. Estos valores están asociados a la presencia de arcillas semicompactas sin presencia de agua y a calizas cársticas y/o solubles, dentro de estas se observan algunos elementos de baja resistividad con valores entre 1 y 13 ohm-m localizados en el cadenamiento de 150-180 m en el tramo de 10 m a 20 m. Conforme se profundiza en el subsuelo la resistividad eléctrica se incrementa hasta valores máximos entre 500 y 800 ohm-m asociado a la presencia de materiales compactos con ausencia de huellas de disolución y/o cavidades reduciendo considerablemente el flujo natural de agua subterráneas hacia la costa y viceversa la intrusión salina del mar hacia el continente. Estas condiciones de alta permeabilidad prevalecen hasta el final del perfil de 150 m.

Mediante recorridos piezométricos se calculó la elevación del nivel del agua con respecto al nivel medio del mar. Se observó que el potencial hidráulico varía entre 0.22 y 0.75 m de altura con respecto al nivel medio del mar. Con base a las cotas de nivelación se elaboró una gráfica donde se plasma el comportamiento del nivel del agua referido al nivel medio del mar, con ello se visualizó que la variación del nivel del mar sí afecta en la variación del nivel de acuífero de acuerdo al comportamiento de las mareas, sin embargo, el nivel del agua del mar no rebasa el nivel del acuífero en ninguno de los puntos monitoreados. Del cálculo del volumen de agua subterránea del acuífero, los resultados muestran que el predio tiene entradas de agua al Suroeste; y ha sido calculado en 344 m^3/día y la descarga subterránea en 217 m^3/día.

Al hacer el balance de ENTRADAS-SALIDAS (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 107 m^3/día aproximadamente; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina.

En cuanto a la calidad del agua, la distancia entre los pozos de observación, Pozo No. 1 y Pozo No. 2, es de 695 m, se observó una mayor concentración de sólidos disueltos totales en el pozo No. 1 (8,800 mg/l), respecto al pozo No.2 (7,400 g/l); de igual manera durante la perforación de los pozos exploratorios, el pozo No.1 presentó durante todo su corte, 21 m, la presencia de ácido sulfhídrico, mientras que en el pozo No. 2 solamente se percibió el ácido sulfhídrico durante los primeros 4 m, observándose de manera indirecta esta situación con el descenso marcado del pH en pozo No.1 por lo que se puede decir que las formaciones litológicas y sus respectivos perfiles de calidad del agua, difieren.

Esta presencia de ácido sulfhídrico es muy probable que provenga de la descomposición de la materia orgánica de la zona de manglar, ubicada en la zona contigua de tierra, con rumbo al Este, en la cual se percolan los lixiviados, hacia los estratos inferiores subyacente, del agua semi-confinada del manglar.

El predio de estudio está ubicado en la zona de selva baja costera y aun que existe algo de presencia de humedales en el predio se considera que los encharcamientos que pudieran ocurrir muestran que no alimentan ni forman parte de un sistema de escurrimiento natural; es decir, los encharcamientos no conforman una cuenca de inundación o forma parte del algún humedal.

El proyecto Hotel Lote 15-18 utilizará en sus etapas de operación una planta de tratamiento de aguas residuales utilizando como cuerpo receptor los horizontes profundos del acuífero en su fase salina, es por ello que también se diseñaron pozos de inyección.

Para el caso del pozo de inyección se propone el diseño de los pozos para rechazo de agua de la planta ósmosis a una profundidad total de 100 m aislando los primeros 60 m para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre con la cámara de absorción entre los 60 m y 100 m.

En conclusión:

- Se muestra que el agua subterránea del predio está conformada por un acuífero de mediana permeabilidad con agua dulce producto del agua meteórica atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas. Se tiene un acuífero profundo de agua salada ubicado en calizas arrecifales de buena permeabilidad, pero con un espesor muy pequeño de agua salobre de apenas 5 m; sobreyaciendo a un espesor de dolomitas de baja permeabilidad y alto grado de cristalización. Este acuífero puede ofrecer abastecimiento siempre y cuando se tenga presencia de fracturamiento y carsticidad con conductividades hidráulicas de hasta 1400 m/d. El agua subterránea del predio muestra estar completamente influenciada por el agua marina y el acuífero superior es una mezcla de agua meteórica y agua dulce; mientras que el acuífero profundo es agua salada en su totalidad.
- Con el perfil Geoeléctrico, la presencia de agua salina y de estratos permeables o semipermeables representa una opción favorable para la inyección profunda del agua de rechazo.
- Se definió un acuífero libre con un nivel freático promedio entre 1.24 m y 3.28m y con un potencial hidráulico entre 0.32 y 3.97 msnm.
- La interface salina se encuentra en el acuitardo de calcarenitas entre los 35-40 m de profundidad con respecto al terreno. Con base en los resultados físico químicos obtenidos del perfil de calidad del agua del pozo No. 1 se puede concluir que en el rango de profundidad de 8.5 m a 12.5 m y en el pozo 2 de 10.5 a 13 m, existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.
- Existe una conexión entre los eventos meteorológicos en el predio y comportamiento acuífero, el efecto de esas recargas el acuífero lo elimina a una tasa de 0.84 m/día y muestra una clara tendencia a la disminución por lo que se concluye que durante las mediciones que se realizaron del nivel estático se observa que el acuífero está en recesión y descarga.

- El gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m es de1.63 m^3/día por cada metro lineal de acuífero.

a) Se ha designado como cota de protección 2.00 m para desplante por encima del nivel del terreno natural para la corona de caminos de acceso y niveles de piso de los edificios a desarrollar; esto basado en que en un caso extraordinario se pueden alcanzar hasta 2.00 m de inundación debido a un evento climatológico extraordinario (huracán). Es recomendable que para la prospección constructiva se piense en que la cimentación sea soportada en las llamadas "pilas y/o pilotes". Sin embargo, esta decisión deberá estar sustentada en el estudio de mecánica de suelos en la cual, se sugiere hacer un pozo por cada pila o pilote a construir.

- Del perfil de calidad del agua del pozo No. 1. En el rango de profundidad de 8.5 m a 12.5 m existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.
- Del perfil de calidad del agua del pozo No. 2. En el rango de profundidad de los 10.5 m a 13.0 m, existe una familia de agua diferente a la observada en el segmento superior e inferior, deduciendo que en este rango de profundidades existe una interfase salina.

Hidrología Superficial.

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

De acuerdo al INEGI, el SA se ubica en la zona con coeficiente de escurrimiento 0 a 5% y en la zona con coeficiente de 10 a 20%. Es importante señalar que el 58.74% de la superficie del SA, es decir 12, 589,532.82 m^2 (1,258.95 Ha), presenta un coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%.

	Superficie		
	m^2	Ha	%
Coeficiente de Escurrimiento de 10 a 20%	12,589,532.82	1,258.95	58.74
Coeficiente de Escurrimiento de 0 a 5%	8,405,500.31	840.55	39.22
Cuerpo de Agua Intermitente	437,528.87	43.75	2.04
Superficie total dentro del SA terrestre	**21,432,562.00**	**2,143.26**	**100**

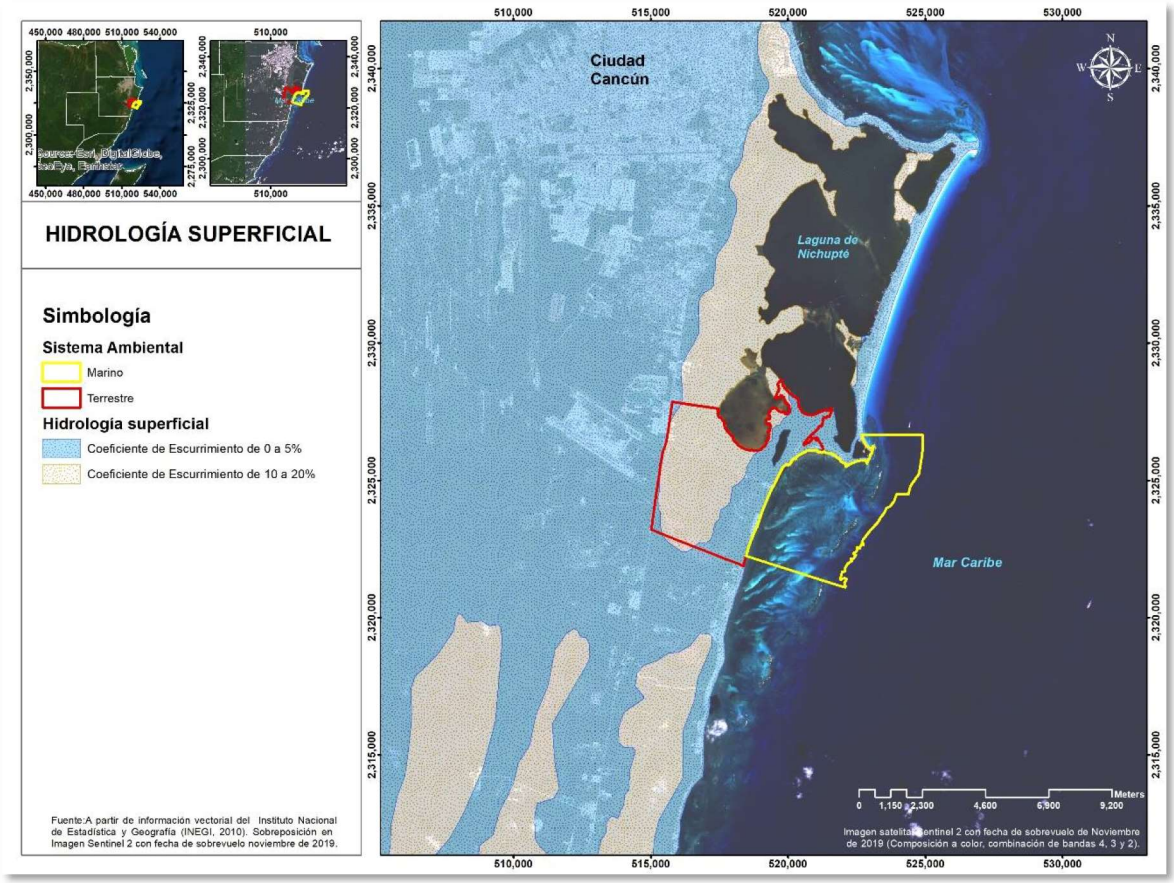


Figura 16. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

Por otra parte, en el sistema ambiental no existen cauces definidos y en escurrimientos superficiales puede definirse de tipo laminar. Es por eso que la zona adquiere una característica peculiar que podemos denominar como pantanoza en las épocas de lluvia o inundación.

En la siguiente figura se puede apreciar los cuerpos de agua identificados en la fotointerpretación.

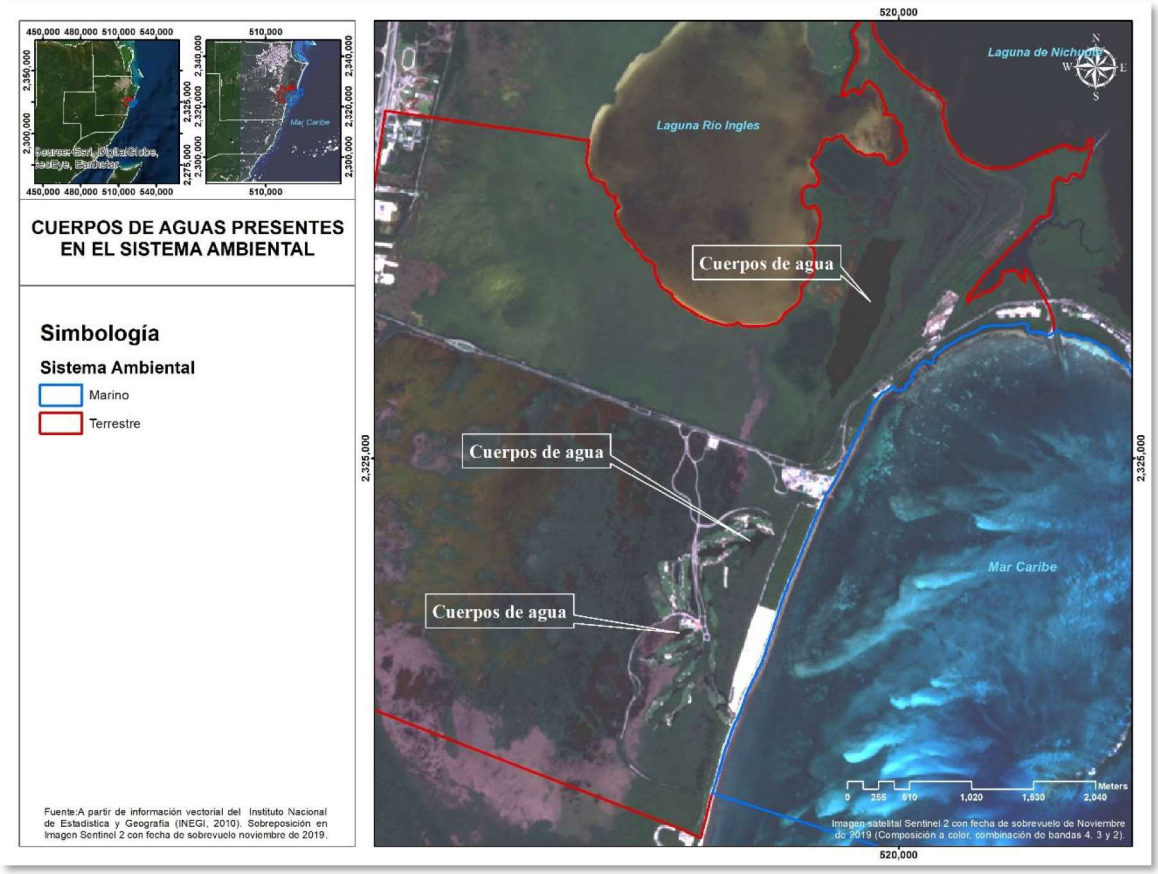


Figura 17. Cuerpos de agua identificados en el sistema ambiental con la fotointerpretación.

3.2 SISTEMA AMBIENTAL TERRESTE: MEDIO BIÓTICO.

En este apartado se describen los aspectos bióticos que interactúan dentro del Sistema Ambiental definido para el Proyecto “Hotel Lote 15-18”.

3.2.1 TIPOS DE VEGETACIÓN.

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SA representa una superficie de 2,143.26 Ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales y elementos antrópicos.

De acuerdo con la carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI, el SA está compuesta por 6 unidades ambientales, de las cuales 5 son de carácter natural como: Vegetación de manglar (VM), Vegetación de Tular (VT), vegetación secundaria arbustiva de manglar (VSa/VM), Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) y un cuerpo de agua (H_2O). La sexta unidad corresponde a un uso antropogénico, es el urbano construido.

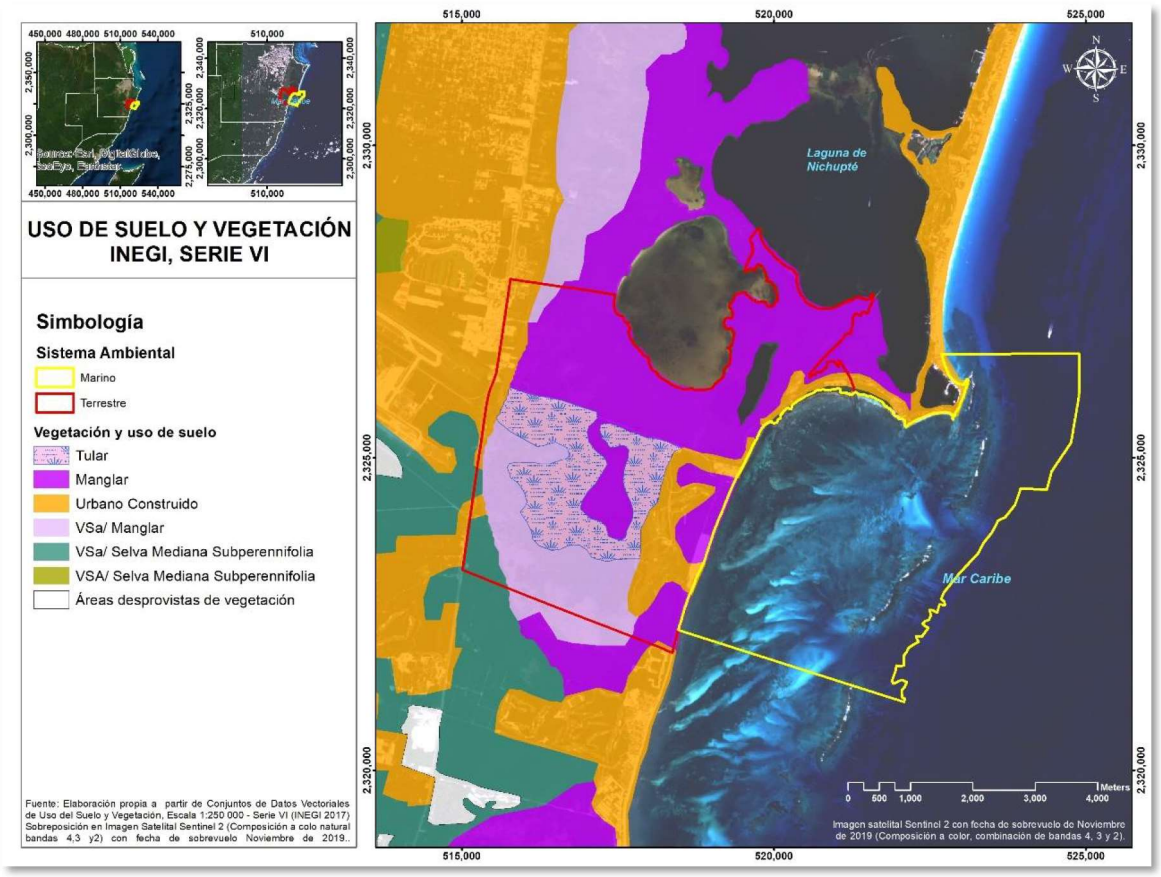


Figura 18. Se muestra los usos de suelo y vegetación del SAR conforme a la carta del INEGI serie VI.

La vegetación de manglar es la que ocupa la mayor parte en el sistema ambiental, esto es de acuerdo con el porcentaje de ocupación que corresponde a 46.11%, seguido por vegetación tular con 18.14%, vegetacion secundaria arbustiva de manglar con 16.05% y vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia con 2.89%. En otro uso se encuentra lo urbano construido con un porcentaje de ocupación de 15.08% y finalmente en menor porción el cuerpo de agua con 1.73%.

En el siguiente cuadro se muestra la superficie que ocupa cada una de las unidades ambientales dentro del SA.

Cuadro 4. Se muestra la distribución de los usos de suelo conforme carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m^2	ha	%
Manglar (VM)	9,881,500.47	988.15	46.11
Tular (VT)	3,887,853.90	388.79	18.14
Vegetación secundaria arbustiva de manglar (VSa/VM)	3,440,587.51	344.06	16.05

Tipo de vegetación	Superficie		
	m^2	ha	%
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ)	620,093.93	62	2.89
Subtotal	**17,830,035.81**	**1,783.00**	**83.19**
Otros usos			
Urbano construido	3,232,026.19	323.2	15.08
Cuerpo de agua (H_2O)	370,500.00	37.05	1.73
Subtotal	**3,602,526.19**	**360.25**	**16.81**
Total	**21,432,562.00**	**2,143.25**	**100.00**

Es importante señalar que la escala que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) maneja para generar sus archivos shapes no permite identificar todas las coberturas, es decir, sus escalas son mayores.

Para la presente manifestación de impacto ambiental particular se realizó una fotointerpretación en el sistema ambiental con la finalidad de identificar todas las coberturas posibles que colindan con el proyecto. Se realizó en la menor escala posible utilizando una imagen satelital obtenida de la plataforma de Copernicus Europe's Eyes On Earth. Corresponde a Sentinel 2, una imagen con resolución de 10 m x 10 m y con fecha de sobrevuelo de noviembre de 2019.

Se realizó la digitalización utilizando la banda 8, que es la que permite apreciar todas las texturas posibles en determinada área. Y después se realizó una composición de imagen a color natural para corroborar la digitalización, la composición fue con las bandas 4, 3 y 2. Todo el procedimiento fue con el apoyo del software ArcGis 10.5.

Además, se consideró la clasificación hecha en la caracterización del estudio denominado "Medición de reservas de carbono y tasas de secuestración de carbono, en la Reserva Privada Moon Palace, en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, México" (2013), el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté (2014) y la caracterización hecha para el Sistema Ambiental Regional de la MIA-R del proyecto denominado "Parque Cancun" (2016).

El resultado obtenido de la fotointerpretación se presenta en la siguiente figura.

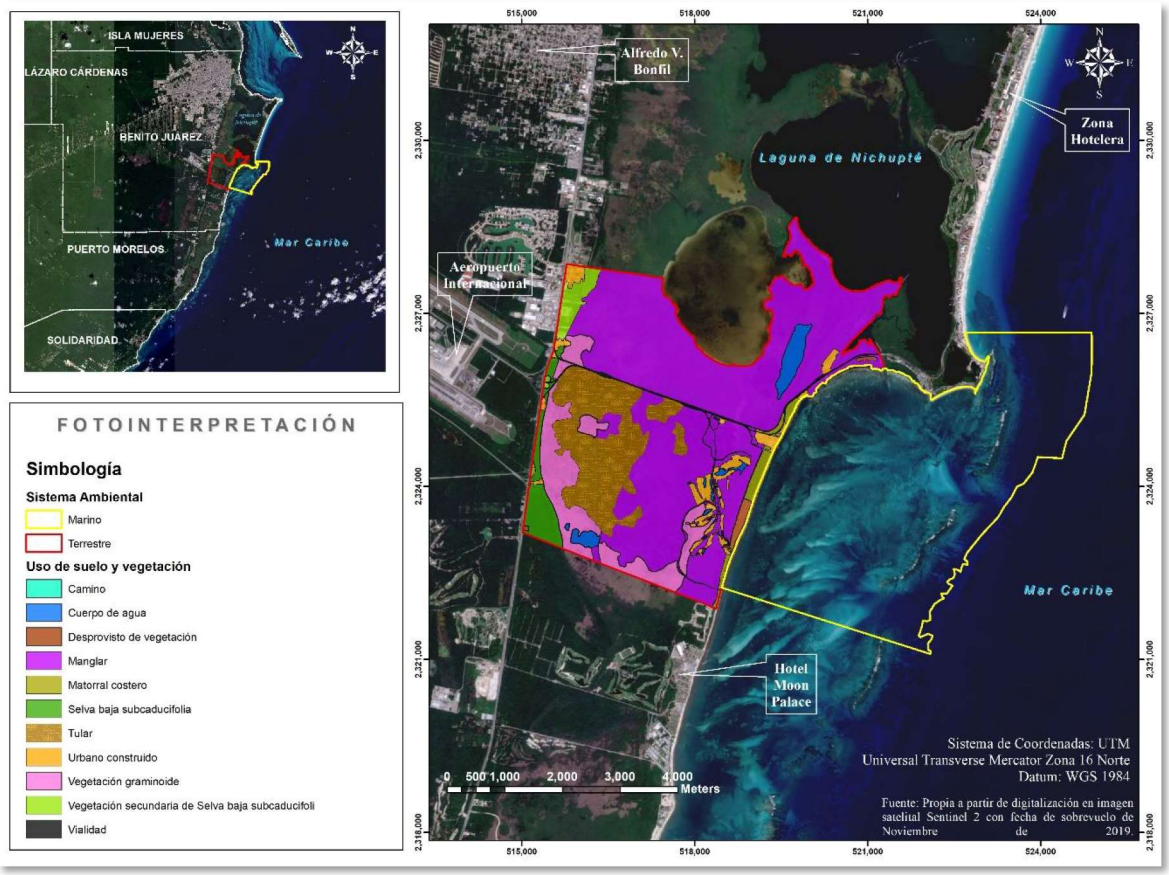


Figura 19. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación.

A partir de lo anterior, se obtuvieron valores para determinar las superficies de las unidades ambientales que integran el SA, siendo la unidad de vegetación manglar la de mayor superficie con el 60.19% del total del SA, seguida por la vegetación tular con 14%, vegetación graminoide con 10.29%, selva baja subcaducifolia con 3.24%, vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia con 1.97% y matorral costero costero con 1.66%.

En otras coberturas, la mayor superficie la ocupa lo urbano construido con un porcentaje de ocupación de 3.74%, seguido de cuerpo de agua con 2.63%, vialidad con 1.5%, áreas desprovistas de vegetación con 0.68% y finalmente en menor porción se encuentra el camino con 0.01%.

Cuadro 5. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m^2	ha	%
Manglar	12,900,068.48	1,290.01	60.19
Tular	3,000,074.30	300.01	14.00
Vegetación graminoide	2,205,371.60	220.54	10.29
Selva baja subcaducifolia	695,224.50	69.52	3.24

Tipo de vegetación	Superficie		
	m²	ha	%
Vegetación secundaria de Selva baja subcaducifolia	422,440.60	42.24	1.97
Matorral costero	355,170.00	35.52	1.66
Subtotal	**19,578,349.48**	**1,957.84**	**91.35**
Otros usos			
Urbano construido	801,774.91	80.18	3.74
Cuerpo de agua	563,394.02	56.34	2.63
Vialidad	322,151.00	32.22	1.5
Desprovisto de vegetación	145,254.39	14.53	0.68
Camino	21,638.20	2.16	0.1
Subtotal	**1,854,212.52**	**185.43**	**8.65**
Total	**21,432,562.00**	**2,143.27**	**100.00**

3.2.2 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

A continuación, se procede a la descripción florística de los tipos de vegetación presentes en el SA, el cual se realizó a partir de la revisión bibliográfica y la corroboración en campo y recorridos en sitios significativos.

Selva baja subcaducifolia: Este tipo de vegetación se localiza principalmente en el límite suroeste del sistema ambiental y ocupa una superficie de 695,224.50 m² lo que representa el 3.24% del área total del SA; actualmente se encuentra afectada por actividades antrópicas.

Esta comunidad está compuesta por árboles y arbustos de mediana talla que pierden sus hojas durante la temporada de secas. Las especies más representativas de esta comunidad vegetal son chacah (*Bursera simaruba*), palma de chit (*Thrinax radiata*), ya´axnik (*Vitex gaumeri*), kitamche (*Caesalpinia gaumeri*), siricote (*Cordia dodecandra*), chechen (*Metopium brownei*), dzalam (*Lysiloma latisiliqua*), yuy (*Esenbeckia pentaphylla*), hool (*Hampea Trilobata*), katsim (*Mimosa bahamensis*), akits (*Thevetia gaumeri*) y pukim (*Callicarpa acuminata*) principalmente. El estrato herbáceo está compuesto por individuos juveniles de las especies anteriores, así como por xcho (*Aechmea bracteata*) y hierba de gorrito (*Angelonia angustifolia*).

Cuadro 6. Listado de especies registradas en la vegetación de selva.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Jurub
Agavaceae	*Agave angustifolia*	Maguey
Anacardiaceae	*Metopium browneii*	Chechén
Apocynaceae	*Plumeria obtusa*	Flor de mayo
Araceae	*Anthurium schlechtendalii*	Bobtum
Bromeliaceae	*Aechmea bracteata*	Bromelia
Bromeliaceae	*Bromelia pinguiin*	Piñuela

Familia	Nombre científico	Nombre común
Burseraceae	*Bursera simauba*	Chaca
Cactaceae	*Acantocereus tetragonus*	Tsakam
Cactaceae	*Nopalea gaumeri*	Nopal
Cactaceae	*Selenicereus donkelarii*	Cola de ratón
Cactaceae	*Stenocereus* sp.	Cactus
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo
Cyperaceae	*Cladium jamaicense*	Cortadera
Euphorbiaceae	*Drypetes lateriflora*	Ekulub
Flacourtiaceae	*Casearia nitida*	Ix iimche
Guttiferae	*Clusia salvinii*	Kanchunup
Lauraceae	*Nectandra coriacea*	Aguacatillo
Leguminosae	*Acacia gaumeri*	Boxkatsin
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam
Leguminosae	*Pitecellobium dulce*	Ts´uui´che
Liliaceae	*Beucarnea pliabilis*	Despeinada
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sip che'
Malpighiaceae	*Byrsonima crassifolia*	Nance
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua
Myrsinaceae	*Ardisia escallonioides*	Pomoche
Myrtaceae	*Calyptrantes pallens*	Chacnii
Myrtaceae	*Myrcianthes fragans*	Guayabillo
Myrtaceae	*Psidium sartorianum*	Guayabillo
Nyctaginaceae	*Neea psychotrioides*	Escobeta
Orchidaceae	*Bletia purpurea*	Orquídea de tierra
Palmae	*Acoelorraphe wrightii*	Tasiste
Palmae	*Cocothrinax readii*	Nakax
Palmae	*Thrinax radiata*	Chit
Polygonaceae	*Coccoloba reflexiflora*	Sacbo
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Sisilche
Rubiaceae	*Randia* sp.	Espino cruceta
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Zapote
Sapotaceae	*Pouteria* sp.	Pouteria
Theophrastaceae	*Jacquinia aurantiaca*	Naranjillo de playa
Typhaceae	*Typha dominguensis*	Tule
Verbenaceae	*Vitex gaumeri*	Yaxnik



Figura 20. Se muestra la selva baja subcaducifolia.

Manglar: este tipo de vegetacion se encuentra en la porción norte y este del sistema ambiental, se encuentra representando el 60.19% del total del SA. Para este tipo de vegetación, se tienen registros 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 *R. mangle* la de mayor densidad, seguida de la especie *C. erectus y L. racemosa.* La altura promedio de estas especies oscilaron entre los 2.5 m a 8 m, siendo la especie *R. mangle* la especie con menor altura y la especie *C. erectus* 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*:* 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).*

Manglar de cuenca: Comprende diversas comunidades de mangle que se desarrollan en suelos que se inundan estacionalmente, por lo que, en su composición intervienen las cuatro especies características de mangle: rojo (*R. mangle*), blanco (*L. racemosa*), negro (*A. germinans*) y botoncillo (*C. erectus*). El mangle rojo es la especie dominante en las proximidades del espejo de agua, mientras que los mangles blanco y negro prosperan en los sitios de inundación estacional intermedia, y el mangle botoncillo se distribuye preferentemente en las zonas de menor inundación conformando un ecotono entre la porción de la sabana (Tular) y la selva baja.

Manglar chaparro: Dentro de este mosaico vegetal se observa una condición particular de bajo porte de crecimiento y que da origen a la denominación local de mangle chaparro, que es una comunidad constituida únicamente por la especie de mangle rojo. Éste se desarrolla a una altura que no rebasa los dos metros y se encuentra adyacente a la vegetación de sabana.

Dentro de uno de los grupos de manglar encontrados en el SA, se registraron especies propias de selva, como *Metopium browneii, Ficus padifolia y Malvavisus arboreus* mezcladas entre especies de manglar. Esta asociación es denominada Petén y fue definida por Barrera en Rico-Gray (1982) como “islas circulares en las que diferentes asociaciones vegetales se distribuyen en círculos concéntricos de tal modo que el Tular o el manglar, según sea el caso, quedan en la periferia, cuando no lo hacen así los elementos de la sabana, para dar lugar a una selva o bien a una interesante mezcla de elementos selváticos y de manglar”**.** En el caso del predio en cuestión, el Petén encontrado corresponde al Tipo 2 de la clasificación de Rico-Gray (1982), caracterizado por ocupar un área pequeña, ser poco diverso y encontrarse cerca del mar.

Dentro de las diferentes agrupaciones se distinguieron dos estratos: arbóreo de 7m de altura promedio, (1.5 m de altura mínima y 11 m de altura máxima registrados); y herbáceo de 1.3 m de altura media (0.1 m de altura mínima y 2 m de altura máxima).

En el manglar del área de estudio se registraron 10 especies de 8 familias botánicas distintas, las cuales se presentan a continuación:

Cuadro 7. Listado de especies registradas en el manglar dentro del predio del Parque Cancún.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Jurubal
Arecaceae	*Acoelorraphe wrightii*	Tasiste
Bromeliaceae	*Tillandsia dassiriiliflora*	Bromelia de manglar
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo
Combretaceae	*Laguncularia racemosa*	Magle blanco
Cyperaceae	*Cladium jamaicense*	Cortadera
Polypodiaceae	*Achrostichum danaefolium*	Helecho de manglar
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo
Typhaceae	*Typha dominguensis*	Tule
Verbenaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro



Figura 21. Se muestra de manera general el estado que guarda la vegetación de manglar.

Tular: Este tipo de vegetación tuvo un porcentaje de ocupación en el sistema ambiental de 14% y está constituido por comunidades de plantas hidrófitas, cuya especie dominante es el tule (*Typha domingensis*). Existe discontinuidad en su distribución y es difícil su acceso. La importancia ecológica de esta comunidad radica en la alimentación, el refugio y la reproducción que presenta para numerosas especies de aves residentes y migratorias; es durante la estación de lluvia cuando se cuenta con un tirante de agua que favorece la presencia de peces e invertebrados acuáticos.

Vegetación graminoide: Esta comunidad vegetal está conformada por asociaciones densas de especies hidrófilas, en las que predominan la cortadera (*Cladium jamaicense*), el tule (*Typha domingensis*) y el tasiste (*Acoelorrhaphe wrightii*), que se entremezclan con las cuatro especies de mangle presentes en el área.

Matorral costero*:* El matorral costero se desarrolla en pequeños parches aislados en la porción Este del SA, en lo que correspondía a la barra arenosa donde actualmente se encuentran los desarrollos inmobiliarios conteros que integran la Zona Hotelera de Cancún. En este tipo de vegetación se encuentran especies representativas como la suculenta (*Sesuvium portulacastrum*), margarita de mar (*Ambrosia hispida*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) y el lirio de mar (*Hymenocallis littoralis*), así como Chaca (*Bursera simaruba),* Chechem *(Metopium brownei), uva de mar (Coccoloba uvifera),* lirio de mar *(Pancratium maritimum), Ciricote (Cordia dodecandra), icaco (Chrysobalanus icaco), arbusto de playa (Scaevola plumieri), sik'imay (Tournefortia gnaphalodes),* palma chit (*Thrinax radiata*), por citar los más representativos. Adicionalmente, en este tipo de vegetación se desarrolla bromelias, epífitas y orquídeas.



Figura 22. Se muestra de manera general la vegetación de matorral costero que se desarrolla al Este del SA.

Vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia: este tipo de vegetacion se presenta en un 1.97% en el limite oeste del SA. En este caso, una de las causas de la afectacion de la vegetación, es el desarrollo de infraestructura.

Cuadro 8. Listado de especies registradas en el área con vegetación secundaria.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Acanthaceae	*Bravaisia tubiflora*	Jurubal
Anacardiaceae	*Metopium browneii*	Chechén
Burseraceae	*Bursera simauba*	Chaca
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Pino de mar
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo
Leguminosae	*Acacia cornigera*	Subin che
Rhamnaceae	*Karwinskia humboldtiana*	Oregano o aceitunillas
Palmae	*Sabal* sp.	Guano
Palmae	*Thrinax radiata*	Chit
Phytolacaceae	*Rivina humilis*	Chililllo
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majagua
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Tulipancillo
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Higo copó
Moraceae	*Ficus padifolia*	Álamo
Leguminosae	*Bahuinia divaricata*	Pata de vaca
Leguminosae	*Leucaena leucocephala*	Waxin
Leguminosae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam



Figura 23. Se muestra de manera general la vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia del SA.

Urbano construido: Corresponden a conglomerados demográficos, considerando dentro del mismo elemento naturales y las obras materiales que lo integran. En el sistema ambiental se pueden observar polígonos con esta clasificación, el cual en la siguiente serie de imágenes se pueden apreciar.

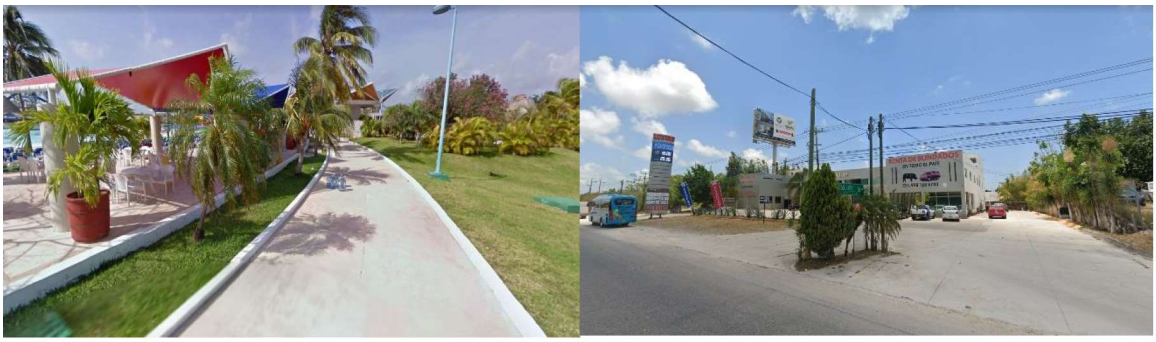


Figura 24. En la imagen del lado izquierdo se puede apreciar el interior de Parque Ventura Park, y del lado derecho corresponde a la mancha urbana de la ciudad de Cancún. En la fotointerpretación ambos fueron clasificados en la categoría urbano construido.



Figura 25. Corresponde a las instalaciones de la Universidad Tecnológica de Cancún, que también fue definido como urbano construido en la fotointerpretación.

Cuerpo de agua: En la siguiente Imagen se muestran algunas de los cuerpos de agua identificas en el sistema ambiental.

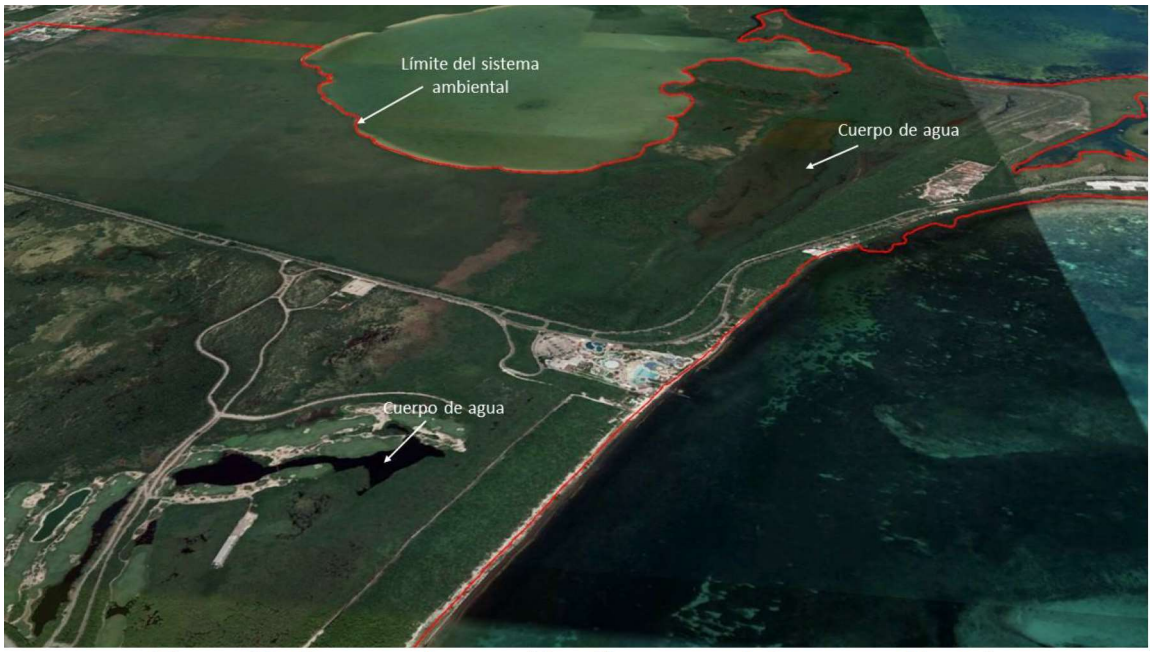


Figura 26. Cuerpos de agua identifiacos en el sistema ambiental.

Vialidad: Se incluyó en esta categoría la vialidad Boulevard Kukulcan- Tramo Punta Nizuc-Cancún.

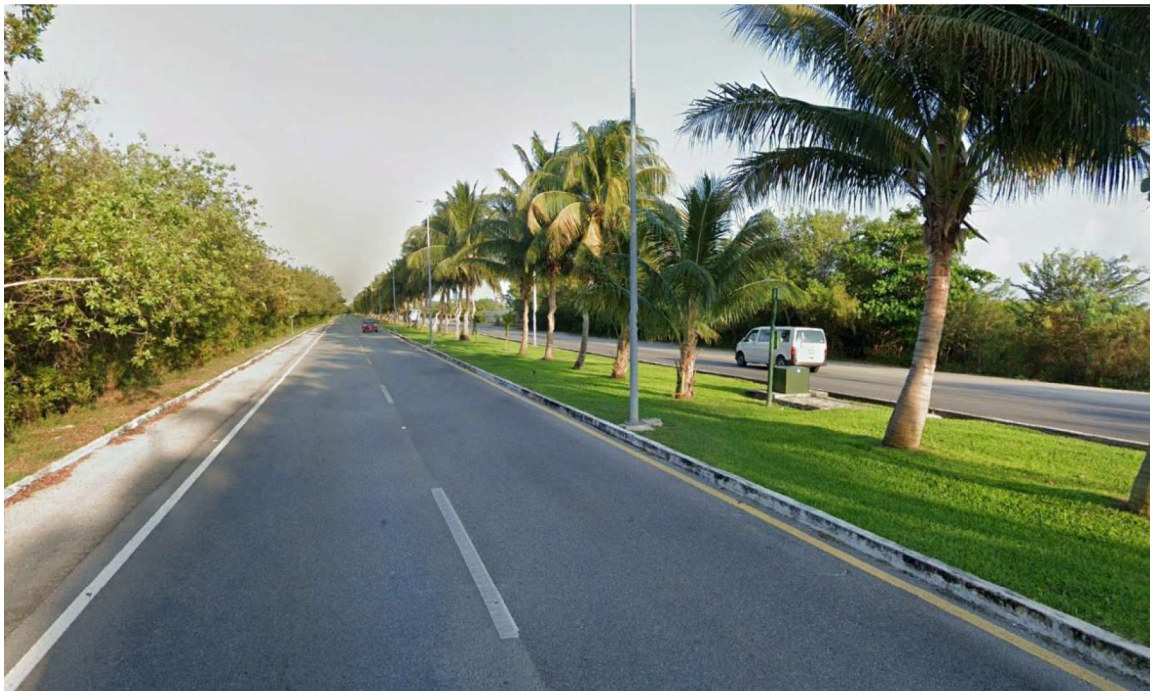


Figura 27. Boulevard Kukukcan

Desprovisto de vegetación: Corresponden a áreas donde la vegetación natural o inducido ha sido eliminada por diferentes actividades humanas. En el caso del sistema ambiental se definieron estas áreas que se encuentran posiblemente en procesos constructivos, como es el caso del Lote 15-15 donde es visible la

construcción de algún complejo. La ubicación de esta área se encuentra en la parte Sur del predio de interés. De igual forma en la parte Norte del sistema ambiental, cercano al Canal Nizuc se pudo identificar otra pequeña área donde posiblemente se esté llevando a cabo la construcción de otro complejo. En la siguiente figura se identifica las áreas desprovistas de vegetación definidas con la fotointerpetación del sistema ambiental.

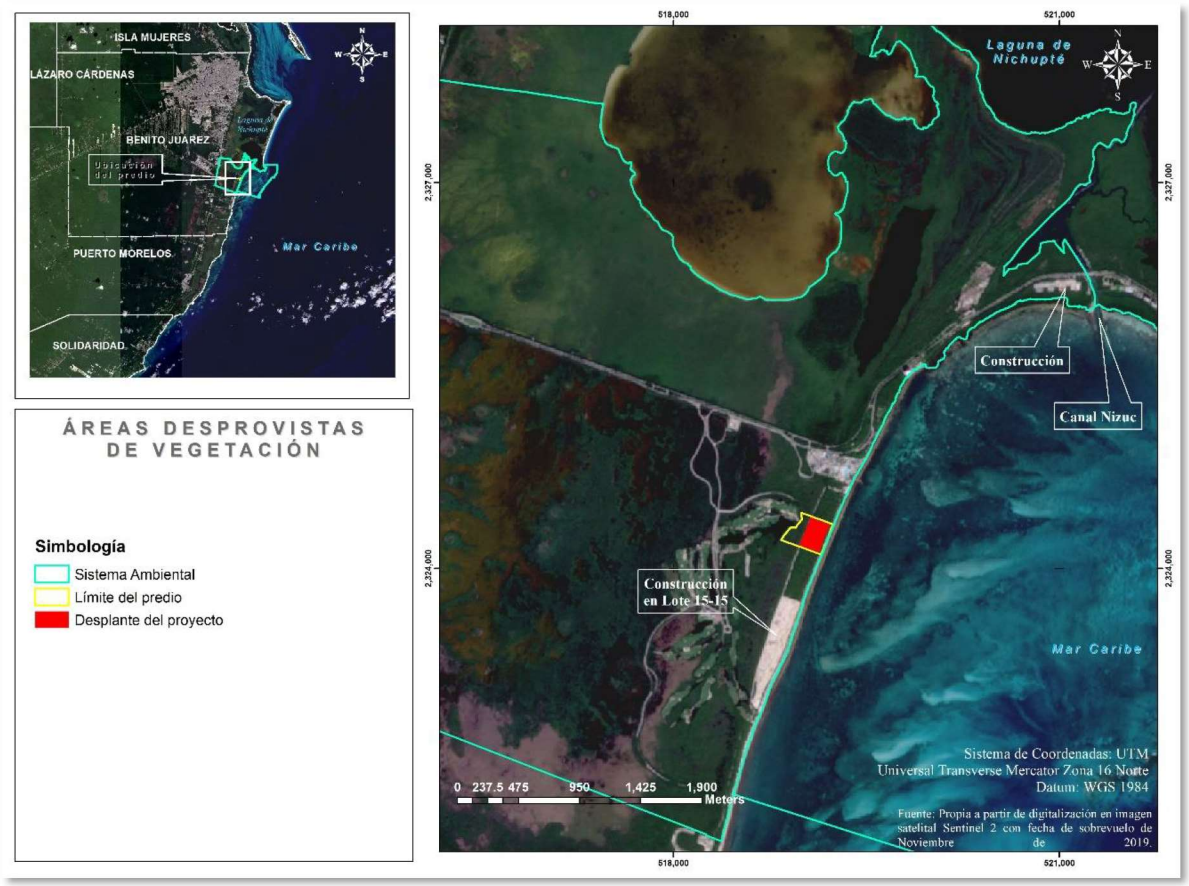


Figura 28. Áreas desprovistas de vegetación definidas con la fotointerpretación del sistema ambiental.

Camino: Fue definido como camino, ya que a diferencia de la vialidad éste no es transitada con la misma frecuencia. Se encuentra paralelo al Mar Caribe desde la parte norte del sistema ambiental junto al parque Ventura Park atravesando el predio donde pretende establecerse el proyecto hasta llegar al Lote 15-15 como se visualiza en la siguiente figura.



Figura 29. Camino identificado y definido en el sistema ambiental con la fotointerpretación.



Figura 30. Camino que atraviesa el predio del proyecto

3.2.3 DESCRIPCION DE LA FAUNA.

De acuerdo con el Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté, en el Sistema Lagunar Nichupté se ha registrado la presencia de al menos 166 especies, conformadas por 78 especies de peces, 10 de anfibios, 15 de reptiles, 43 de aves y 20 de mamíferos. De este total 30 especies se encuentran registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

La ornitofauna asociada al Sistema Lagunar Nichupté habita 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. Es importante señalar que durante los recorridos realizados en el SLN no se observaron sitios definidos de anidación de las especies, por lo que se presume que esta parte del ciclo de vida la realizan en una amplia diversidad de condiciones que ofrece el área.

Dentro de las especies reportadas se registraron con estatus de protección las siguientes: el loro yucateco ó T'uut (*Amazona xantholora*), el avetoro del Eje Neovolcánico (*Botaurus lentiginosus*) y el rascón picudo (*Rallus longirostris*) en la categoría de amenazadas, mientras que el perico pecho sucio (*Aratinga nana*), la garza pachicastaña (*Agamia agami*), la garza colorada (*Egretta rufescens*), la garza tigre (*Tigrisoma mexicanum*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*) y el vireo manglero (*Vireo pallens*) sujetas a protección especial.

La mastofauna del Sistema Lagunar Nichupté se restringe a las zonas con vegetación que bordean su espejo de agua, y sólo los tlacuaches habitan lugares donde existen construcciones. Dentro de las especies reportadas se registraron con estatus de protección las siguientes: el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) en peligro de extinción, el puerco espín tropical (*Coendou mexicanus*) y el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) en la categoría de amenazadas.

Por otra parte, diversos estudios y monitoreos biológicos realizados por el personal del área ambiental del Hotel Moon Palace como parte de la caracterización de la fauna para la "Reserva Privada Moon Palace" en 2013, la fauna del lugar está representada por 195 especies, que se encuentran distribuidas en 70 familias. Las aves registran el grupo más numeroso, seguidas de los anfibios, reptiles y finalmente los mamíferos.

Herpetofauna

Los anfibios y reptiles de esta zona registran 16 familias con 33 especies, de las cuales 12 se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas o sujetas a protección especial. Entre ellas podemos mencionar a *Leptophis mexicanus* (culebra perico mexicana), *Crocodylus moreletii* (cocodrilos de

pantano), *Rhinoclemmys areolata* (tortuga de monte mojina), *Kinosternon scorpiodes* (tortuga escorpión). Otras especies que han sido observadas son la *Crotalus durissus* (víbora de cascabel), *Leptodeira frenata* (culebra nocturna), *Basiliscus vittatus* (toloque) y *Rana berlandeiri* (rana leopardo).

Avifauna

La avifauna está representada por 137 especies, que se encuentran divididas en 40 familias. El 10.2% de éstas son catalogadas bajo un régimen de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010. El 67.1% de ellas son aves residentes, entre éstas podemos observar al gavilán gris (*Buteo nitidus*), el pato pijiji (*Dendrocygna autumnalis*), la garza blanca (*Ardea alba*) y la calandría campera (*Icterus gularis*).

De las especies protegidas, 14 se encuentran sujetas a protección especial como el gavilan negro (*Buteogallus urubitinga*), el garzón cenizo (*Ardea herodias*) y el loro frente blanca (*Amazona alfifrons*); dos se encuentran amenazadas: *Tigrisoma mexicanum* (garza tigre) y *Ramphastos sulphuratus* (tucán real); y *Mycteria americana* está señalada como en peligro de extinción. Del total de aves, cuatro están categorizadas como endémicas.

Mastofauna

Se han registrado un total de 25 especies, contenidas en 14 familias, que están distribuidas a lo largo de la zona y que utilizan los diversos ambientes para alimentarse y protegerse. De acuerdo con los datos colectados cinco especies se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. *Leopardus wiedii* (tigrillo) y *Tamandua mexicana* (oso hormiguero), están reportadas como especies en peligro de extinción, además de que la última también está catalogada como una especie endémica. *Coendou mexicanus* (puerco espín), *Herpailurus yagouaroundi* (leoncillo) y *Peromyscus leucopus* (ratón de Cozumel) son especies amenazadas.



Figura 31. Especies que se han registrado dentro de la RPMP o en sus inmediaciones. Fuente: imagen tomada del documento "Propuesta para la certificación, Reserva Privada Moon Palace".

La Reserva Privada Moon Palace (RPMP) ubicada en la parte suroeste del sistema ambiental, presenta 28 especies de fauna catalogadas en algún estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 9 , y 7 especies endémicas (Cuadro 10)

Cuadro 10. Especies de fauna registradas para la RPMP catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos		
Número	Familia	Especie
1	Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*
2		*Leopardus wiedii*
3	Muridae	*Peromyscus leucopus*
4	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*
5	Rodentia	*Coendou mexicanus*

Aves		
Número	**Familia**	**Especie**
6	Accipitridae	*Buteo albicaudatus*
7		*Buteo albonatus*
8	Ardeidae	*Ardea herodias*
9		*Trigrisoma mexicanum*
10	Ciconiae	*Mycteria americana*
11	Muscicapidae	*Polioptila plúmbea*
12	Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*
13	Psittacidae	*Amazona albifrons*
14		*Aratinga nana*

15	Ramphastidae	*Ramphastos sulphuratus*
16	Vireonidae	*Vireo pallens*

Anfibios y Reptiles		
Número	**Familia**	**Especie**
17	Boidae	*Boa constrictor*
18	Colubridae	*Leptophis mexicanus*
19		*Thamnophis proximus*
20	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*
21		*Crocodylus moreletii*
22	Emydidae	*Rhinoclemmys areolata*
23		*Trachemys scripta*
24	Gekkonidae	*Sphaerodactylus glaucus*
25	Iguanidae	*Ctenosaura similis*
26	Kinosternidae	*Kinosternon acutum*
27		*Kinosternon scorpioides*
28	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*

Cuadro 10. Especies endémicas registradas en el predio correspondiente a la RPMP.

Mamiferos		
Número	**Familia**	**Especie**
1	Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*
Aves		
2	Ardeidae	*Ardea herodias*
3	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*
4	Icteridae	*Icterus auratus*
5	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*
Anfibios y Reptiles		
6	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*
7		*Sceloporus chrysostictus*

4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO TERRESTRE: MEDIO ABIÓTICO

4.1 TOPOGRAFÍA.

En relación a la topografía del predio, y con base en las curvas de nivel, se observó que la vegetación halófita costera se encuentra en un rango de 0 a 2.10 msnm; el matorral costero, se desarrolla en la sección del terreno con elevaciones de 1.80 a 3.50msnm. El manglar de borde se desarrolla sobre elevaciones topográficas de entre 0.60 a 1.40 msnm, y el manglar mixto en la cuenca con valores de -0.55 a 0.80msnm. En la zona de matorral es donde están las elevaciones topográficas más elevadas, motivo de la zonificación natural de las dunas que quedaron desplazadas en el oeste y están ya consolidadadas, es decir, ya no son dunas móviles ni semimóviles.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del primer cordón de duna, el cual comienza su elevación entre los 1.60 msnm, hasta la cresta que alcanza 2.0 a

2.10msnm, y posteriormente baja a 1.90 msnm en la postduna o cara posterior. En esta zona se presenta una berma aledaña a la pleamar y el terreno se va elevando poco a poco desde la berma con 0.30 msnm hasta 1.60 msnm donde empieza el primer cordón.

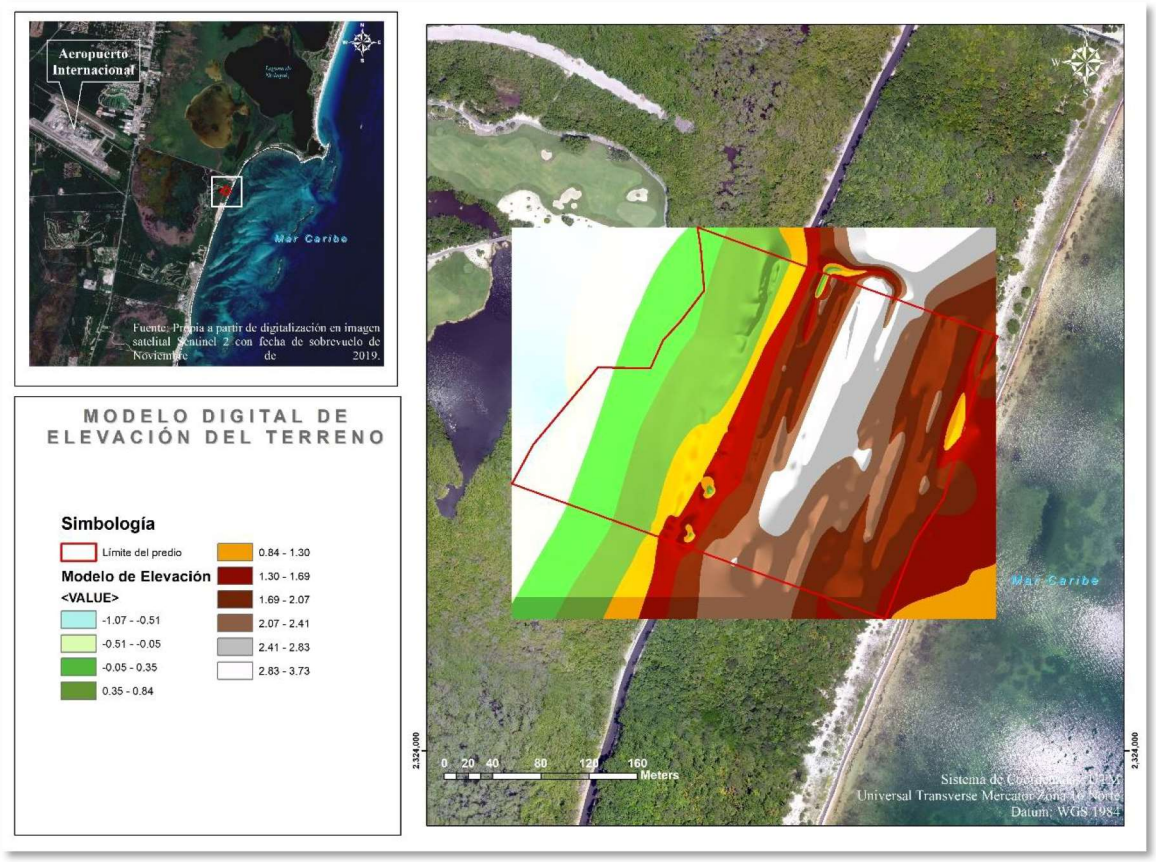
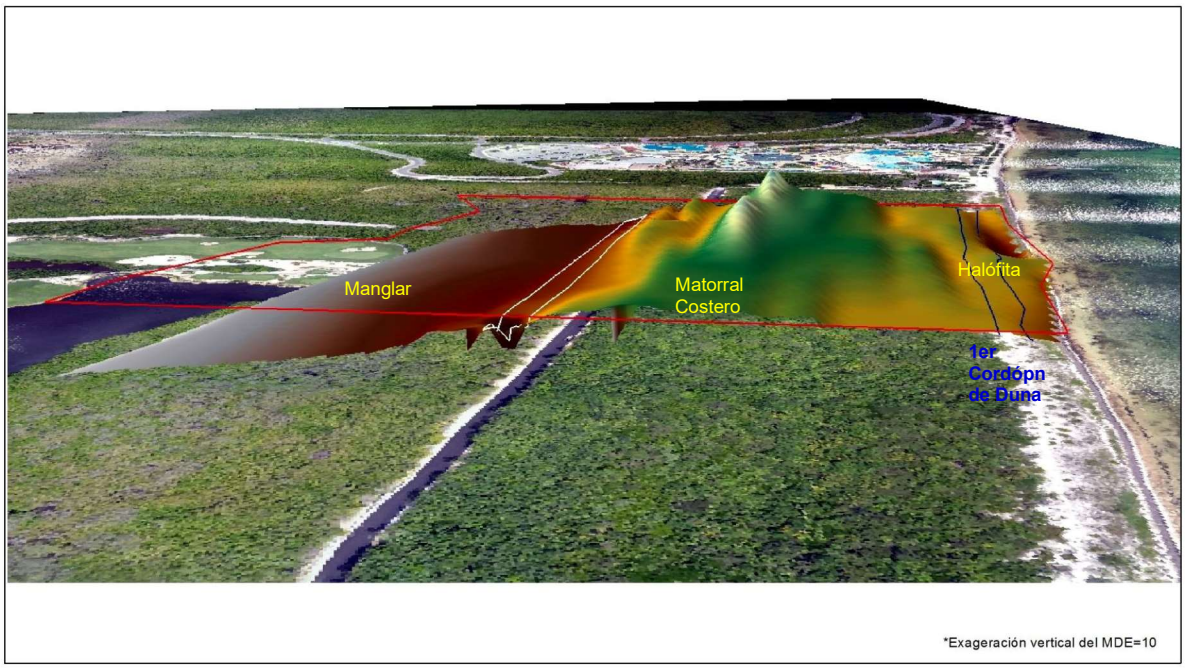
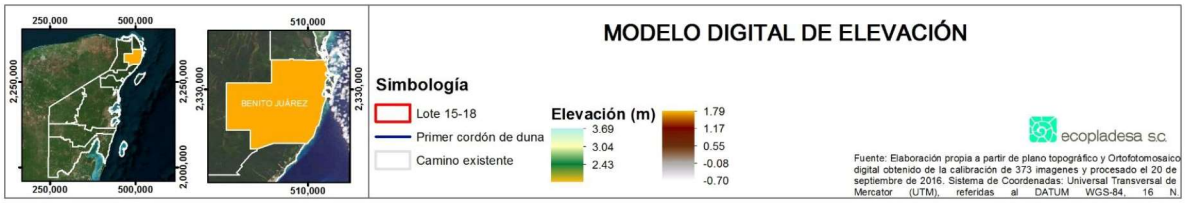


Figura 32. Niveles topográficos de la zona de playa y primer cordón de duna del sitio.

De acuerdo a la topografía, la geoforma del primer cordón de duna no presenta elevaciones pronunciadas entre el frente-cresta y post duna, sin embargo está bien identificado en campo cuando se correlaciona la elevación topográfica con la vegetación que crece sobre ella, y el tipo de sustrato observado, ya que en este primer cordón el sustrato arenoso es más móvil que en las dunas posteriores, y la vegetación que domina es la herbáceo-arbustiva. En la zona de matorral costero las dunas ya están estabilizadas y el sustrato es rico en materia orgánica, formando un suelo estable, lo que permite soportar una vegetación arbórea como la que se encuentra en el sitio (matorral costero).

En el siguiente modelo se pueden ver las curvas de nivel exageradas 10 veces para su apreciación en imagen, donde se observa el primer cordón de duna que sí queda dentro del límite Este del predio, y su ligero descenso hacia la zona posterior con matorral bien desarrollado. En este matorral se observa que, en la zona norte en la parte central del predio, hay las mayores elevaciones topográficas y luego descienda hacia la zona de manglar.


Manglar
Matorral
Costero
Halófita
1er
Cordópn
de Duna
*Exageración vertical del MDE=10


250,000
500,000
2,250,000
2,000,000
510,000
2,330,000
BENITO JUÁREZ
MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN
Simbología
Lote 15-18
Primer cordón de duna
Camino existente
Elevación (m)
3.69
3.04
2.43
1.79
1.17
0.55
-0.08
-0.70
ecopladesa s.c.
Fuente: Elaboración propia a partir de plano topográfico y Ortofotomosaico digital obtenido de la calibración de 373 imagenes y procesado el 20 de septiembre de 2016. Sistema de Coordenadas: Universal Transversal de Mercator (UTM), referidas al DATUM WGS-84, 16 N.

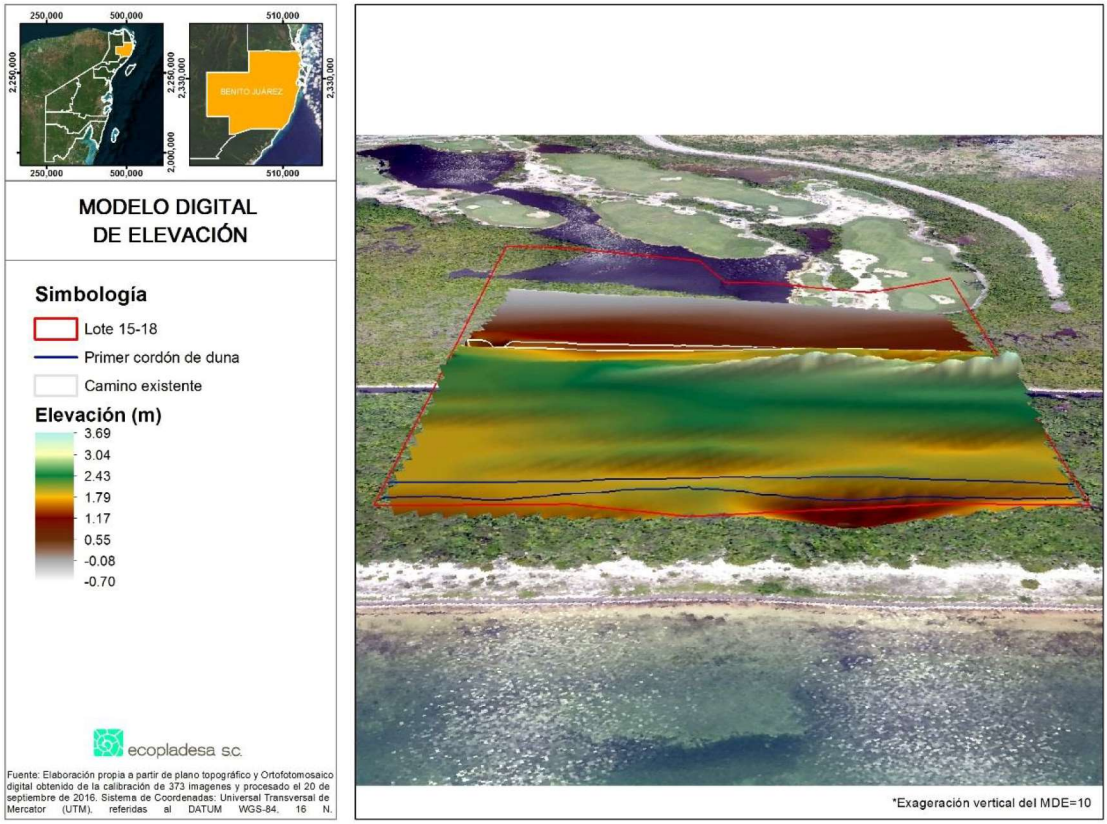


Figura 33. Modelo Digital de Elevación (DEM). Las elevaciones están exageradas 10 veces para permitir su visualización en el modelo.



Figura 34. Imágenes del primer cordón de duna indicado con las flechas color azul. Se puede observar la elevación, el sustrato arenoso, y la vegetación halófita herbácea y arbustiva que lo caracteriza por su carácter semimóvil. Posteriormente en segundo plano se observa el matorral costero con estrato arbustivo y arbóreo bien conformado.

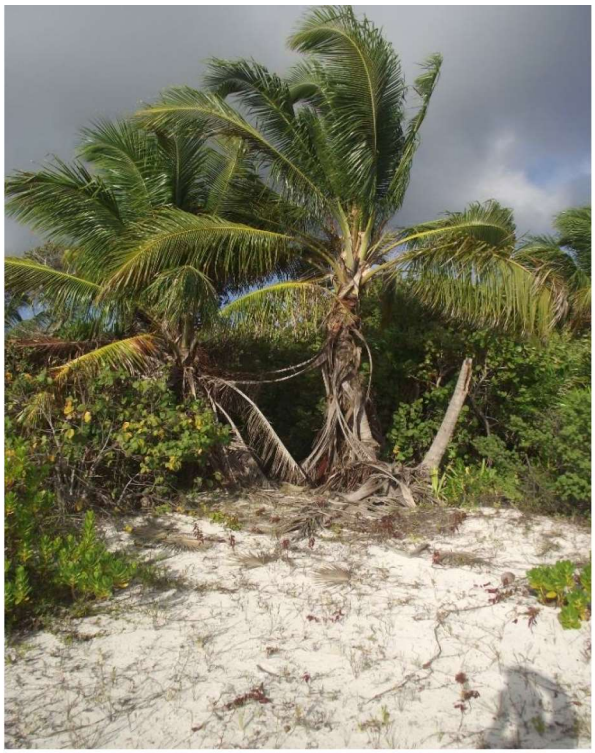




Figura 35. Arriba, primer cordón de duna con sustrato arenoso semimóvil. Abajo. Zona de matorral costero con sustrato orgánico consolidado y estabilizado.

5 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO TERRESTRE: MEDIO BIÓTICO

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Con la finalidad de describir las características y estado de conservación de las comunidades vegetales encontradas dentro del predio, con base en diversos parámetros de su composición y estructura, se realizó un muestreo de la vegetación existente en el predio. A continuación, se procede a la descripción de los métodos de muestreo y resultados.

5.1.1 ANTECEDENTES.

En el área de estudio se registraron básicamente dos tipos de vegetación que son Duna Costera y Manglar.

Según la descripción de la CONABIO la duna costera es definida como “Ecosistema costero formado por montículos de granos de arena o de granos de origen biológico, especialmente calcáreo, producto de la desintegración de los arrecifes de coral y de conchas de moluscos. Su altura es muy variable, ya que pueden ser de menos de un metro, hasta centenares de metros. Las formas son muy variadas, desde los pequeños cordones de dunas los cuales se encuentran paralelos entre sí, hasta dunas con formas de media luna (parabólicas). Estas también, tienen una variedad de microambientes, por las perturbaciones de diferentes vientos y mareas en donde se desarrollan manchones de vegetación de diferentes edades. En cuanto a la vegetación de las dunas costeras es considerada como pionera y los principales fijadores de sustrato dando comienzo a las sucesiones ecológicas de las comunidades vegetativas terrestres. Se distribuyen en la parte trasera de la mayoría de las playas de arena, donde llega la marea más alta y se encuentran en casi todas las costas arenosas del país”.

Los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 m de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. Las especies de mangle que lo componen son de hoja perenne, algo suculenta y de borde entero (CONABIO-INE-CONAFOR-CONAGUA-INEGI, 2006). En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*). Estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques mono específicos.

Según el INEGI (Serie-VI) la vegetación de duna costera se define como “comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando como ello que sean arrastradas por el viente y el oleaje. Algunas de la espeices que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pes-caprae*), alfombrilla (*Abronia marítima*), (*Cronton spp*.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc.

También se puede encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanus icaco*), cruceto (*Randia sp*.) espino blanco (*Acacia sphaerocep-hala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp*.) entre otros.

Con respecto al manglar, el INEGI señala que "Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud. Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 m. En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

La flora característica del norte de Quintana Roo está compuesta por comunidades vegetales que se manifiestan en un conjunto de ambientes edáficos, geomorfológicos y microclimáticos. En la zona de estudio el relieve consiste en una zona pantanosa, una barra arenosa y un cordón de litoral arenoso, donde la influencia de la brisa marina y las inundaciones estacionales son los factores del medio físico que más influyen para la expresión de las comunidades vegetales.

En un estudio previo realizado para la misma zona de estudio (Corporativo ADFERI, 2001), nos indica que en el sitio se presentan comunidades vegetales siguientes: vegetación de dunas costeras, matorral costero, manglar, manglar chaparro disperso, manglar chaparro denso y áreas sin vegetación (zonas inundables); ocupando el primer lugar en superficie las diversas comunidades de mangle (76.8%), seguido por el matorral costero (21.5%), después vegetación de dunas costeras (0.9%) y sólo un 0.8% con áreas permanentemente inundadas. Este estudio se realizó por medios cartográficos a partir de la fotointerpretación de fotografías blanco y negro escala 1:75,000 con fecha de vuelo de enero del 2001 y con la ayuda de un mosaico fotográfico a color escala 1: 15,000 con fecha de vuelo de febrero del 2000.

En dicho estudio, el análisis de vegetación se realizó a través de muestreos con transectos de diferentes superficies dependiendo las comunidades vegetales,

obteniendo que la especie dominante en la vegetación de dunas costeras resultó *Ambrosia hispida* (39.3 de valor de importancia), en el matorral costero la especie arbórea más importante fue *Metopium brownei* (91.8 de valor de importancia), y la especie arbustiva más importante fue *Coccoloba uvifera* (61.5 de valor de importancia).

5.1.2 OBJETIVOS.

General

Realizar una caracterización vegetal del área de estudio, con el fin de documentar e integrar la información relativa a la diversidad vegetal del sitio. Dicha información será la base técnica para generar e implementar acciones de desarrollo y conservación.

Particulares

• Generar el mapa de vegetación del predio que sirva de base para el diseño ambiental del proyecto.

• Describir la estructura y composición de las comunidades vegetales identificadas en el Predio que permita definir el estado de conservación de la misma.

• Registrar la presencia de especies con estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

5.1.3 ÁREA DE ESTUDIO.

La superficie del área de estudio está conformada por un polígono (Lote 15-18) cuya superficie presenta un área de 71,597.16 m^2, ubicada en la Ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Los vértices que la conforman se enlistan en el siguiente cuadro según plano topográfico (Figura 36).



Figura 36. Ubicación del área de estudio.

5.1.4 METODOLOGIA.

La presente caracterización trata de describir de manera general la comunidad vegetal que prevalece en el área de estudio. Los resultados se presentan de acuerdo a las definiciones de Macario-Mendoza (1990, 2003), donde específica que componen una asociación la estructura de la vegetación es la organización de los individuos en el espacio que vegetal, con elementos primarios, como son forma de vida, estratificación y cobertura de la vegetación, y se presenta en dos componentes:

- **La estructura vertical**, que es el arreglo de las especies en capas o estratos.

- **La estructura horizontal** es 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.

Para realizar la descripción del sitio se realizaron 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), Begon *et al.* (1986), Mostacedo y

Fredericksen (2000), y Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo (2005).

La vegetación del predio se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

A) Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección y muestreo, se llevó a cabo en octubre de 2019. Para el reconocimiento preliminar del área y para la fotointerpretación, se analizaron los siguientes elementos:

- Imagen de satélite obtenida del programa Google Earth.
- Imagen de satélite obtenida de la plataforma Europe's Eyes On Earth. Sentinel 2 con fecha de sobrevuelo noviembre de 2019.
- Carta temática INEGI de vegetación y uso de suelo Serie VI (2017), Escala 1:250000.
- Ortofotomosaico obtenido con un equipo drone (Modelo-3DR SOLO DRONE BLACK).

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 el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca Garmin modelo GPSmap 76csx, se ubicaron los diferentes puntos de muestreo en todas las etapas y puntos de apoyo para el procesamiento de la fotografía digital. Las lecturas se registraron en coordenadas UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator) con Dátum WGS84, para la zona (Región 16N).

Con base en las imágenes antes mencionadas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró y modificó mediante el trabajo de campo que comprendió los recorridos prospectivos y muestreos.Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Fujifilm, modelo FinePix S1000fd de 10 Mp.

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 plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), quienes señalan que es un método que permite el muestreo en sitios homogéneamente distribuidos a lo largo y ancho del área de estudio, mismo que a continuación se describe:

Se planteó una red de muestreo conformada por 23 sitios: **4 de vegetación halófita costera, 12 de vegetación de matorral costero, 4 de vegetación de manglar de**

borde y 3 de vegetación de manglar mixto, distribuidos de manera dispersa en el predio de manera que el levantamiento de datos sea representativo de la zona. Finalmente, la distribución de los sitios de muestreo quedó conforme se señala en el (Cuadro 11 y Figura 37).

Cuadro 11. Sitios de muestreo por tipo de vegetación.

POLÍGONO DEL ÁREA DE ESTUDIO			
Coordenadas UTM			Categoría de Vegetación
No.	X	Y	
1	519229.46	2324315.91	Halófita Costera
2	519203.63	2324254.68	Halófita Costera
3	519177.61	2324190.72	Halófita Costera
4	519145.54	2324120.62	Halófita Costera
5	519200.76	2324320.62	Matorral Costero
6	519177.83	2324249.01	Matorral Costero
7	519151.75	2324183.74	Matorral Costero
8	519126.7	2324115.56	Matorral Costero
9	519135.55	2324335.94	Matorral Costero
10	519099.83	2324346.03	Matorral Costero
11	519116.07	2324261.57	Matorral Costero
12	519057.42	2324274.36	Matorral Costero
13	519085.72	2324194.62	Matorral Costero
14	519021.87	2324205.56	Matorral Costero
15	519078.97	2324137.34	Matorral Costero
16	519028.05	2324166.24	Matorral Costero
17	518963	2324201	Manglar de Borde
18	519002	2324271	Manglar de Borde
19	519031	2324333	Manglar de Borde
20	519046	2324374	Manglar de Borde
21	518903	2324232	Manglar Mixto
22	518951	2324293	Manglar Mixto
23	518990	2324338	Manglar Mixto



Figura 37. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

B) Muestreo

El trabajo de campo se realizó en octubre de 2019, en cada sitio de muestreo se reconoció y se ubicó todo cambio en la vegetación, así como el registro de otros rasgos fisiográficos importantes a lo largo de los recorridos de campo.

Posteriormente para caracterizar la vegetación del área de estudio, se realizaron los registros de datos con el método de cuadrantes (Figura 38); de los cuales se consideraron 23 cuadrantes de 10 metros de largo por 10 metros de ancho (100m^2), para todos los tipos de vegetación (Halófita Costera, Matorral Costero, Manglar de Borde y Manglar Mixto), y tipos de estratos (Rastrero, Trepador, Epífito, Herbáceo, Arbustivo y Arbóreo).

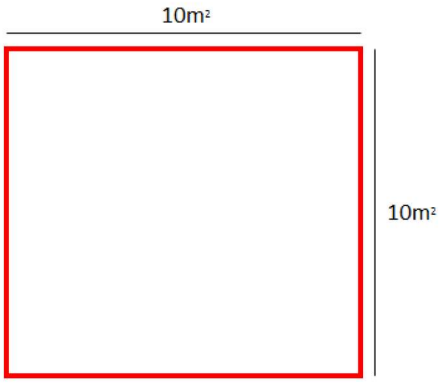


Figura 38. Método de cuadrantes.

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes aspectos de la vegetación:

- Familia botánica.
- Nombre científico de los ejemplares observados.
- Nombre Común.
- Número de individuos por especie y estrato vegetal al que pertenecen.
- Altura promedio por individuo.
- Perímetro del tronco a la altura del pecho (PAP) para los árboles y Perímetro de la base para los arbustos (PB).
- Estimación del porcentaje total de la cobertura de cada especie, particularmente para los ejemplares juveniles (plántulas), herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.





Figura 39. Muestreo por cuadrantes en la vegetación Halófita Costera.



Figura 40. Muestreo por cuadrantes en la vegetación del Matorral Costero.



Figura 41. Muestreo por cuadrantes en la vegetación de Manglar de Borde.





Figura 42. Muestreo por cuadrantes en la vegetación de Manglar Mixto.

c) 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 fórmulas.

Riqueza Específica:

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:

$$\text{Índice de Simpson } (D) = 1 - \sum_{i=1}^{S} (p_i)^2$$

Dónde:

S= Riqueza especifica 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.

La equitabilidad se calculó como:

$$E=D/D\ max.$$

Dónde:
D=Diversidad y
D máx.= 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, también puede medirse en función de la Cobertura. Este conteo individual no se puede realizar debido a que la forma de vida de las especies de interés es rastrero o postrado, que llegan a entrelazarse entre sí o con partes de su estructura enterradas bajo el suelo, como el caso de la mayoría de las herbáceas.

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:

$$\mathbf{Dr} = \frac{\text{No. Individuos de la especie “X”} \quad x \quad 100}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

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:

$$\mathbf{Da=}\ \frac{\text{No. Individuos de la especie "}X\text{"} \times \text{área total}}{\text{Área muestreada en m}^2}$$

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:

$$\mathbf{Fr =}\ \frac{\text{Frecuencia de la especie "X"} \times 100}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}.$$

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 1.3m 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:

$$D = \text{Perímetro Altura del Pecho} / \pi$$

Dónde:

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:

$$\mathbf{Dor =}\ \frac{\text{Área ocupada por el tronco a la altura del pecho de la especie "X"} \times 100}{\text{Área ocupada por el tronco a la altura del pecho de todas las especies}}$$

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 en tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. 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 vegetal. 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 área, densidad y frecuencia en 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.

Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativas (cobertura y área) de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así en Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies. En algunos casos se utilizó la variante de Dominancia en forma de Cobertura para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho.

I.V.I = Abundancia relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

Calculando el I.V.I, sobre sale el hecho de que no siempre las especies que tienen el valor más alto en alguno de los parámetros individualmente, resultan ser los 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 Pulido y Serralta (1993); Flores *et al.* (1994); Granados *et al.* (1998); Agraz *et al.* (2006); Carnevali *et al.* (2010); y el Atlas de Plantas Vasculares de Florida (www.plantatlas.usf.edu); Gann *et al.* (2005-2007). http://www.regionalconservation.org. Malezas de México. (2007-2) junio 07.

Estratificación:

Para analizar la estructura vertical de la vegetación del área de estudio se definieron los siguientes parámetros, contabilizando a los individuos de la siguiente forma:

- *Estrato arbóreo*: mayor a 3 m de altura.
- *Estrato arbustivo*: entre 1 y 2.9 m de altura.
- *Estrato herbáceo*: menor a 0.99 m de altura.

d) Ortofotomosaico digital

Para la obtención del ortofotomosaico digital se realizó una planeación de vuelo sobre el terreno con un vehículo aéreo no tripulado modelo SOLO 3DR. El sobrevuelo se conformo de 4 misiones a una altura de 110 m.

Una ves realizados los sobrevuelos, se obtuvo un total de 373 fotografias, mismas que posterimente fueron procesadas en el Software Pix4D para crear un ortofotomosaico.

Los resultados de la elaboración del ortofotomosaico digital fueron: un total del 100% de imágenes calibradas, es decir 373 de 373, con un error medio promedio de 10.14 cm y un área cubierta de 280.91 ha. Obteniendo entonces un ortofotomosaico en formato TIFF y su correspondiente Modelo Digital de Superficie (DSM).

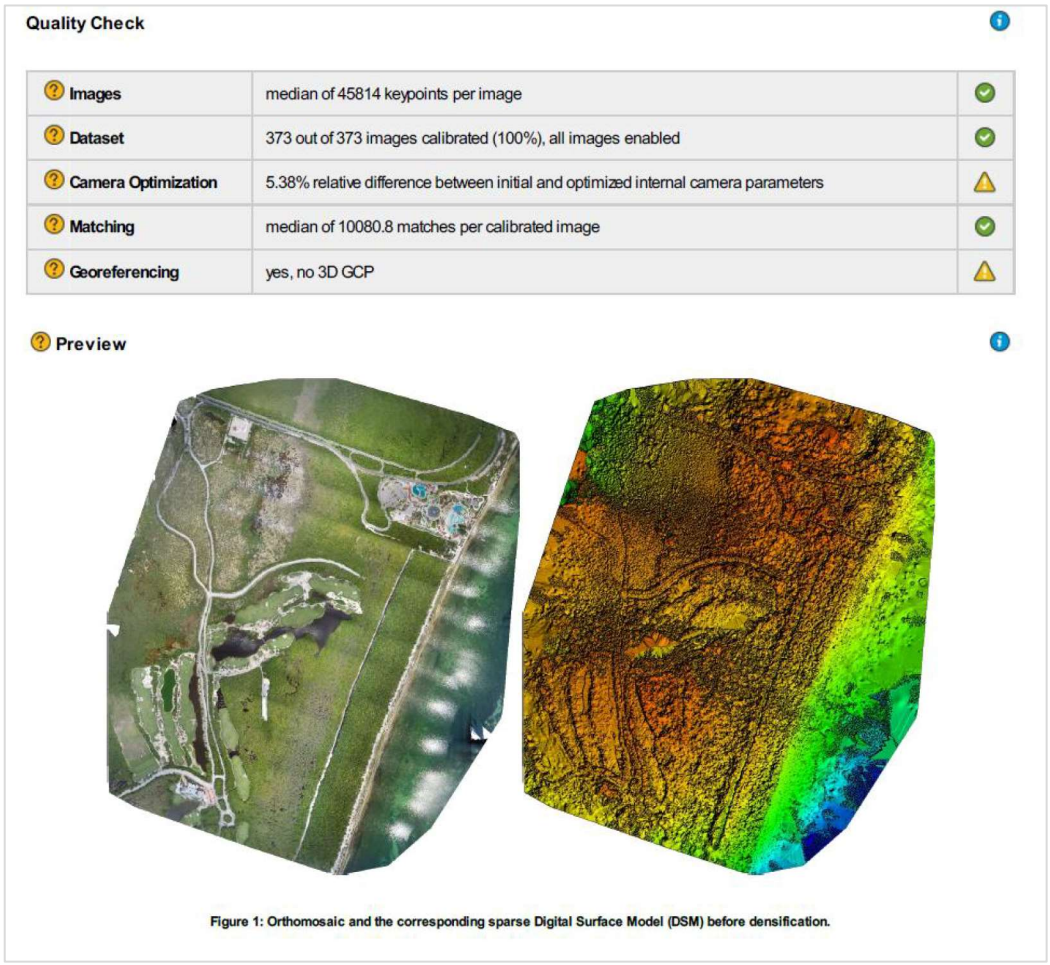


Figura 43. Se muestra un extracto del reporte de calidad obtenido durante el procesamiento de las imágenes en el software PIX4D, asi como el ortofotomosaico y modelo digital de superficie obtenido post procesamiento.

5.1.5 RESULTADOS.

Vegetación INEGI Serie VI.

Como resultado de la revisión bibliográfica, se analizó la carta de vegetación y uso de suelo de INEGI-2017 Serie-VI, la cual se encuentra también en el portal de geoinformación de la CONABIO. Dichas fuentes señalan que el área de estudio se encuentra cubierta por vegetación de manglar y una pequeña porción por urbano construido.

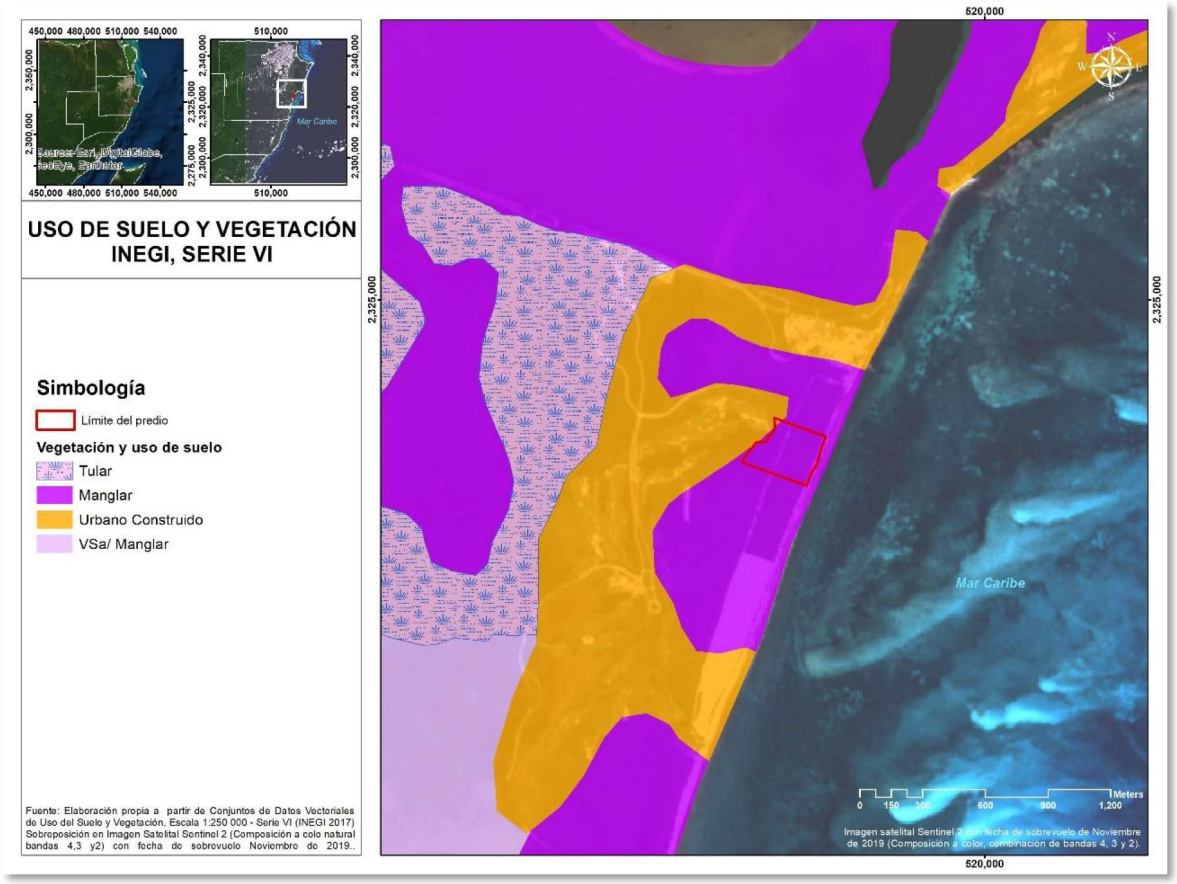


Figura 43a. Mapa de vegetación INEGI Serie VI (2017).

La carta INEGI tiene una escala de 1:250,000, contiene información muy generalizada debido a que fue generada para abarcar todo el país, por lo que no se ajusta totalmente a las condiciones reales del sitio. Sin embargo, dio una idea aproximada de lo que se encontraría en el sitio durante el trabajo de campo.

Tipos de Vegetación del predio.

Posteriormente se realizó un análisis de fotointerpretación de la imagen de satélite obtenidas del Google Earth (noviembre de 2019) y el ortofotomosaico (DRON)

analizado. Con dicha información se generó un mapa de vegetación preliminar, el cual fue corregido y complementado con el trabajo de campo.

Con base en el trabajo de campo, se pudo observar que el área de estudio tiene asociaciones vegetales diferentes a las mencionadas en la Guía para la interpretación de cartografía Uso de suelo y vegetación de INEGI (Serie VI). Considerando lo anterior y respetando la clasificación vegetal de dicha fuente, se puede determinar que la vegetación que cubre el área de estudio, se puede dividir en dos grandes secciones que son denominadas como "Vegetación de duna costera y Vegetación de manglar". De igual forma define Áreas desprovistas de vegetación como: son áreas donde la vegetación natural o inducida ha sido eliminda por diferentes actividades humanas, en el predio de interés se puede apreciar una franja que corresponde a este uso de suelo debido al impacto generado con la construcción y habilitación del camino existente que atraviesa el predio. En la siguiente imagen se muestra un mapa con la vegetación del área de estudio (Figura 43b).

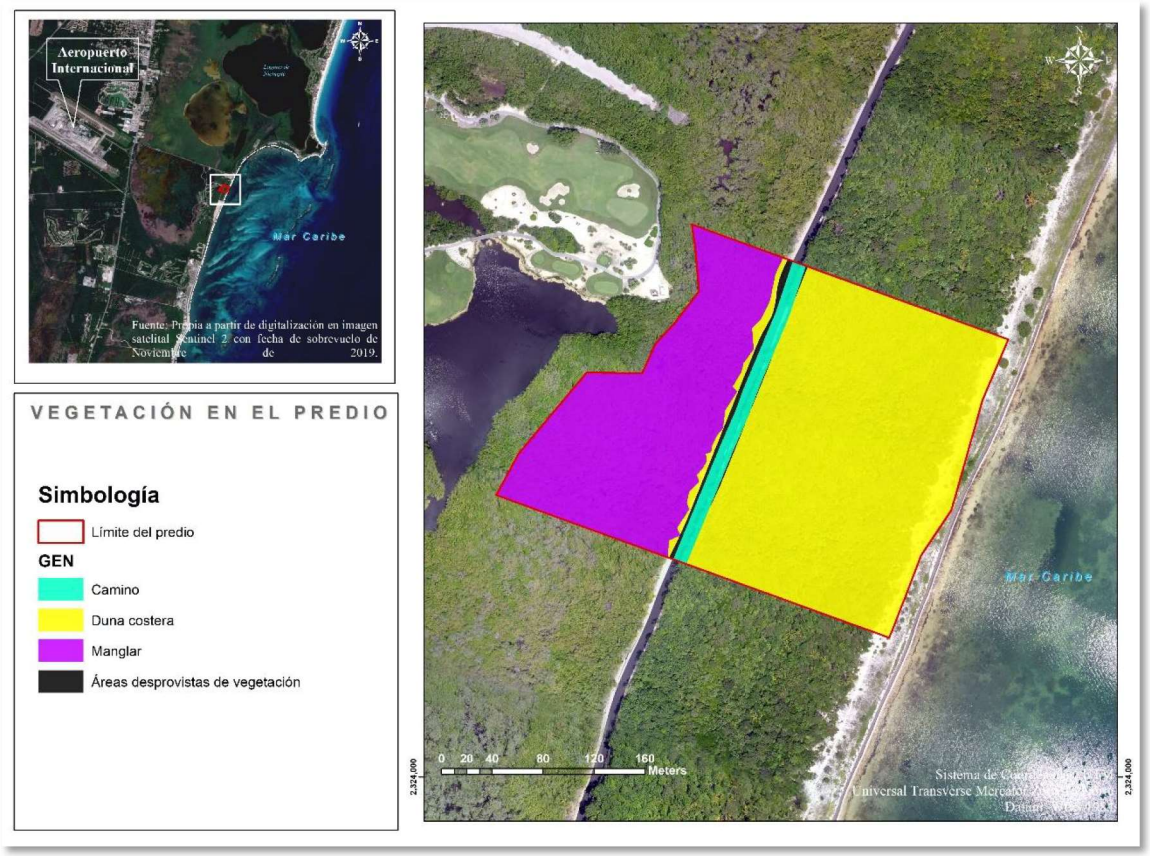


Figura 43b. Mapa de vegetación del predio.

Dado que, dentro de cada tipo de vegetación, se encontraron peculiaridades importantes, con base a las diferentes asociaciones vegetales incluidas. Se juzgó pertinente hacer una caracterización vegetal más detallada para el área de estudio. Dicha caracterización fue basada en una clasificación vegetal que se ha realizado

a escala del estado de Quintana Roo y por lo tanto se encontraría más relacionada con las observaciones de campo. Se utilizó la clasificación vegetal sugerida por la UQROO y realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT, 2005). Según la clasificación del PEOT (UQROO, 2005) los tipos de vegetación encontrados en el área de estudio son los que se enlistan en al cuadro siguiente.

Tipo de vegetación	Asociaciones vegetales propias de cada tipo de vegetación
• Vegetación de duna costera o vegetación Halófita	• Vegetación pionera o Halófita costera
	• Matorral costero
• Vegetación de Manglar	• Manglar con *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo) o bordeante.
	• Manglar mixto.

A continuación, se hace una pequeña descripción de los aspectos relevantes de cada uno de las asociaciones vegetales presentes en el área de estudio según la UQROO-2005.

La **vegetación Halófita costera** (vegetación pionera) integra a aquellas especies que se distribuyen preferentemente sobre un sustrato arenoso, lo que es propio de la gran mayoría de las playas ubicadas frente al Mar Caribe. Por ello, es posible su ubicación en extensas zonas como son las playas arenosas de Isla Blanca, en la Riviera Maya (Cancún a Tulum), de la costa norte, centro y sur de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an y en Costa Maya (desde Punta Herrero a Xcalak). En este sentido, la vegetación pionera habrá de corresponder al conjunto de especies que se distribuyen de manera muy cercana a la línea de rompiente de la marea. Se considera además que estas especies se adaptan a la continua movilidad que puede tener el sustrato, el cual inclusive puede llegar a ser erosionado por la fuerte intensidad de las corrientes marinas y su impacto en la zona de playa, sobre todo durante la presencia de intemperismos severos que se manifiestan en toda la zona litoral del Estado. Dadas las características topográficas de la línea de costa, la vegetación pionera puede comprender una estrecha franja de terreno que alcanza una amplitud entre 1 y 20 m. En esta área, se observa la dominancia de plantas herbáceas y rastreras distribuidas de manera esparcida sobre la playa con sustrato arenoso, la cual se podrá hacer más densa a medida que se aleja de la influencia del mar o de que se manifiesten las condiciones para un desarrollo más vigoroso, el cual es propicio cuando se presentan depresiones del terreno o alguna barrera física que permite una mayor estabilidad al sustrato arenoso. Desde luego que la vegetación pionera no alcanzará un buen desarrollo, debido a los cambios continuos en el nivel del mar, la elevada salinidad e intensa radiación solar. De cualquier forma, esta vegetación puede llegar a cubrir de manera densa extensas superficies de terreno o más frecuentemente se presenta con una dominancia de especies dispersas. Como se ha mencionado, en general las especies son pequeñas herbáceas o rastreras, de tallos y follaje craso a suculento y que apenas llegan a tener entre 10 y 40 cm de altura.

El **Matorral costero** presenta una amplia zona de distribución, por lo que se considera como típica de toda la franja costera frente al Mar Caribe en el estado de Quintana Roo. Su ubicación precisa es aledaña a las asociaciones mencionadas anteriormente, formando franjas que cubren una zona de suelos arenosos y siguiendo la topografía del terreno. En caso de la presencia de algún tipo de intemperismo está comunidad puede ser afectada directamente. No obstante, por lo general se encuentra bien estabilizada. Esta zona de la duna se encuentra sujeta a la limitante de la fuerte intensidad de los vientos y sobretodo de la irradiación solar. Sin embargo, la vegetación de matorral costero se manifiesta como una comunidad mucho más densa y los individuos alcanzan una mayor altura, llegando a establecerse especies arbustivas con tallos leñosos.

Manglar de borde: La distribución del manglar con *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo) en zonas que limitan con la vegetación de selva baja, es un patrón muy particular de distribución de esta especie, la cual parece preferir mejores condiciones del sustrato y zonas de inundación con menor porcentaje de sales que el resto de las especies de manglar que se presentan en la región. Desde luego que la baja tolerancia a la salinidad que presenta esta especie, se acentúa cuando recibe un gran aporte de agua dulce proveniente de la precipitación pluvial.

El manglar con *C. erectus* es una asociación relativamente diversa, aunque se pueden incorporar especies como: *Manilkara zapota* (Zapote), *Metopium brownei* (Chechem negro), *Ateleia gumifera*, etc. especies que si bien pueden ser propias de las selvas bajas y medianas. Solamente que en estos casos el mangle Botoncillo es el elemento dominante, que alcanza una altura que varía entre 3 y 8 m, con clases diamétricas que se ubican entre los 8 y 12 cm en DAP.

Manglar mixto: El manglar considerado de tipo mixto está representado en la zona por una comunidad en donde se mezclan todos los elementos de manglar descritos para la región como son: *R. mangle* (Mangle Rojo), *L. racemosa* (Mangle Blanco), *A. germinans* (Mangle Negro) y *C. erectus*. En todos los casos, el manglar mixto se constituye como una comunidad muy densa, con individuos que alcanzan entre 2 y 15 cm de DAP y el dosel está prácticamente cerrado. En este ambiente es notoria la presencia de individuos inclinados, seguramente por el efecto de los vientos y por la suavidad del sustrato, el cual no les brinda un buen soporte a los individuos de mayor porte. Cabe destacar, que se presenta una inundación que parece permanente en esta zona, ya que se observó incluso en temporada de secas. Un rasgo importante dentro de esta vegetación, es la presencia ocasional de pteridofitas como son: *Acrostichum danaeifolium* (Helecho de manglar) y de *Microgramma nitida*, ya que estas especies se adaptan bastante bien a zonas con elevada salinidad. Asimismo, sigue siendo notorio en el sotobosque una gran proporción de individuos de *Batis maritima*, una herbácea de tallos lignificados que generalmente siempre está asociada en su distribución con el *A. germinans* (Mangle Negro).

Con base a ambas clasificaciones se procedió a generar el mapa de vegetación del área de estudio que a continuación se presenta.

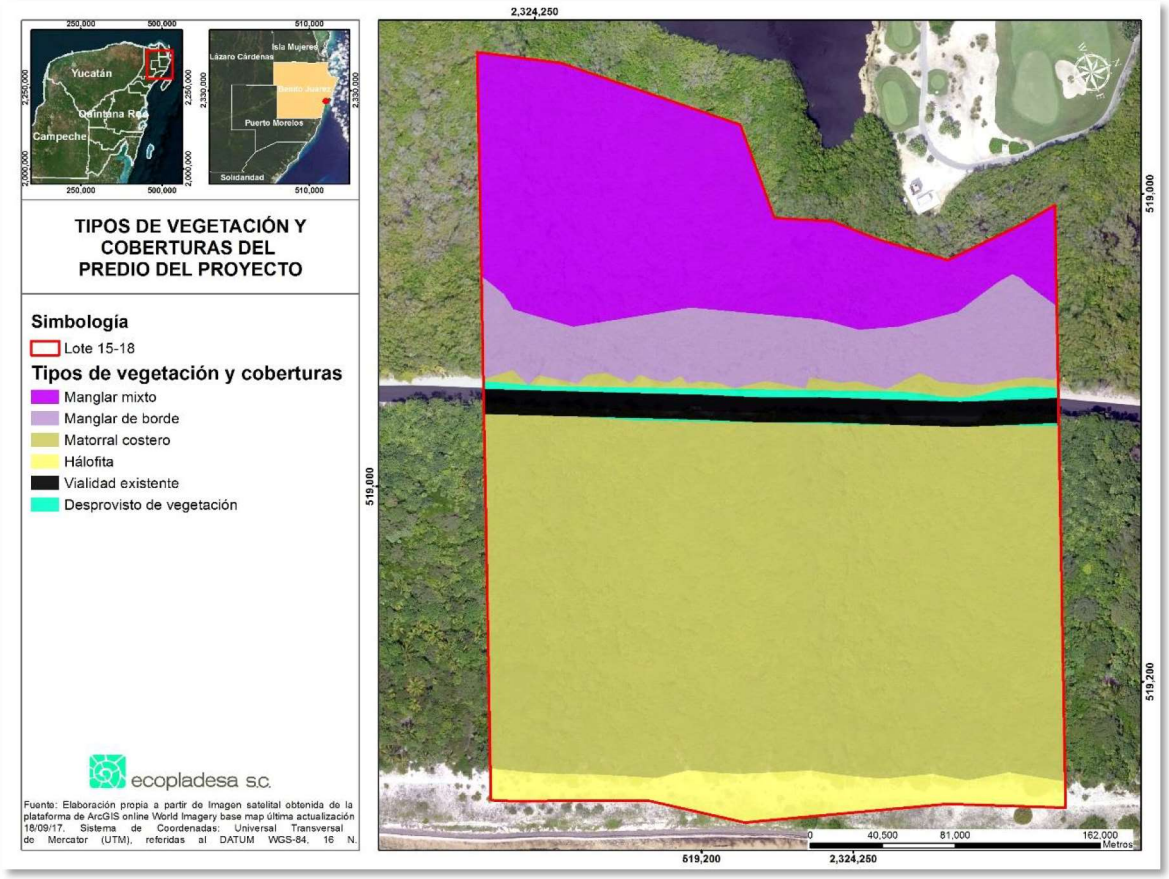


Figura 44. Mapa de vegetación del área de estudio. Fotointerpretación de imagen de dron (Fuente: Ortofotomosaico Digital, 2019).

Se puede observar que el Matorral Costero es la asociación con mayor porcentaje de ocupación con relación al predio con el 55.85 %, seguida por Manglar Mixto con el 23.23 %, el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20 %. En otros tipos de uso se encuentran la vialidad existente con un porcentaje de ocupación de 3.88% y las áreas desproviustas de vegetación con 1.20% (Cuadro 12).

Cuadro 12 Superficies y porcentajes de la asociación vegetal del área de estudio.

Tipos de vegetación y coberturas	Superficie (m^2)	%
Matorral Costero	39,989.95	55.85
Manglar mixto	16,635.80	23.23
Manglar de Borde	7,618.17	10.64
Halófita	3,722.94	5.20
Vialidad existente	2,777.00	3.88
Áreas desprovistas de vegetación	853.30	1.20
Total	**71,597.16**	**100**

Así, en el área de estudio se registraron dos tipos de vegetación definidas como **vegetación de duna costera** y **vegetación de manglar**. Una vez que se realizó el trabajó prospectivo en cada uno de los tipos de vegetación fue posible definir los límites entre las asociaciones vegetales.

En la **vegetación de duna costera** se definieron las siguientes asociaciones vegetales:

- Halófita Costera
- Matorral Costero

En la **vegetación de manglar** se definieron dos asociaciones vegetales:

- Manglar de borde
- Manglar mixto

A continuación, se presenta la descripción de los aspectos relevantes que caracterizan cada uno de las asociaciones vegetales mencionadas.

Los tipos de vegetación registrados dentro del área de estudio, se encuentran dispuestos en franjas paralelas a la línea de costa, colindando con el Mar Caribe.

Vegetación de Duna Costera

En términos generales, la vegetación de duna costera está conformada por una sección de vegetación de baja altura y con hábitos principalmente halófitos. En la porción más cercana a la costa dominan las especies de hábitos rastreros y herbáceos, en la parte más lejana a la línea de costa las formas más comunes son arbóreos de baja talla y palmas. En general se desarrolla muy cercana a la línea de costa donde la influencia de los vientos provenientes del mar es el factor determinante para la composición específica de este tipo de vegetación.

Halófita Costera

Esta asociación vegetal comprende una estrecha franja de terreno que alcanza una amplitud promedio de 30 m, incluyendo la porción de halófita que queda fuera de los límites del predio en su porción Este, sin embargo, dentro del predio la parte más ancha tiene 21.41 m. En esta área, es notoria la dominancia de plantas herbáceas y rastreras distribuidas de manera dispersa sobre la playa, con arena como sustrato y en general las especies son pequeñas, de tallos y follaje craso a suculento y alcanzan alturas entre los 10 y los 40 cm. Esta asociación vegetal sobrepasa el límite Este del del predio.

En esta sección la presencia de *Chamaesyce prostrata, Sporobolus virginicus, Ambrosia hispida* e *Ipomoea pes-caprae* son los elementos más evidentes.



Chamaesyce prostrata (Hierba de Golondrina)



Sporobolus virginicus (Zacate de mar)



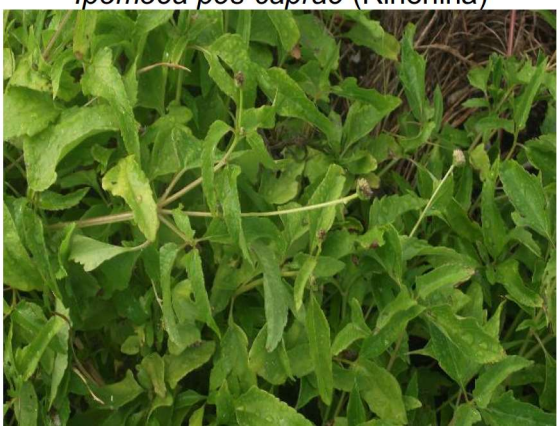
Ambrosia hispida (Margarita de mar)



Ipomoea pes-caprae (Riñonina)



Phyla nodiflora (Té)



Melanthera nivea (Botón de plata)

Figura 45. Imágenes de Halófita Costera resaltando la presencia de algunas de sus especies.

El estado general de esta franja de vegetación es de una estructura vegetal característica, es decir, sin la presencia de árboles o arbustos de mayor porte, con

una cobertura promedio del 65 %, principalmente en la sección de la Halófita que se encuentra dentro de los límites del predio.

En términos generales es un sitio donde se hace evidente la acumulación de residuos en ciertos puntos, principalmente en el límite con la vegetación de matorral costero, por lo que será necesario implementar acciones de limpieza y recuperación de residuos.



Figura 46. Imágenes de la vegetación Halófita Costera resaltando la presencia de residuos sólidos acumulados.

Matorral Costero

Continuando desde la línea de costa hacia el Oeste de la vegetación Halófita Costera, se encuentra una franja de vegetación muy densa, con un follaje cerrado y con una altura máxima promedio del dosel de 9 m. Esta se dispone en forma de franja amplia (160 m en promedio), paralela a línea de costa y cubriendo básicamente la zona de la duna costera topográfica. Se desarrolla sobre un suelo básicamente arenoso que se entremezcla con el suelo orgánico, a medida que se aleja de la línea de costa.

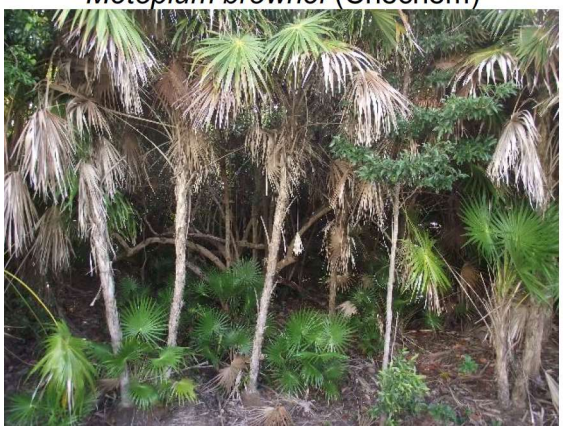
En esta sección se registraron los individuos con mayores alturas (hasta 9 m) y con DAP´s de más de 50 cm. Los elementos más evidentes son: *Metopium brownei, Sideroxylon americanum, Thrinax radiata y Pithecellobium keyense*.



Metopium brownei (Chechem)



Sideroxylon americanum (Bumelia)



Thrinax radiata (Chit)



Pithecellobium keyense (Ya´ax k´aax)



Cocos nucifera (Coco)



Coccoloba uvifera (Uva de mar)

Figura 47. Imágenes de Matorral Costero resaltando la presencia de algunas de sus especies.

Vegetación de Manglar

Al continuar al Oeste del predio, se encuentra la vegetación de manglar en las secciones más bajas del predio. Es decir, que se desarrolla dentro de la fracción que le corresponde al predio de la cuenca del humedal marginal de la laguna Nichupté. En función de la topografía marginal de la cuenca se pudo registrar diferencias en cuanto a la composición, altura y diámetros de los mangles presentes en esta sección. En base a esto, se distinguieron las dos asociaciones de vegetación que a continuación se describen.

Manglar de Borde

El manglar de borde, se encontró como una asociación conformada por diversos elementos de mangle entremezclados (Mangle Blanco, Mangle Rojo, Mangle Negro y Mangle Botoncillo), donde la presencia de *Conocarpus erectus* es muy evidente e incluso alcanza alturas de hasta 13 m y DAP´s mayores a 50 cm.



Conocarpus erectus (Mangle Botoncillo)



Conocarpus erectus (Mangle Botoncillo)



Rhizophora mangle (Mangle Rojo)



Rhizophora mangle (Mangle Rojo)

Figura 48. Imágenes de Manglar de Borde resaltando la presencia de: Mangle Botoncillo y Mangle Rojo.

Manglar Mixto

Continuando al Oeste se encuentra una zona denominada manglar mixto, donde las especies de Mangle Blanco, Mangle Rojo, Mangle Negro y Mangle Botoncillo están entremezcladas. Aunque el paisaje se encuentra dominado por la presencia de *Rhizophora mangle*. Este ambiente se encuentra en la zona más baja de la cuenca del humedal en sentido topográfico, por lo que, esta sección del terreno permanece inundada durante la mayor parte del año, tal y como se pudo constatar durante el trabajo de campo y en el análisis de las Imágenes de satélite disponibles en el Google Earth (en temporada de secas y lluvias del 2015, 2016 y 2017). En esta sección se registraron alturas de 6 m y DAP mayores a 50 cm para individuos de *Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa y Rhizophora mangle*.



Conocarpus erectus (Mangle Botoncillo)



Avicennia germinans (Mangle Negro)



Rhizophora mangle (Mangle Rojo)



Laguncularia racemosa (Mangle Blanco)

Figura 49. Imágenes de Manglar Mixto resaltando la presencia de: Mangle Negro, Mangle Botoncillo, Mangle Rojo y Mangle Blanco.

Infraestructura

El predio se encuentra atravesado por un camino asfaltado y se ubica aproximadamente entre la vegetación de matorral costero y la vegetación de manglar. Sobre este camino, se hace muy evidente el tránsito de fauna que se encuentra en la zona, dado que aún no hay tránsito vehicular ni desarrollos en los alrededores. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado por la construcción del proyecto Hotel Lote 15-15 ubicado al sur del predio de esta caracterización. Se destaca también, que existen pasos de agua debajo del camino formando puentes por los cuales también llega a atravesar fauna de la zona de manglar a matorral costero.



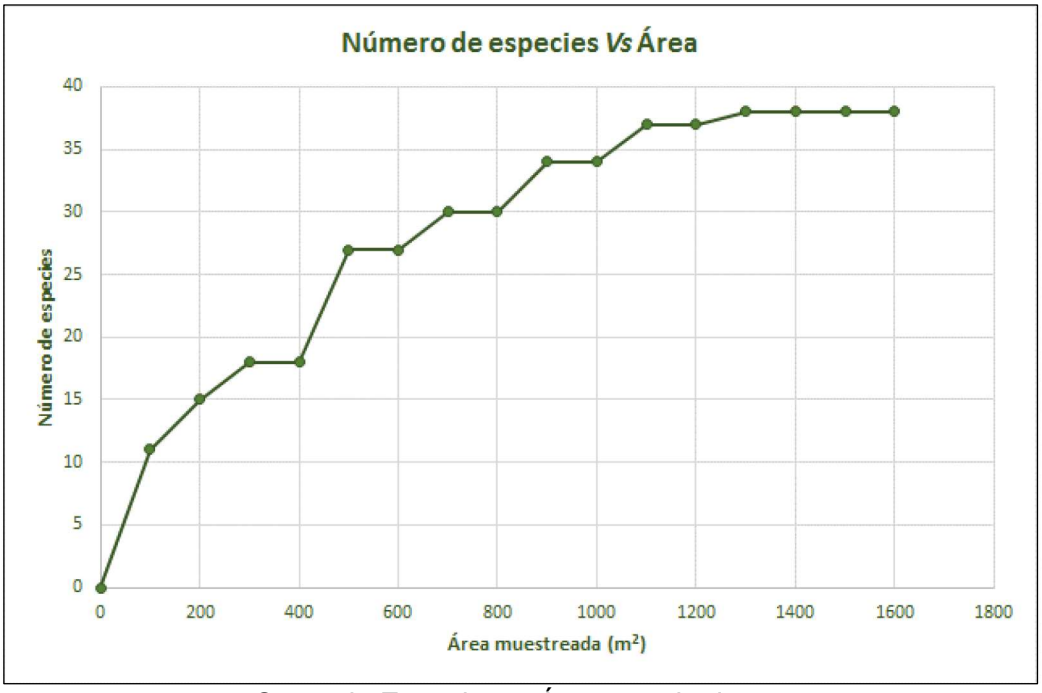




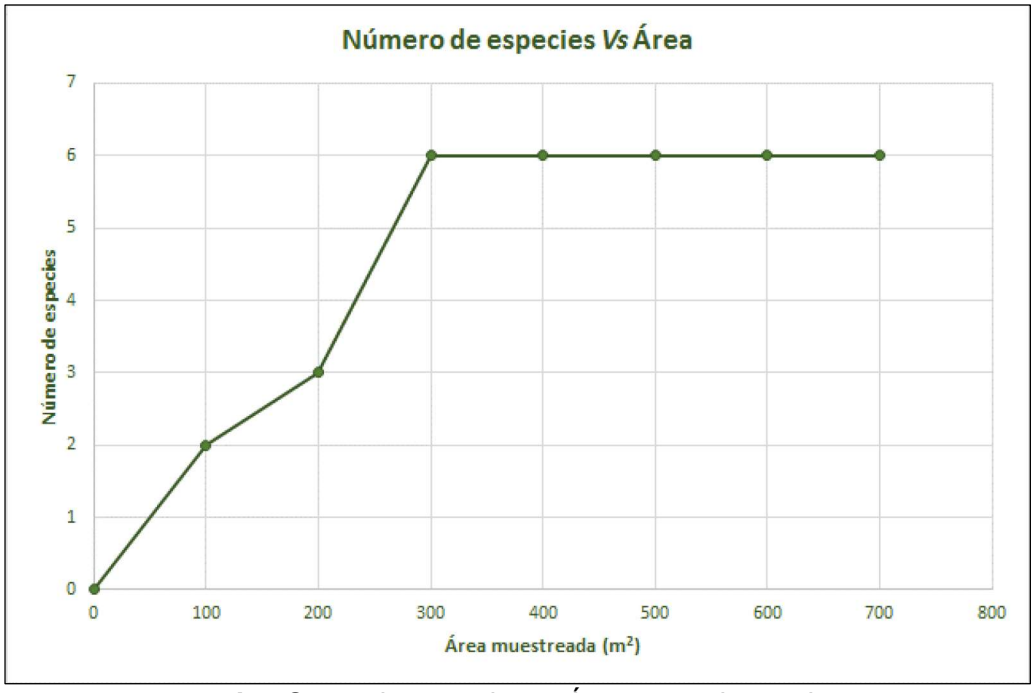
Figura 50. Imágenes del Camino y pasos de agua.

5.1.6 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO.

Para iniciar los estudios de campo y con la intención de evaluar la representatividad del muestreo, se realizó un análisis de las curvas de "Especie *Vs*. Área". Como resultado de esto, se encontró que el muestreo es representativo. Las gráficas siguientes presentan dicho análisis (Figura 51).



a. Curva de Especie *vs.* Área para la duna costera.



b. Curva de especie *vs.* Área para el manglar.

Figura 51. Curvas de especie vs. Área por asociación vegetal (a y b).

En el área de estudio se contabilizó la presencia de **50 especies** pertenecientes **a 33 familias** botánicas. De estas, solo 16 **especies** no se registraron dentro de los sitios de muestreo, pero se observaron en los diferentes tipos de vegetación durante los recorridos o bien, en sitios muy cercanos a los cuadrantes, como especies raras o poco representativas.

La composición específica de la vegetación de duna costera es de **42 especies** y solo **14 especies** para el manglar. Dentro de la vegetación de duna costera, la vegetación que tiene una mayor riqueza específica fue el **Matorral Costero** con 24 especies registradas en los sitios de muestreo, seguido de la vegetación **Halófita Costera** con 17 especies.

En la vegetación de **Manglar** se registraron 14 especies, de las cuales solo 6 estuvieron dentro de los sitios de muestreo. El **Manglar de Borde** con 6 especies y el **Manglar Mixto** que tiene una riqueza específica de 3 especies, esto se puede deber a que solo un pequeño grupo de plantas pueden vivir en sitios bajo condiciones de saturación de humedad.

Cuadro 13. Lista general de especies registradas en el área de estudio (HC- Halófita Costera, MC- Matorral Costero, MB-Manglar de Borde, MM-Manglar Mixto).

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación			
			Vegetación de duna costera		Vegetación de manglar	
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	HC	MC	MB	MM
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle Negro			X	
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	X			
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio	X	X		
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem		X		
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco		X	X	
	Thrinax radiata	Chit		X		
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Botón de plata	X			
	Ambrosia hispida	Margarita de mar	X	X		
Bataceae	*Batis maritima*	Perejil de playa	X			
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote de mar		X		
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka		X		
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo			X	X
	Languncularia racemosa	Mangle Blanco			X	X
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	X			
Euphorbiaceae	*Chamaesyce prostrata*	Golondrina chica	X			
Fabaceae	*Lotus maritimus*	Lotunus	X			
	Pithecellobium keyense	Ya´ax k´aax		X		
Gentianaceae	*Eustoma exaltatum*	Violeta	X			
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup	X			
Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte		X		
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Eugenia		X		
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Pasiflora	X			
Poaceae	*Eragrostis curvula*	Zacate llorón	X			
	Cenchrus incertus	Zacate cardo	X			
	Bambusa vulgaris	Bambú		X		
	Sporobolus virginicus	Zacate de mar	X			

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación			
			Vegetación de duna costera		Vegetación de manglar	
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**HC**	**MC**	**MB**	**MM**
	Panicum maximum	Zacate guinea		X		
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	X		
	Gymnopodium floribundum	Tzitzilché		X		
Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha huevo		X	X	
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Xi'in che		X		
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo			X	X
Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Golondrina		X		
	Chiococca alba	Oreja de ratón		X		
	Morinda citrifolia	Noni		X		
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Bumelia		X		
	Chrysophyllum mexicanum	Cayumito de monte		X		
	Manilkara zapota	Chicozapote		X		
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil	X	X		
Verbenaceae	*Phyla nodiflora*	Te	X			
	Lantana involucrata	Orégano		X		
	S Tipo de vegetación		**17**	**24**	**6**	**3**
27	**S=41**		**37**		**6**	
Observadas						
Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	Bejuco			X	X
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Botón de plata		X		
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Simikay	X			
Cyperaceae	*Cyperus planifolius*	Xtup-suk	X			
Fabaceae	*Sophora tomentosa*	Saal che'		X		
Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de Monte	X			
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil k'aax	X			
Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Álamo			X	
Orchidaceae	*Encyclia alata*	Orquídea				X

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación			
			Vegetación de duna costera		Vegetación de manglar	
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**HC**	**MC**	**MB**	**MM**
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tzitzilché		X		
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium*	Helecho de manglar				X
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote			X	
Sterculiaceae	*Waltheria americana*	Malva de monte	X			
	S Tipo de vegetación		**5**	**3**	**3**	**3**
15	**S=16**		**8**		**6**	
	S Tipo de vegetación		**22**	**27**	**9**	**6**
34	**Total S=50**		**42**		**15**	

En el análisis por familias se puede observar que la familia con mayor número de especies fue Poaceae que representa el 10.20 %.

Seguidas en importancia por las familias Rubiaceae, Sapotaceae y Verbenaceae representadas por 6.12 % cada una; las familias Fabaceae, Arecaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Combretaceae y Polygonaceae que tienen 2 especies cada una representadas en un 4.08 %, y el resto de las familias representadas por 1 especie indicando un 2.04 % cada una (Figura 52).

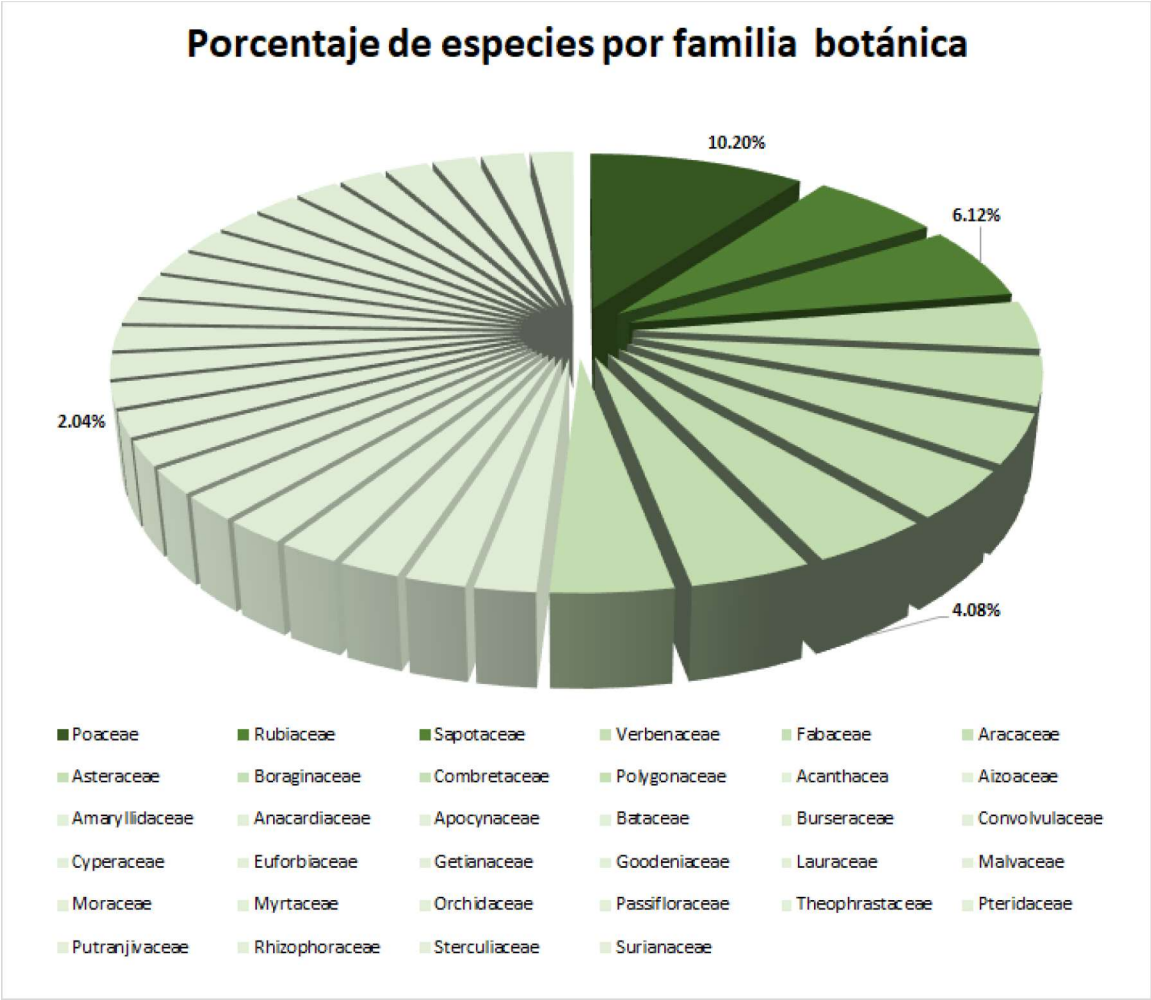


Figura 52. Porcentaje general de especies por familia para el área de estudio.

Especies en la NOM- 059-SEMARNAT-2010.

Del total de las especies registradas en el área de estudio, 6 especies están señaladas como no endémicas para el estado de Quintana Roo y las 6 especies están mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especies amenazadas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría	
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle Negro	A	NE
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nakax	A	NE
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	A	NE
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	A	NE
	Languncularia racemosa	Mangle Blanco	A	NE
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	A	NE

Vegetación de Duna Costera

Halófita Costera (HC)

En la sección de HC del área de estudio se contabilizaron 22 especies, representantes de 19 familias botánicas, y cinco de estas son especies observadas fuera de los sitios de muestreo.

Su estructura está conformada por al menos 4 estratos: arbustivo, herbáceo, rastrero y trepador parásito. Y la porción de la vegetación del estrato herbáceo fue la que presentó la mayor riqueza específica con 15 especies (Cuadro 15).

Cuadro 15. Lista de especies presentes en la vegetación Halófita Costera.

Clasificación Taxonómica			Estratos		
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa			r
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio		X	
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Botón de plata		X	
	Ambrosia hispida	Margarita de mar			r
Bataceae	*Batis maritima*	Perejil de playa		X	
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina			r
Euphorbiaceae	*Chamaesyce prostrata*	Golondrina chica		X	
Fabaceae	*Lotus maritimus*	Lotunus		X	
Gentianaceae	*Eustoma exaltatum*	Violeta		X	
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup		X	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Pasiflora			r
Poaceae	*Eragrostis curvula*	Zacate llorón		X	
	Sporobolus virginicus	Zacate de mar		X	
	Cenchrus incertus	Zacate cardo		X	
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar		X	
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil		X	
Verbenaceae	*Phyla nodiflora*	Te			r
14	**S** tipo de estrato **=17**		**0**	**12**	**5**
Observadas					
Malvaceae	*Malvaviscus arboreus*	Bisil k'aax		X	
Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de Monte			t/p
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Simikay	X		
Cyperaceae	*Cyperus planifolius*	Xtup-suk		X	

Clasificación Taxonómica			Estratos		
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Sterculiaceae	*Waltheria americana*	Malva de monte		X	
5	**S** tipo de estrato **=5**		**1**	**3**	**1**
19	**Total S=22**		**1**	**15**	**6**

Estrato trepador parásito (t/p) y rastrera (r). El estrato arbustivo no se describe ya que estuvo conformado por elementos aislados de Sikimay que no se registraron en los sitios de muestreo.

De las 19 familias botánicas registradas, la familia Poaceae fue la de mayor riqueza específica con 3 especies, que representa el 13.64 %. Seguida de la familia Asteraceae que tiene 2 especies (9.09%), y el resto de las familias está representada por solo una especie, que es el 4.55 % cada una (Figura 53).

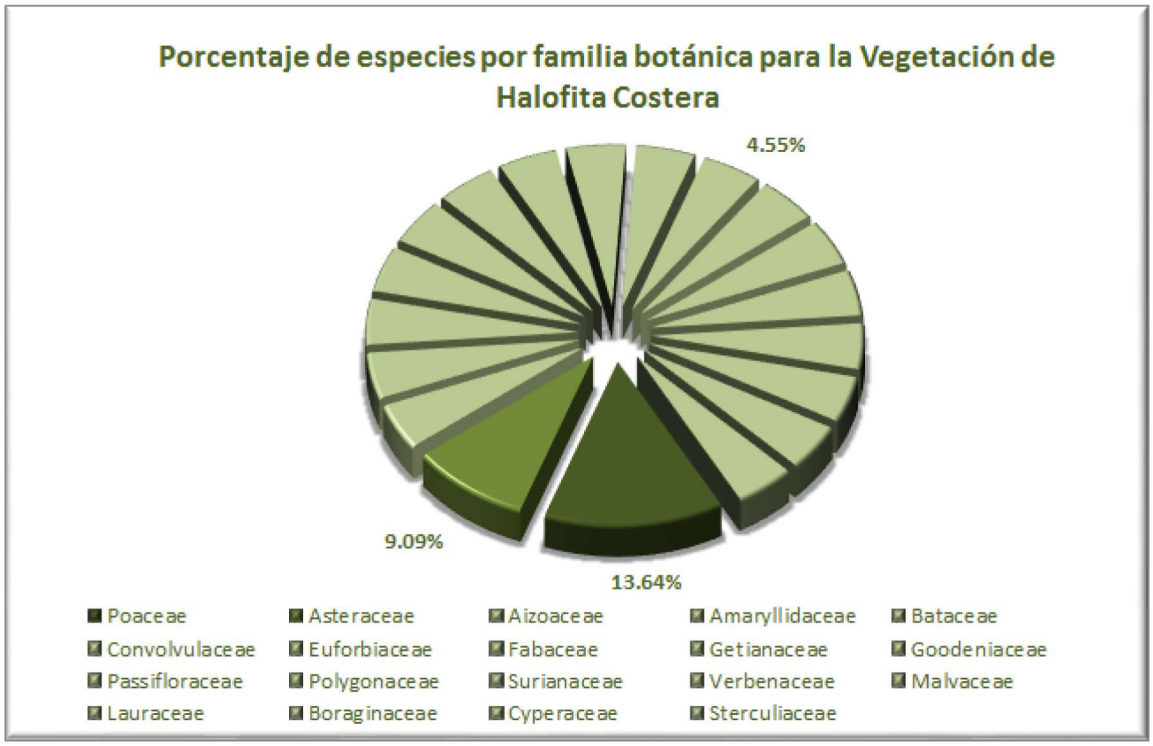


Figura 53. Porcentaje de especies por familia para la vegetación Halófita Costera.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo de HC (Halófita Costera) se encuentran 12 especies que representan a 10 familias botánicas. De estas en *Chamaesyce prostrata* (Golondrina chica), se registró el mayor valor de importancia debido a que fue la

más densa, la más frecuente, y la que presentó mayor cobertura relativa (Cuadro 16 y Figura 54).

Cuadro 16. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo de "HC". Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor-Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)
1	Euphorbiaceae	*Chamaesyce prostrata*	Golondrina chica	38.71	17.39	22.71	78.81	0.1
2	Poaceae	*Sporobolus virginicus*	Zacate de mar	14.52	13.04	15.83	43.39	0.05
3	Asteraceae	*Melanthera nivea*	Botón de plata	12.10	13.04	15.04	40.18	0.04
4	Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup	3.23	8.70	20.65	32.57	0.01
5	Poaceae	*Eragrostis curvula*	Zacate llorón	4.84	8.70	10.82	24.35	0.02
6	Fabaceae	*Lotus maritimus*	Lotunus	10.48	4.35	5.90	20.73	0.03
7	Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil	4.84	8.70	5.90	19.43	0.02
8	Poaceae	*Cenchrus incertus*	Zacate cardo	5.65	8.70	1.97	16.31	0.02
9	Bataceae	*Batis maritima*	Perejil de playa	2.42	4.35	0.98	7.75	0.01
10	Gentianaceae	*Eustoma exaltatum*	Violeta	1.61	4.35	0.10	6.06	0.01
11	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	0.81	4.35	0.10	5.25	0.003
12	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio	0.81	4.35	0.01	5.16	0.003
	10	**Total S=12**		**100**	**100**	**100**	**300**	

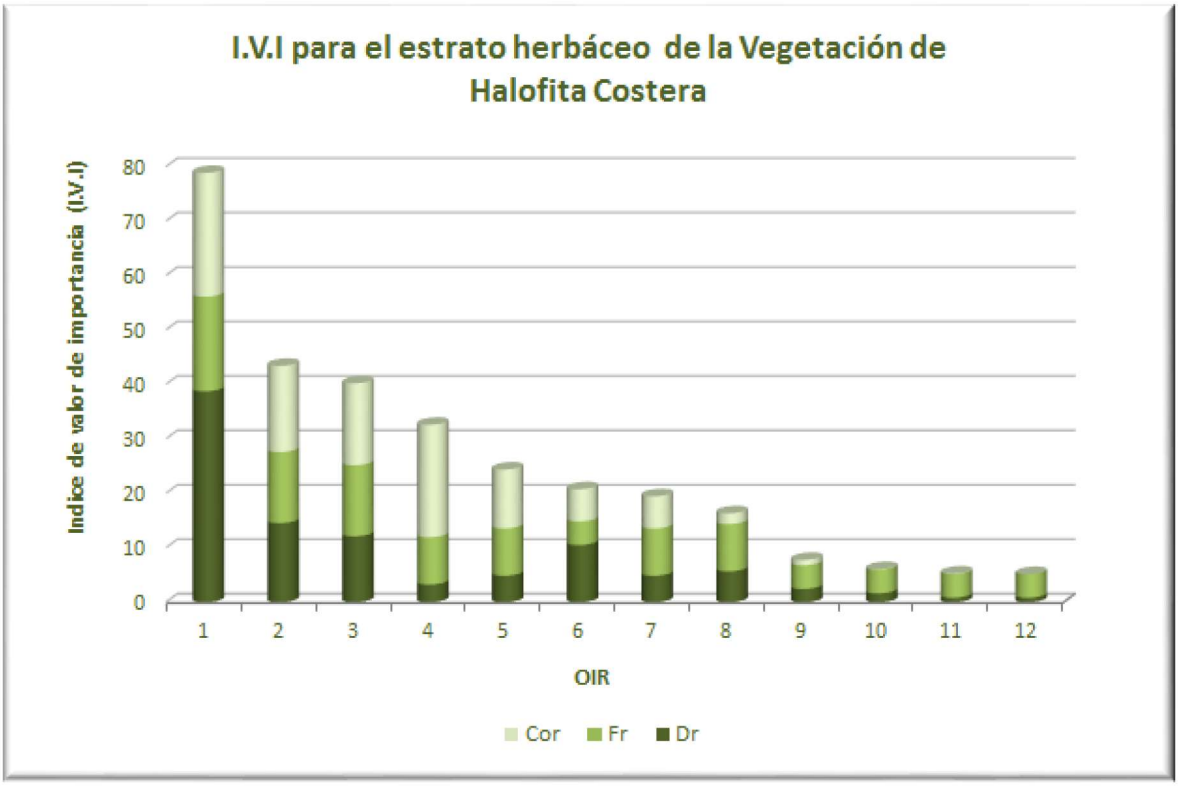


Figura 54. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo de la HC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Estrato rastrero

En esta fracción de la vegetación se registraron 5 especies, y del análisis conjunto de las cuatro especies resultó que *Ambrosia hispida* presentó el mayor índice de valor de importancia y la de mayor valor de densidad. *Phyla nodiflora* (Te) fue la especie de mayor frecuencia relativa, e *Ipomoea pes-caprae* (Riñonina) fue la especie de mayor cobertura (Cuadro 17 y Figura 55).

Cuadro 17. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato rastrero de la HC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)
1	Asteraceae	*Ambrosia Hispida*	Margarita de mar	**52.88**	15.38	23.68	**91.95**	0.3
2	Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Riñonina	20.42	23.08	**42.11**	85.60	0.1
3	Verbenaceae	*Phyla nodiflora*	Te	18.85	**30.77**	26.32	75.93	0.1
4	Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Pasiflora	6.28	23.08	5.70	35.06	0.03
5	Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	1.57	7.69	2.19	11.46	0.01
	5	**Total S=5**		**100**	**100**	**100**	**300**	

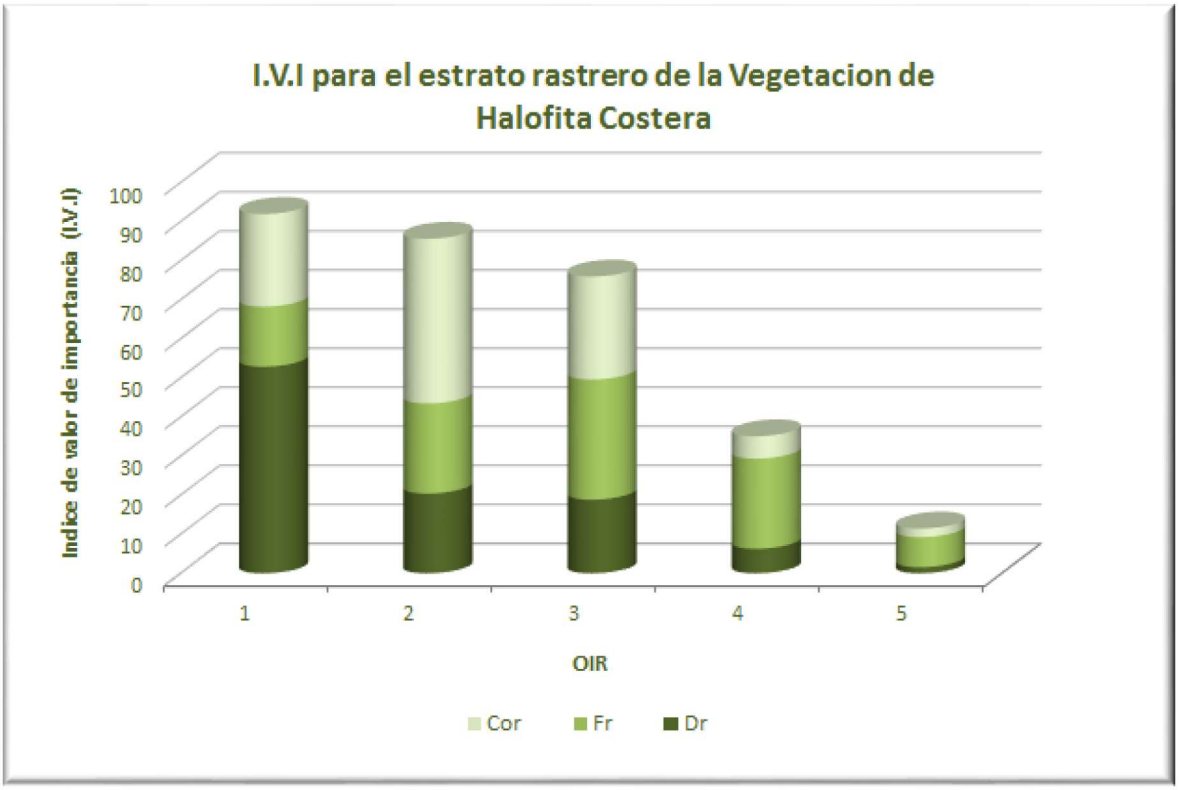


Figura 55. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato rastrero de la HC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Índice de Diversidad.

Con base en el Índice de diversidad de Simpson resulta que la diversidad promedio de esta comunidad vegetal fue de 0.716 y una equitabilidad 0.832, indica que tiene valores relativamente cercanos a 1, que es el valor máximo de este índice. Estos resultados no sugieren una dominancia específica. Es decir, no existe un grado de dominancia de las especies con mayor valor de importancia por encima del que tiene un menor valor. También se observa que el estrato rastrero, fue el menos diverso y con menor equitabilidad (Cuadro 18).

En cuanto a la riqueza de especies se registró la mayor cantidad en el estrato herbáceo, con 12 especies, seguido del estrato rastrero con 5 especies.

Cuadro 18. Índice de Diversidad de Simpson.

	Herbáceo	Rastrera	Promedio
D=	0.794	0.639	0.716
Dmax=	0.917	0.800	0.858
E=	0.866	0.799	0.832
S=	12	5	

Matorral Costero (MC)

En el MC para el área de estudio se contabilizaron 24 especies, representantes de 17 familias botánicas.

Su estructura está conformada por al menos 4 estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y trepador. Y la porción de la vegetación del estrato arbóreo fue la que presentó la mayor riqueza específica con 14 especies (Cuadro 19, Figura 56).

Cuadro 19. Lista de especies para el Matorral Costero.

Clasificación Taxonómica			Estratos			
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio			X	
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	X	X		
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	X			
	Thrinax radiata	Chit	X	X	X	
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar			X	
Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote de mar	X	X		
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka	X			

Clasificación Taxonómica			Estratos			
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya´ax k´aax	X	X		
Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte				t
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Eugenia	X	X		
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea			X	
	Bambusa vulgaris	Bambú		X	X	
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tzitzilché	X			
	Coccoloba uvifera	Uva de mar	X	X	X	
Primulaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha Huevo	X	X	X	
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Xi'in che		X		
Rubiaceae	*Chiococca alba*	Oreja de ratón				t
	Ernodea littoralis	Golondrina			X	
	Morinda citrifolia	Noni				t
Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Cayumito de monte	X			
	Sideroxylon americanum	Bumelia	X	X	X	
	Manilkara zapota	Chicozapote	X			
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil	X	X		
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano			X	
17	**S** tipo de estrato **=24**		**14**	**11**	**10**	**3**
Observadas						
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Botón de plata			X	
Fabaceae	*Sophora tomentosa*	Saal che'		X		
Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tzitzilché	X			
3	**S** tipo de estrato **=3**		**1**	**1**	**1**	**0**
17	**Total S=27**		**15**	**12**	**11**	**3**

Estrato trepador (t).

De las 17 familias botánicas registradas en la sección, las familias Rubiaceae y Sapotaceae fueron las de mayor riqueza específica con 3 especies, lo que representa el 12.50 % cada una; seguida de las familias Arecaceae, Poaceae y Polygonaceae con 2 especies representando un 8.33 % cada una; y el resto de las familias está representada por solo una especie indicando un 4.17 % para cada una.

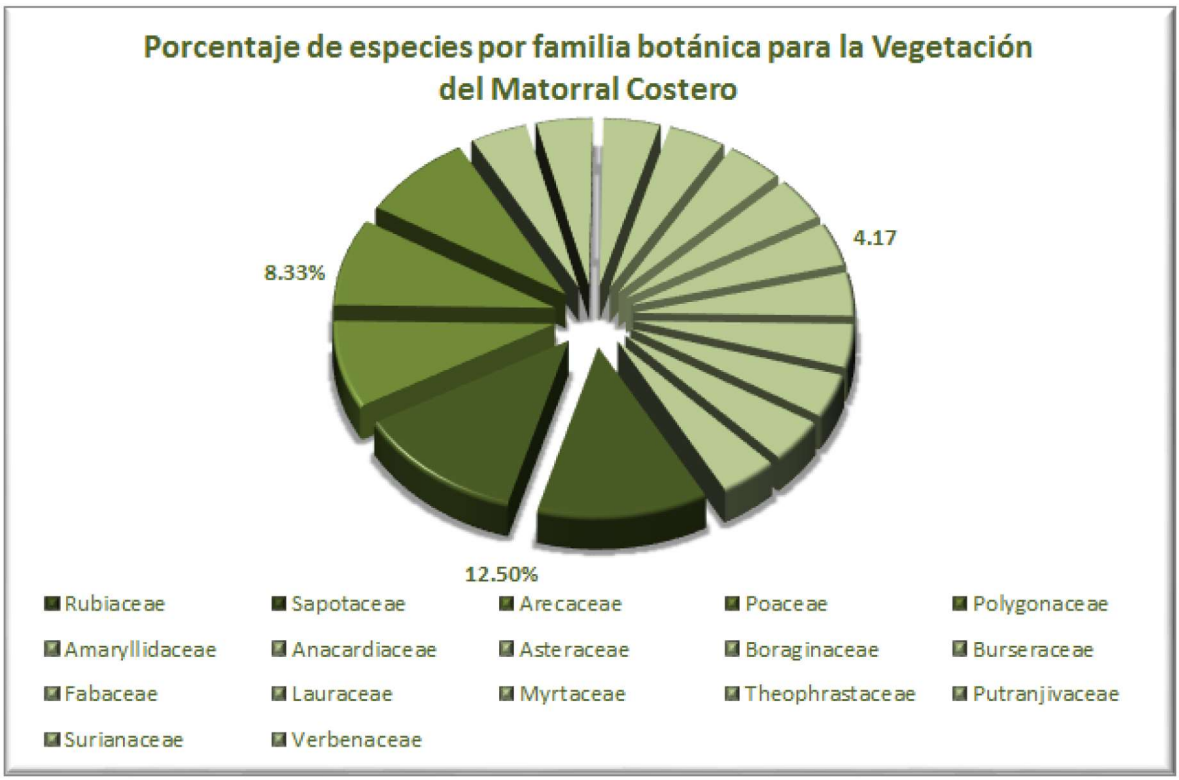


Figura 56. Porcentaje de especies por familia para Matorral Costero.

Estrato Arbóreo

En el estrato arbóreo del área de estudio se contabilizaron 14 especies, representantes de 10 familias botánicas. La altura máxima registrada en el dosel fue de 7.5 m, este registro fue visto en individuos de *Metopium brownei* (Chechem).

De las 14 especies que conforman el estrato arbóreo, *M. brownei* fue la especie de mayor índice de importancia, y también fue la especie con mayor densidad y frecuencia relativas. Por otro lado, la especie *Sideroxylon americanum* (Bumelia) fue la que obtuvo la mayor dominancia relativa con respecto a las demás familias (Cuadro 20 y Figura 57).

Cuadro 20. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo del MC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	**27.51**	**19.61**	8.09	**55.21**	0.1	650
2	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Bumelia	15.87	13.73	**22.73**	**52.33**	0.04	375
3	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	**25.93**	13.73	2.62	**42.27**	0.1	613
4	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya´ax k´aax	7.41	9.80	19.65	36.86	0.02	175
5	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	5.82	9.80	12.94	28.56	0.01	138
6	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	2.12	3.92	16.20	22.24	0.01	50
7	Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	2.65	5.88	2.33	10.86	0.01	63
8	Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chaka	1.59	3.92	4.73	10.24	0.004	38

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
9	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote de mar	2.12	5.88	2.09	10.09	0.01	50
10	Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Eugenia	5.29	3.92	0.50	9.72	0.01	125
11	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum*	Tzitzilché	0.53	1.96	4.43	6.92	0.001	13
12	Sapotaceae	*Chrysophyllum mexicanum*	Cayumito de monte	1.06	3.92	1.66	6.64	0.003	25
13	Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil	1.59	1.96	0.93	4.48	0.004	38
14	Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha huevo	0.53	1.96	1.11	3.60	0.001	13
	10	**Total S=14**		**100**	**100**	**100**	**300**		

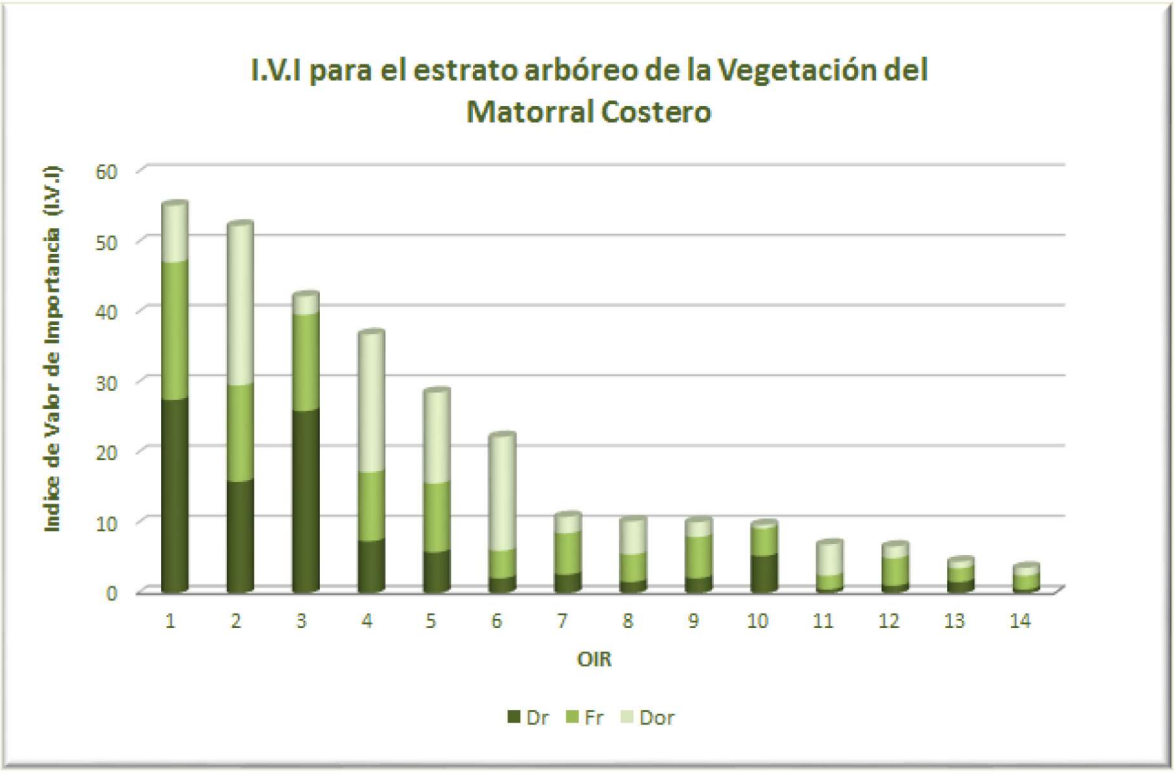


Figura 57. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo de "MC" (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se contabilizaron 11 especies, pertenecientes a 11 familias botánicas. En este estrato *Thrinax radiata* (Chit) fue la especie con mayor valor de importancia, la de mayor densidad relativa y la de mayor frecuencia. Mientras que *Pithecellobium keyense* (Ya´ax k´aax) fue la especie con mayor dominancia relativa (Cuadro 21 y Figura 58).

Cuadro 21. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	**70.07**	**27.59**	7.98	**105.64**	0.1	1,200
2	Fabaceae	*Pithecellobium keyense*	Ya´ax k´aax	5.84	20.69	**58.17**	**84.70**	0.01	100
3	Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	10.22	13.79	0.63	**24.64**	0.02	175
4	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Bumelia	3.65	6.90	8.69	19.24	0.01	63
5	Boraginaceae	*Cordia dodecandra*	Ciricote de mar	2.19	6.90	9.71	18.80	0.004	38
6	Poaceae	*Bambusa vulgaris*	Bambú	2.92	3.45	10.89	17.26	0.01	50
7	Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Xi'in che	2.19	6.90	0.11	9.20	0.004	38
8	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	0.73	3.45	1.46	5.64	0.001	13
9	Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha huevo	0.73	3.45	0.98	5.16	0.001	13
10	Surianaceae	*Suriana maritima*	Pansil	0.73	3.45	0.77	4.95	0.001	13
11	Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Eugenia	0.73	3.45	0.59	4.77	0.001	13
	11	**Total S=11**		**100**	**100**	**100**	**300**		

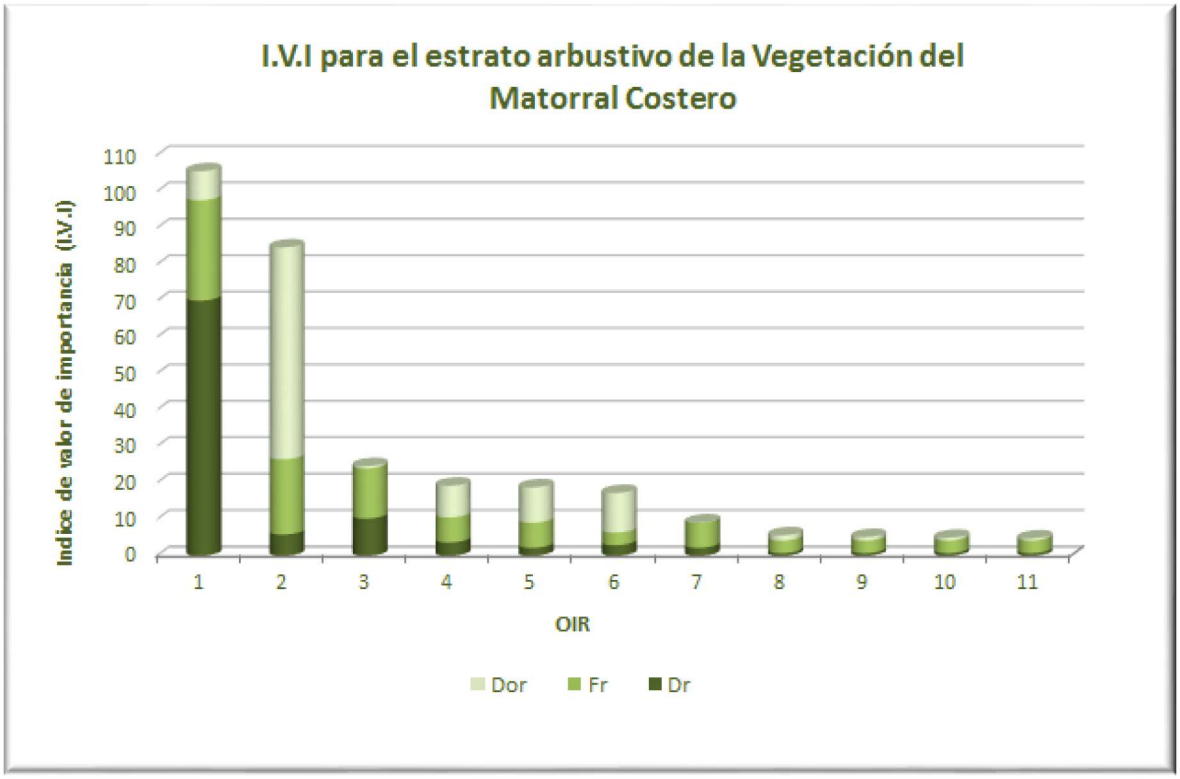


Figura 58. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del MC se encuentran presentes 10 especies que representan a 9 familias botánicas. De estas la especie *Thrinax radiata* fue la de

mayor valor de importancia, debido a que es fue la más densa, de mayor frecuencia y cobertura relativas (Cuadro 22 y Figura 59).

Cuadro 22. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Chit	**69.34**	**35.71**	**66.52**	**171.58**	0.3	3,025
2	Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio	10.03	14.29	10.45	**34.76**	0.04	438
3	Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha huevo	2.01	14.29	5.97	**22.26**	0.01	88
4	Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea	5.44	7.14	5.33	17.92	0.02	238
5	Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano	2.87	10.71	2.99	16.56	0.01	125
6	Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	3.72	3.57	5.76	13.05	0.02	163
7	Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar	4.30	3.57	2.13	10.00	0.02	188
8	Rubiaceae	*Ernodea littoralis*	Golondrina	1.15	3.57	0.43	5.14	0.01	50
9	Poaceae	*Bambusa vulgaris*	Bambú	0.86	3.57	0.21	4.64	0.004	38
10	Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Bumelia	0.29	3.57	0.21	4.07	0.001	13
	9	**Total S=10**		**100**	**100**	**100**	**300**		

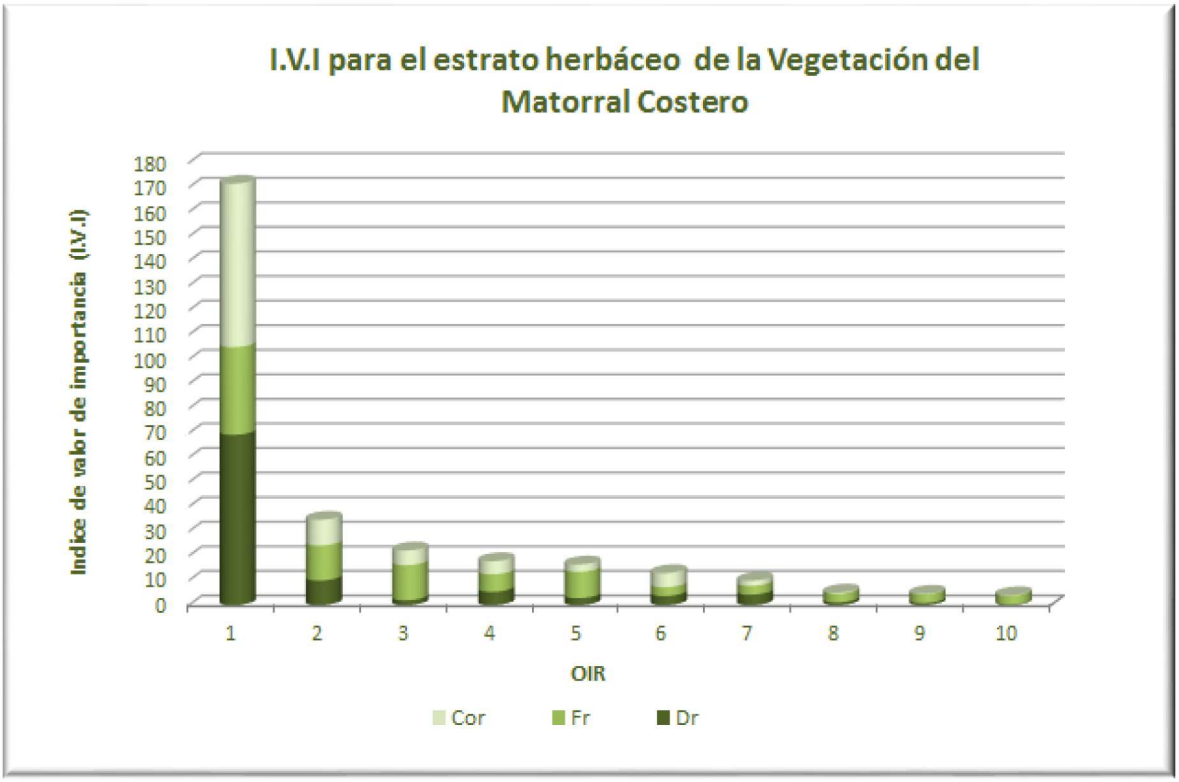


Figura 59. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Estrato trepador

En esta fracción de la vegetación se registraron 3 especies, siendo las especies *Chiococca alba* (Oreja de ratón) y *Morinda citrifolia* (Noni) las de mayor valor de importancia y mayor frecuencia.

Chiococca alba tuvo la mayor densidad relativa, mientras que *Morinda citrifolia* tuvo la cobertura más alta (Cuadro 23 y Figura 60).

Cuadro 23. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato trepador del MC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Rubiaceae	*Chiococca alba*	Oreja de ratón	54.55	40.00	27.27	121.82	0.01	75
2	Rubiaceae	*Morinda citrifolia*	Noni	36.36	40.00	45.45	121.82	0.01	50
3	Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	9.09	20.00	27.27	56.36	0.001	13
	2	**Total S=3**		**100**	**100**	**100**	**300**		

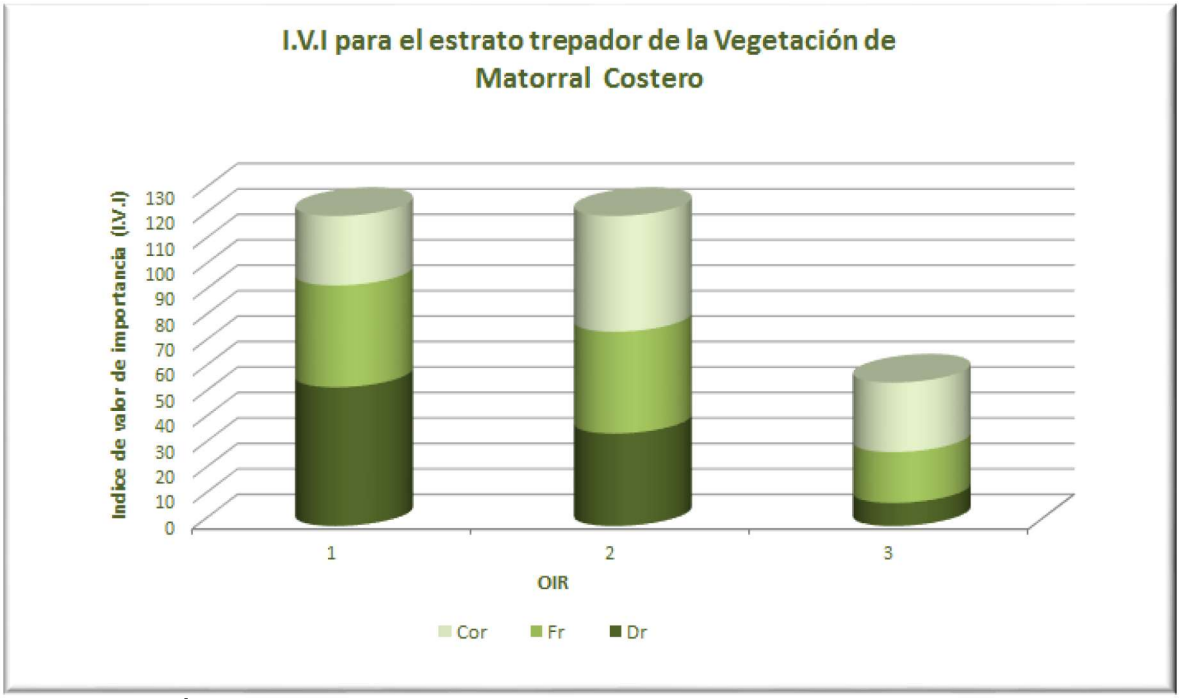


Figura 60. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato trepador del MC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Clases de alturas

Se analizaron un total de 151 individuos con alturas que alcanzan hasta 7.5 m. La altura máxima del dosel estuvo representada por individuos de *Metopium brownei* (Chechem).

De los 151 individuos registrados, el mayor porcentaje que encuentra ubicado en el intervalo de altura de 3 a 3.9 m (38.41%) y el menor en la clase de altura de 8 a 8.9m (1.99%). La altura promedio del dosel fue de 4.2 m (Cuadro 24; Figura 61).

Cuadro 24. Número de individuos por clases de altura y porcentaje para “MC”.

Alturas (m)	No. de Individuos	%
3 a 3.9	58	38.41
4 a 4.9	25	16.56
5 a 5.9	25	16.56
6 a 6.9	31	20.53
7 a 7.9	9	5.96
8 a 8.9	3	1.99
TOTAL	**151**	**100**

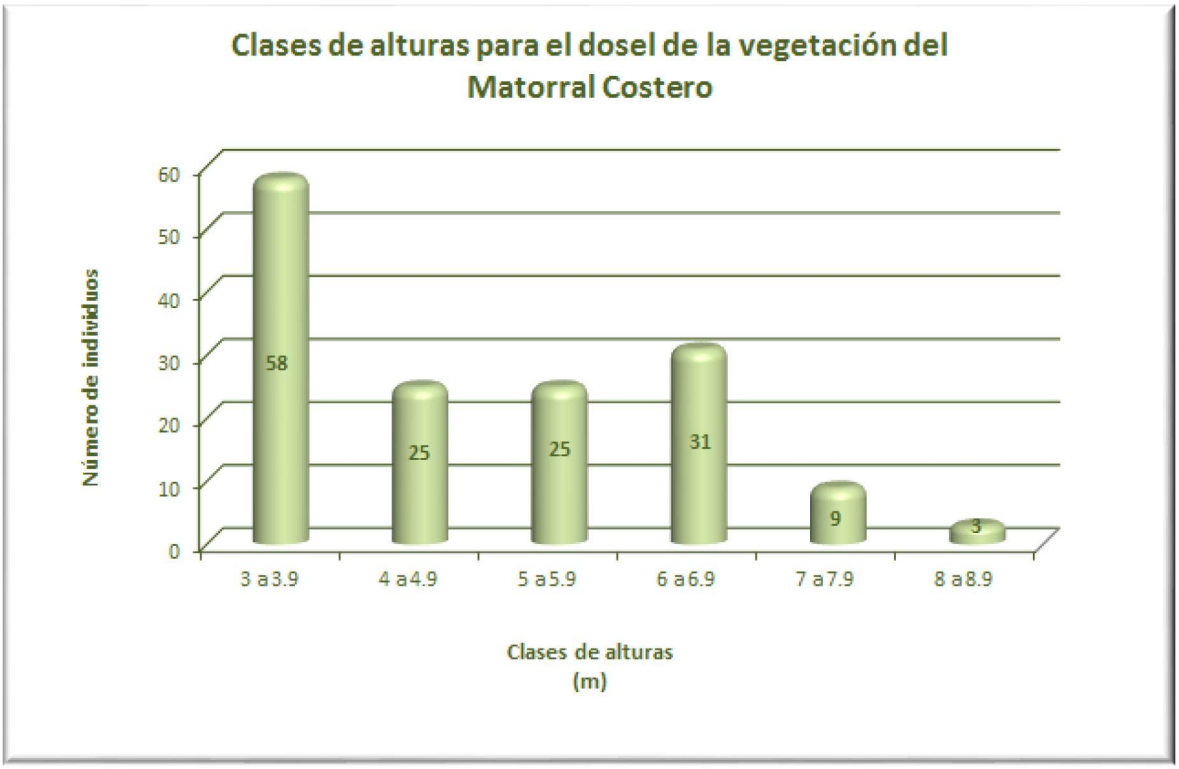


Figura 61. Análisis por clases de altura para el estrato arbóreo del Matorral Costero.

Clase de diámetros (DAP´s)

El análisis de clases de DAP demostró que de los 151 individuos analizados, la mayor parte de ellos se encuentran en la categoría de DAP de 10 a 14.9 cm, y la menor en las categorías de DAP de 30 a 49.9 cm (Cuadro 25, Figura 62). Las especies que presentaron un DAP igual o mayor a 50 cm son: *Metopium brownei* (Chechem), *Pithecellobium keyense* (Ya´ax k´aax), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar) y *Sideroxylon americanum* (Bumelia).

Cuadro 25. Número de individuos por clases de DAP y porcentaje para el Matorral Costero.

DAP (cm)	No. de Individuos	%
1 a 4.9	17	11.26
5 a 9.9	35	23.18
10 a 14.9	43	28.48
15 a 19.9	22	14.57
20 a más	13	8.61
30 a 39.9	6	3.97
40 a 49.9	6	3.97
Igual o mayor a 50	9	5.96
TOTAL	**151**	**100**

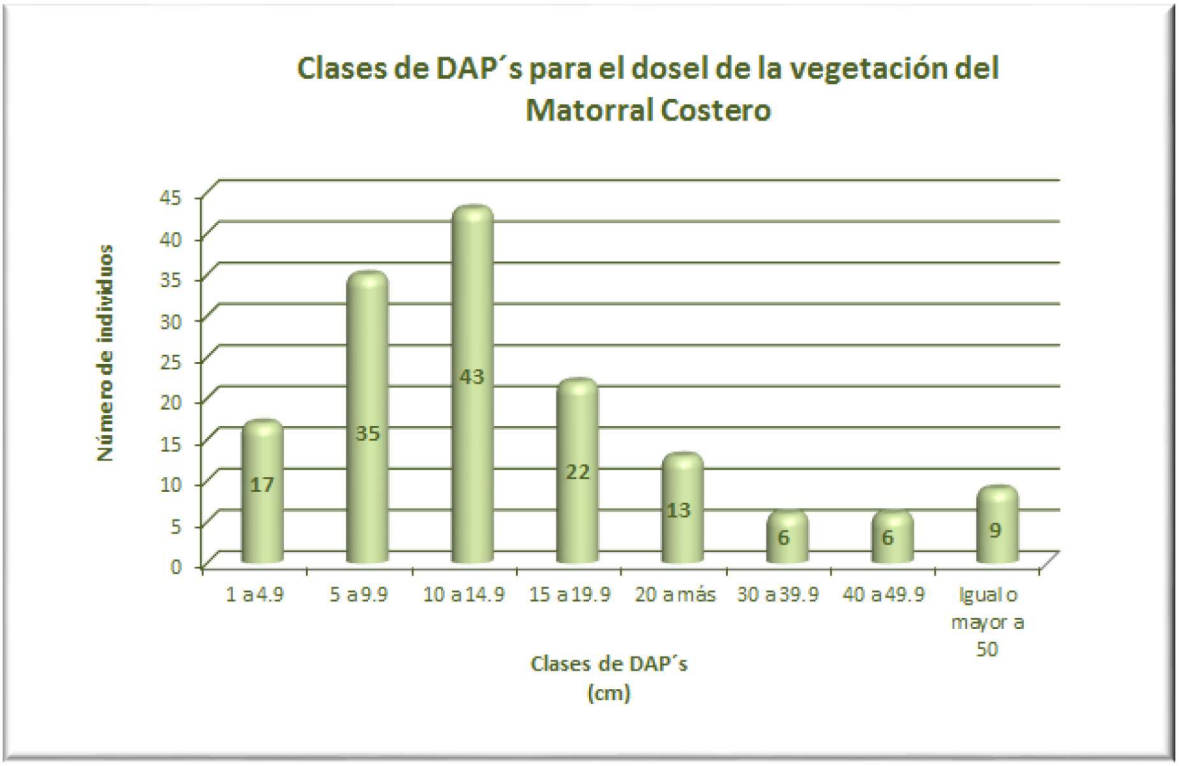


Figura 62. Análisis por clases de DAP para el Matorral Costero.

Índice de Diversidad.

Con base en el Índice de diversidad de Simpson resulta que la diversidad promedio de esta comunidad vegetal es de 0.593 y una equitabilidad 0.706, indica que tiene valores relativamente cercanos a 1, valor máximo de este índice.

Estos resultados sugieren una dominancia específica media. Es decir, existe un grado medio de dominancia de las especies con mayor valor de importancia por encima del que tiene un menor valor. También se observa que el estrato arbustivo,

fue el menos diverso y con menor equitabilidad con respecto al tipo de vegetación (Cuadro 26).

En cuanto a la riqueza de especies considerando todas las especies registradas, el estrato arbóreo fue el que presentó la mayor cantidad de especies sumando 14 en total, seguido del estrato arbustivo con 11, el estrato herbáceo con 10 especies y el estrato trepador con 3 especies.

Cuadro 26. Índice de Diversidad de Simpson.

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Trepador	Promedio
D=	0.818	0.492	0.501	0.562	0.593
Dmax=	0.929	0.909	0.900	0.667	0.851
E=	0.881	0.541	0.557	0.843	0.706
S=	14	11	10	3	

Manglar de Borde (MB)

En el MB del área de estudio se contabilizaron 9 especies, de las cuales 3 fueron observadas, y en conjunto representan a 8 familias botánicas. Su estructura está conformada por al menos 4 estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y trepador. La porción de la vegetación del estrato arbóreo fue la que presentó la mayor riqueza específica con 7 especies (Cuadro 27, Figura 63).

Cuadro 27. Lista de especies para el Manglar de Borde.

Clasificación Taxonómica			**Estratos**			
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle Negro	X			
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	X			
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	X	X		
	Languncularia racemosa	Mangle Blanco	X		X	
Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha Huevo		X		
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	X		X	
5	**S** tipo de estrato **=6**		**5**	**2**	**2**	**0**
Observadas						
Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	Bejuco				t
Moraceae	*Ficus tecolutensis*	Álamo	X			
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	X			
3	**S** tipo de estrato **=3**		**2**	**0**	**0**	**1**
8	**Total S=9**		**7**	**2**	**2**	**1**

Estrato trepador (t).

De las 5 familias botánicas registradas, la familia Combretaceae fue la de mayor riqueza específica (S=2), lo que representa el 23%. Siguiéndole el resto de las familias representadas por solo una especie indicando un 11 % para cada una de ellas**.**

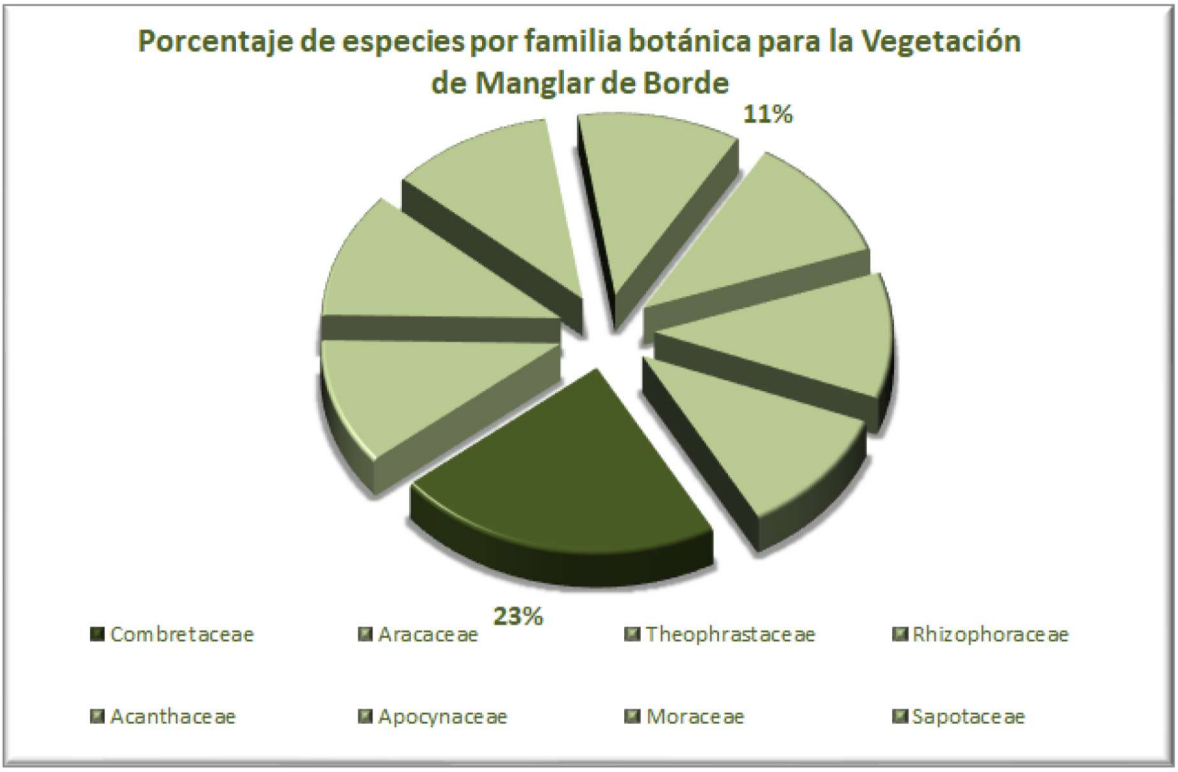


Figura 63. Porcentaje de especies por familia para Manglar de Borde.

Estrato Arbóreo

En el estrato arbóreo del área de estudio se contabilizaron 5 especies, representantes de 4 familias botánicas. La altura máxima registrada en el dosel fue de 13 m en individuos de *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo) y *Laguncularia racemosa* (Mangle Blanco).

De las 5 especies que conforman el estrato arbóreo, *C. erectus* fue la especie con el mayor índice de importancia y de mayor densidad relativa; junto con la especie *R. mangle* fueron las de mayor frecuencia, y esta última también fue la de mayor dominancia en este estrato (Cuadro 28 y Figura 64).

Cuadro 28. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo del MB. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)
1	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	**62.90**	**30.77**	9.60	**103.28**	0.2
2	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	12.90	**30.77**	**57.29**	100.97	0.04

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)
3	Combretaceae	*Languncularia racemosa*	Mangle Blanco	19.35	15.38	6.35	41.09	0.1
4	Arecaceae	*Cocos nucifera*	Coco	0.81	7.69	23.23	31.73	0.003
5	Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle Negro	4.03	15.38	3.53	22.95	0.01
	5	**Total S=5**		**100**	**100**	**100**	**300**	

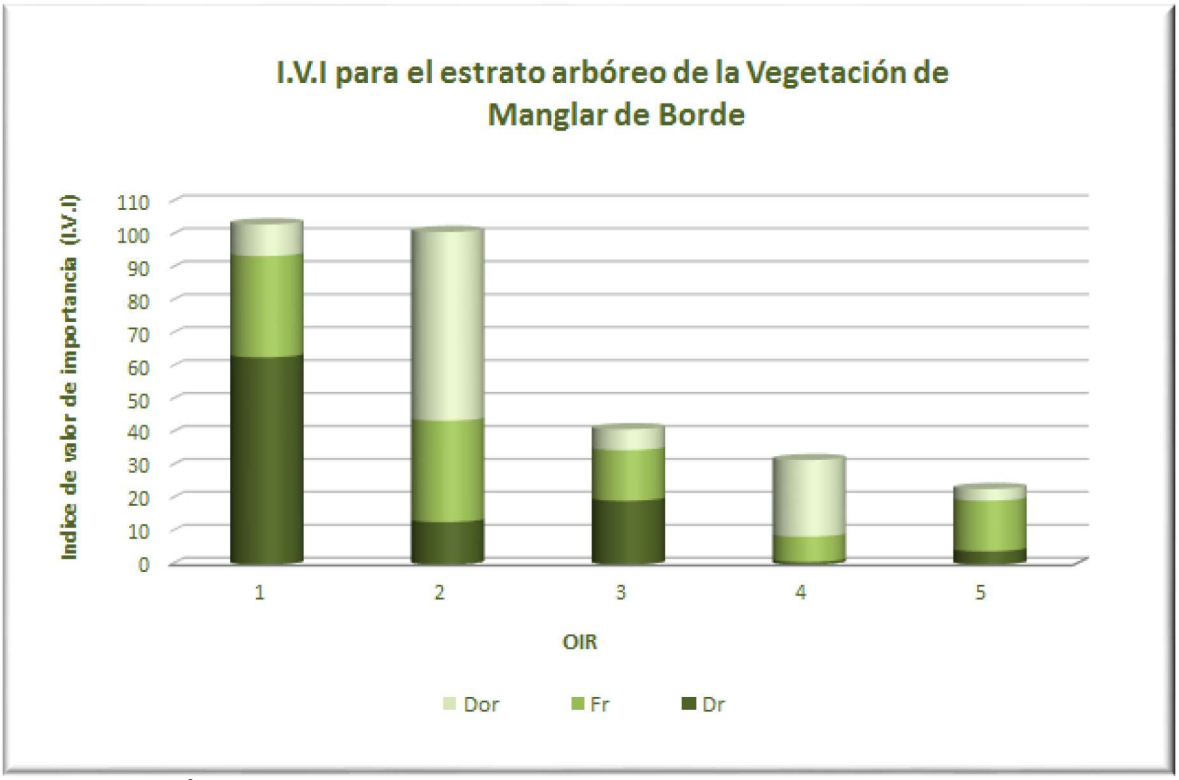


Figura 64. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo del MB (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se contabilizaron 2 especies, pertenecientes a 2 familias botánicas. En este estrato *C. erectus* fue la especie con mayor valor de importancia y de mayor densidad relativa. Mientras que la especie *Jaquinia axillaris* (Pincha huevo) fue la de mayor dominancia y junto con *C. erectus* presentaron la misma frecuencia (Cuadro 29 y Figura 65).

Cuadro 29. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MB. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)
1	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo	**95.45**	**50.00**	5.41	**150.86**	0.1
2	Theophrastaceae	*Jaquinia axillaris*	Pincha Huevo	4.55	**50.00**	**94.59**	149.14	0.003
	2	**Total S=2**		**100**	**100**	**100**	**300**	

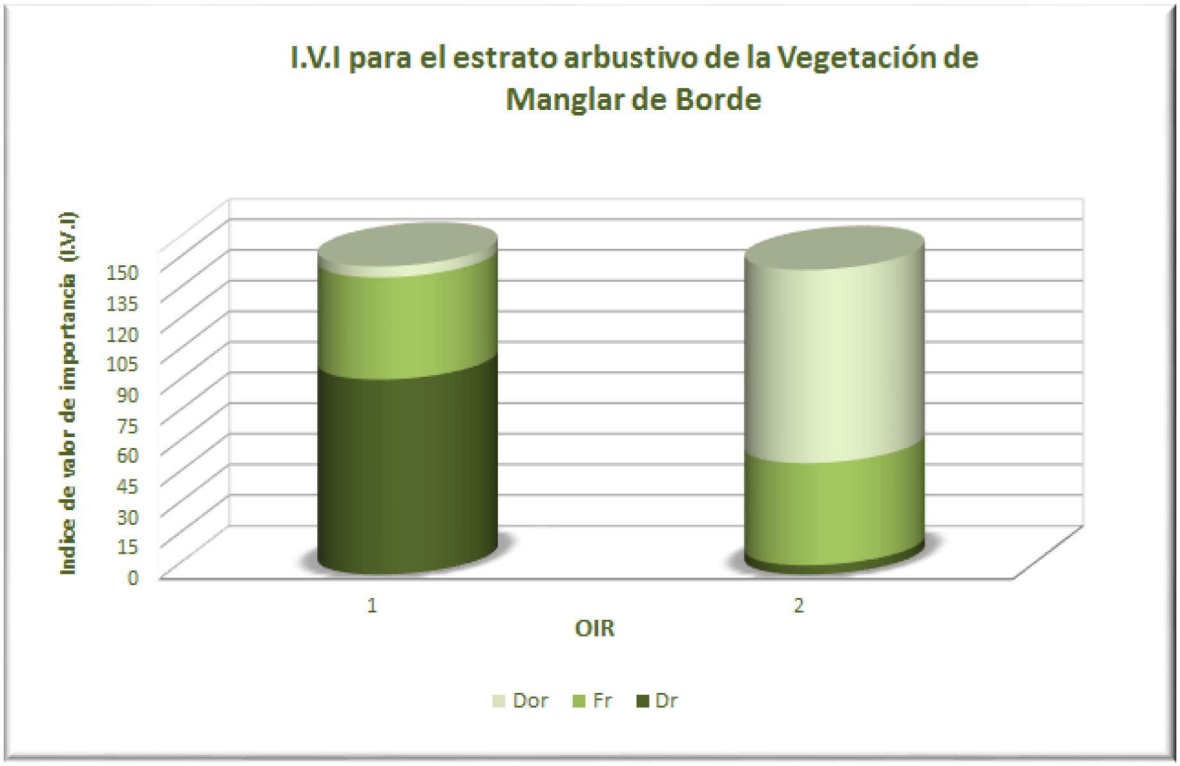


Figura 65. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MB (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del MB, se encuentran presentes 2 especies que representan a 2 familias botánicas. De estas, la especie *L. racemosa* fue la de mayor valor de importancia, debido a que fue la más densa, frecuente y la de mayor cobertura relativa (Cuadro 30 y Figura 66).

Cuadro 30. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MC. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)
1	Combretaceae	*Languncularia racemosa*	Mangle Blanco	**98.69**	**66.67**	**95.26**	**260.62**	0.4
2	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	1.31	33.33	4.74	39.38	0.01
	2	**Total S=2**		**100**	**100**	**100**	**300**	

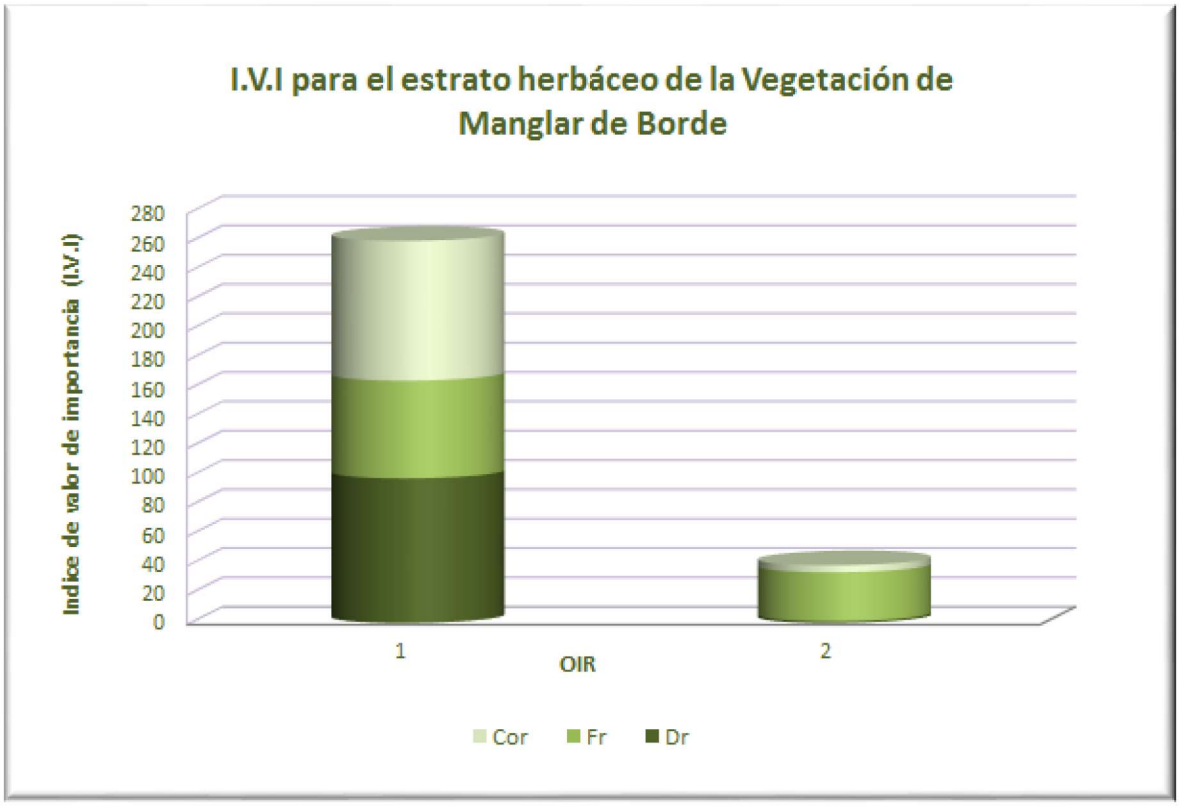


Figura 66. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MC (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Clases de altura

Se analizaron un total de 124 individuos con alturas que alcanzan hasta 13 m. La altura máxima del dosel fue atribuible a los individuos de *C. erectus* (Mangle Botoncillo) y *L. racemosa* (Mangle Blanco).

De los 124 individuos registrados, el mayor porcentaje se concentró en el intervalo de altura de 5 a 5.9 m, y la mejor cantidad de individuos se ubicó en el intervalo de 11 a 11.9 m (Cuadro 31; Figura 67).

Cuadro 31. Número de individuos por clases de altura y porcentaje para Manglar de Borde.

Alturas(m)	No. de Individuos	%
4 a 4.9	14	11.29
5 a 5.9	33	26.61
6 a 6.9	20	16.13
7 a 7.9	12	9.68
8 a 8.9	8	6.45
9 a 9.9	6	4.84
10 a 10.9	8	6.45
11 a 11.9	2	1.61

Alturas(m)	No. de Individuos	%
12 a 12.9	9	7.26
13 a 13.9	12	9.68
TOTAL	124	100

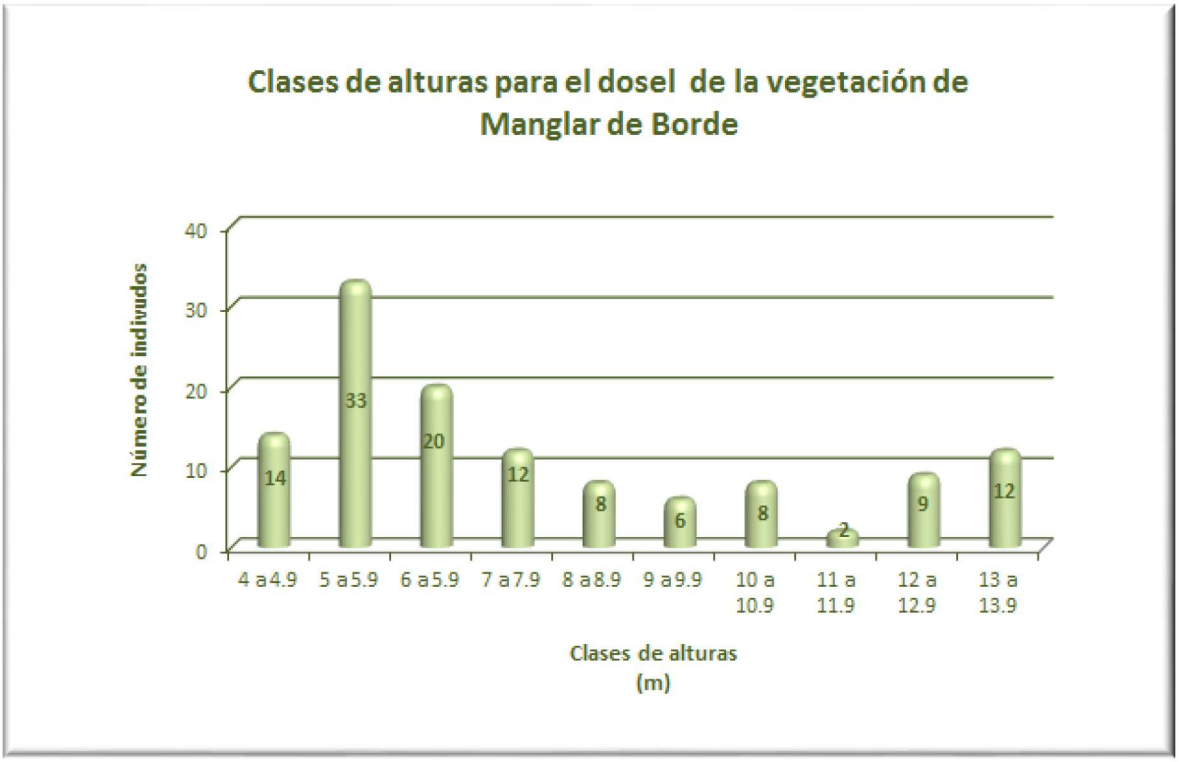


Figura 67. Análisis por clases de altura para Manglar de Borde.

Clase de diámetros (DAP)

El análisis de clases de DAP demostró que de los 124 individuos analizados, el 28.22 % presenta tallos menores a 10 cm DAP, y la mayoría son mayores a esa talla (71.78%) (Cuadro 32, Figura 68).

Cuadro 32. Número de individuos por clases de DAP´s y porcentaje para Manglar de Borde.

DAP (cm)	No. de Individuos	%
1 a 4.9	5	4.03
5 a 9.9	30	24.19
10 a 14. 9	43	34.68
15 a 19.9	16	12.90
20 y 29.9	14	11.29
30 a 39.9	8	6.45
40 a 49.9	4	3.23

DAP (cm)	No. de Individuos	%
Igual o mayor a 50	4	3.23
TOTAL	124	100

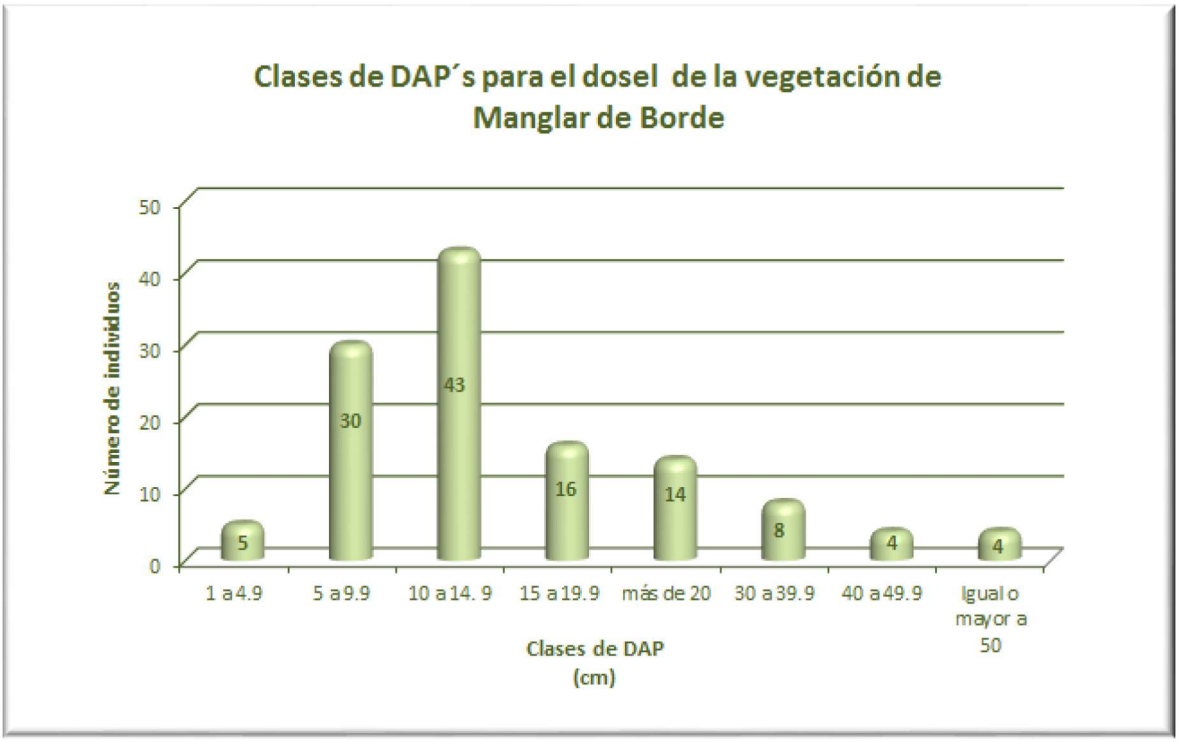


Figura 68. Análisis por clases de DAP para el Manglar de Borde.

Índice de Diversidad.

Con base en el Índice de diversidad de Simpson resulta que la diversidad promedio de esta comunidad vegetal es de 0.220 y una equitabilidad 0.304, indica que tiene valores relativamente bajos a 1, que es el valor máximo de este índice. Estos resultados sugieren una dominancia específica. Es decir, existe un cierto grado de dominancia de las especies con mayor valor de importancia por encima del que tiene un menor valor. También se observa que el estrato herbáceo, fue el menos diverso y con menor equitabilidad (Cuadro 33).

En cuanto a la riqueza de especies considerando todas las especies registradas, el estrato arbóreo fue el que presenta la mayor cantidad de especies sumando 5 en total, seguido de los estratos arbustivo y herbáceo con 2 especies cada uno.

Cuadro 33. Índice de Diversidad de Simpson.

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Promedio
D=	0.549	0.087	0.026	0.220
Dmax=	0.800	0.500	0.500	0.600

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Promedio
E=	0.686	0.174	0.052	0.304
S=	5	2	2	

Manglar Mixto (MM)

En el MM del área de estudio se contabilizaron 6 especies, de las cuales 3 especies fueron observadas, representantes de 5 familias botánicas. Su estructura está conformada por al menos 5 estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo, trepador y epífito (Cuadro 34 y Figura 69).

Cuadro 34. Lista de especies para el Manglar Mixto.

Clasificación Taxonómica			Estratos			
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Otro hábito**
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	X	X		
	Languncularia racemosa	Mangle Blanco	X	X	X	
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	X		X	
2	**Tipo de estrato S=3**		**3**	**2**	**2**	**0**
Observadas						
Apocynaceae	*Rhabdadenia biflora*	Bejuco				t
Pteridaceae	*Acrostichum danaeifolium*	Helecho de manglar			X	
Orchidaceae	*Encyclia alata*	Orquídea				e
3	**Tipo de estrato S=3**		**0**	**0**	**1**	**2**
5	**Total S=6**		**3**	**2**	**3**	**2**

Estrato trepador (t) y epífito (e)

De las 5 familias botánicas registradas, la familia Combretaceae fue la de mayor riqueza específica con dos especies, lo que representa el 33.33 %. Seguida del resto de las familias representadas por solo una especie indicando un 16.67 % cada una.

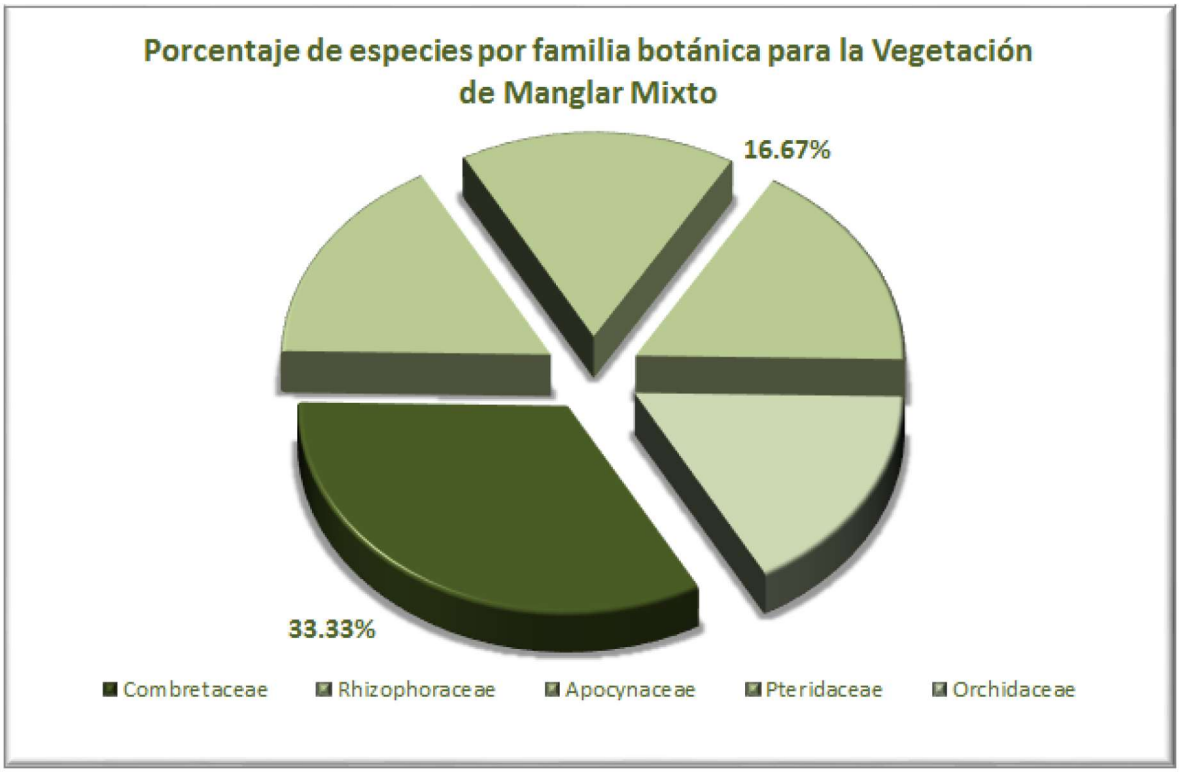


Figura 69. Distribución porcentual de especies por familia para el Manglar Mixto.

Estrato Arbóreo

En el estrato arbóreo del área de estudio se contabilizaron 3 especies, representantes de 2 familias botánicas. La altura máxima registrada en el dosel fue de 10 m, este registro fue visto en individuos de *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo).

De las 3 especies que conforman el estrato arbóreo, el mayor índice de importancia fue de *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo), que también fue la especie con mayor densidad y dominancia relativa. Por otro lado, se observó que las tres especies fueron igual de frecuentes (Cuadro 35 y Figura 70).

Cuadro 35. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo del MM. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	**37.61**	**33.33**	**86.31**	**157.25**	0.1	1,367
2	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	34.86	**33.33**	5.43	73.62	0.1	1,267
3	Combretaceae	*Languncularia racemosa*	Mangle Blanco	27.52	**33.33**	8.27	69.12	0.1	1,000
	2	**Total S=3**		**100**	**100**	**100**	**300**		

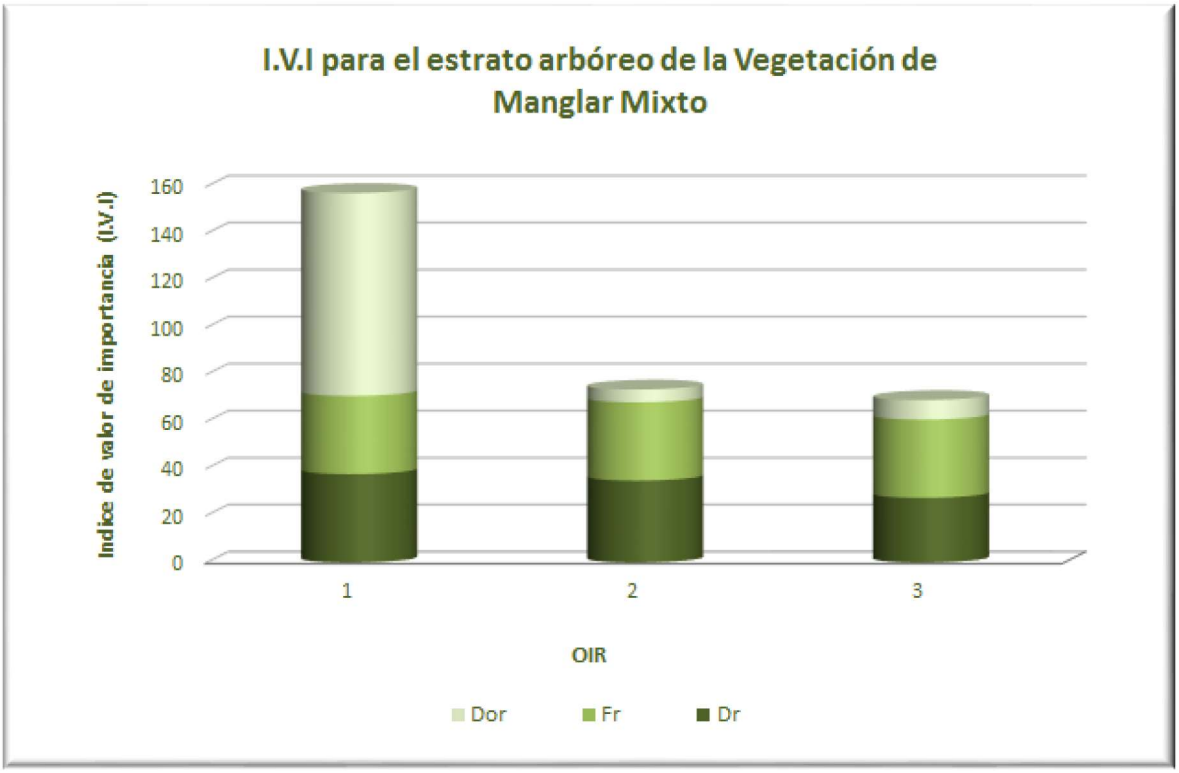


Figura 70. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbóreo del MM (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se contabilizaron 2 especies, pertenecientes a una familia botánica. En este estrato *L. racemosa* fue la especie con mayor valor de importancia y mayor dominancia relativa. Por otra parte, la especie *C.erectus* fue la de mayor densidad, y ambas especies comparten la misma frecuencia (Cuadro 36 y Figura 71).

Cuadro 36. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MM. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Dor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Combretaceae	*Languncularia racemosa*	Mangle Blanco	30.00	50.00	96.19	176.19	0.01	100
2	Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle Botoncillo	70.00	50.00	3.81	123.81	0.02	233
	1	**Total S=2**		**100**	**100**	**100**	**300**		

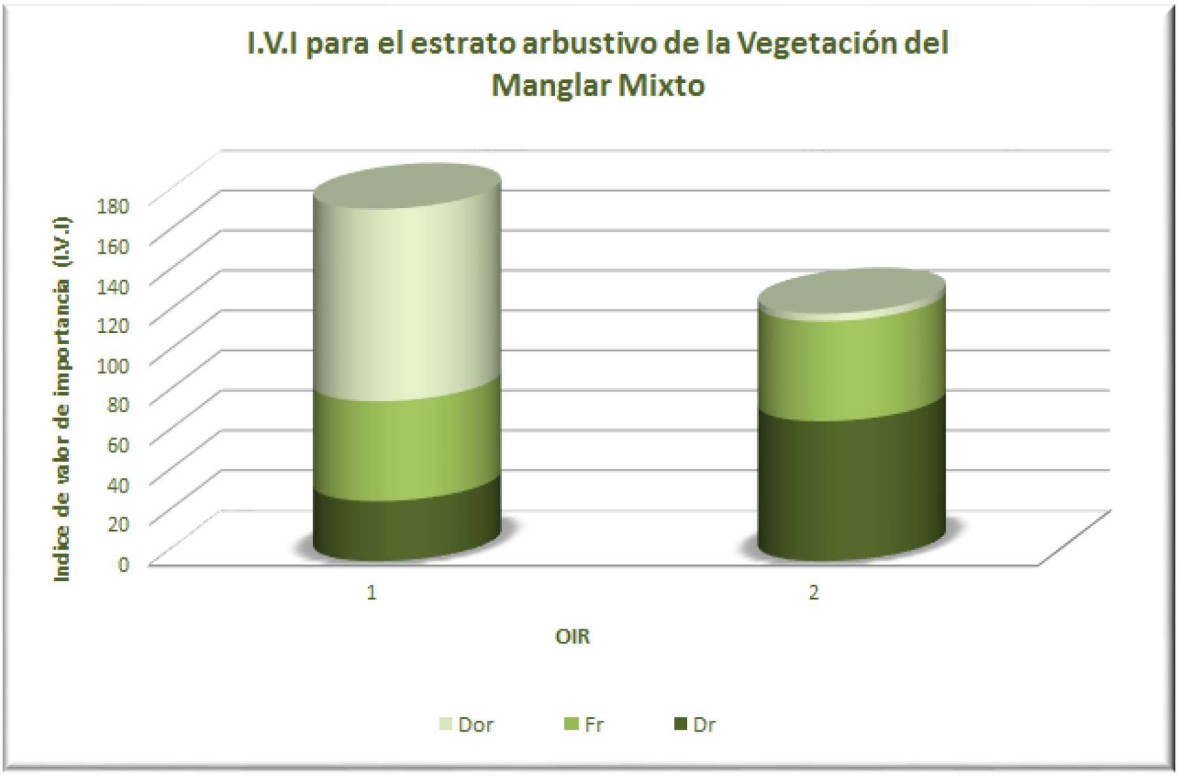


Figura 71. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato arbustivo del MM (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Dor- Dominancia relativa).

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo del MM, se encuentran presentes 2 especies que representan a 2 familias botánicas. De estas la especie *Laguncularia racemosa* fue la de mayor valor de importancia, debido a que fue la más densa y la de mayor cobertura relativa, y la especie *Rhizophora mangle* fue la especie más frecuente (Cuadro 37 y Figura 72).

Cuadro 37. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MM. Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa, Da- Densidad absoluta.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Dr	Fr	Cor	IVI	Da (Ind/m^2)	Da (Ind/Ha)
1	Combretaceae	*Languncularia racemosa*	Mangle Blanco	**65.22**	33.33	**61.73**	**160.28**	0.1	1,000
2	Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle Rojo	34.78	**66.67**	38.27	139.72	0.1	533
	2	**Total S=2**		**100**	**100**	**100**	**300**		

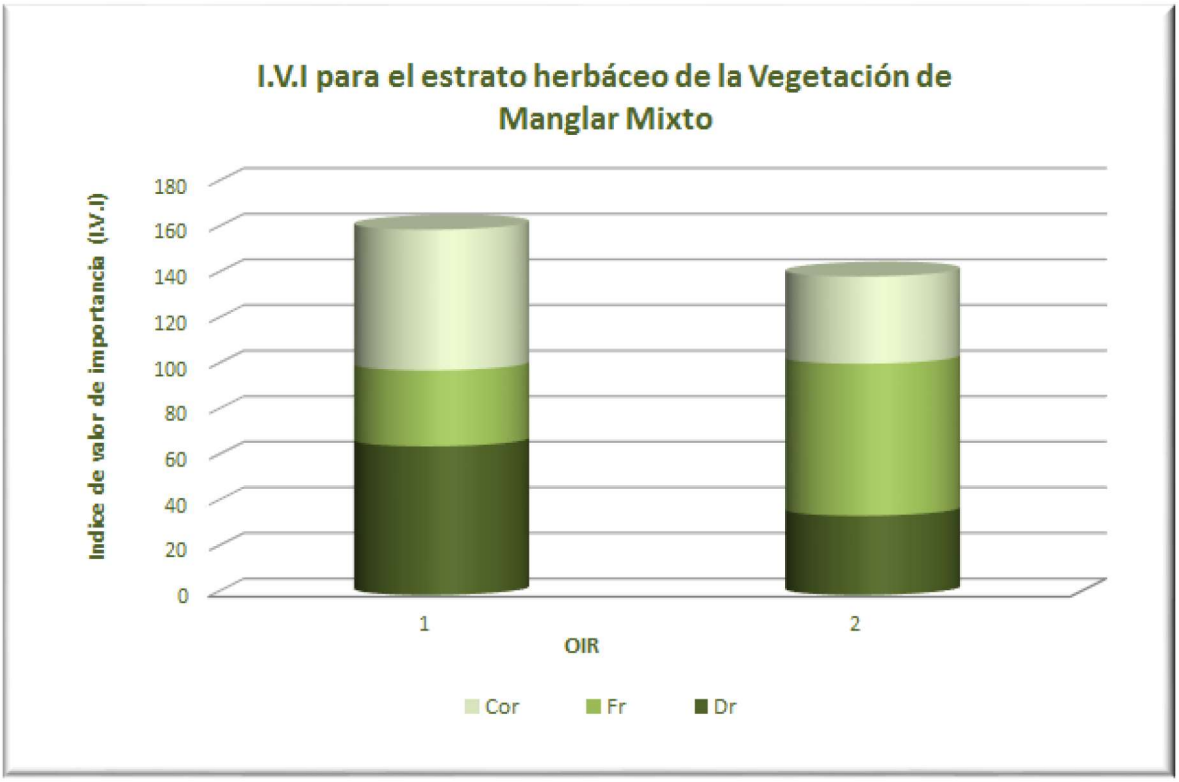


Figura 72. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) para el estrato herbáceo del MM (Dr- Densidad relativa, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa).

Clases de altura

Se analizaron un total de 109 individuos con alturas que alcanzan hasta 10 m. La altura máxima del dosel se atribuyó a los individuos de *C. erectus* (Mangle Botoncillo).

De los 109 individuos registrados, el mayor porcentajes se ubicó en la categoría de altura de 6 a 6.9 m, y el menor en las categorías de 3 a 3.9 m y de 7 a 7.9 m (Cuadro 38, Figura 73).

Cuadro 38. Número de individuos por clases de alturas y porcentaje para Manglar Mixto.

Alturas(m)	No. de Individuos	%
3 a 3.9	3	2.75
4 a 4.9	21	19.27
5 a 5.9	21	19.27
6 a 6.9	24	22.02
7 a 7.9	3	2.75
8 a 8.9	14	12.84
9 a 9.9	22	20.18
10 a 10.9	1	0.92
TOTAL	**109**	**100**

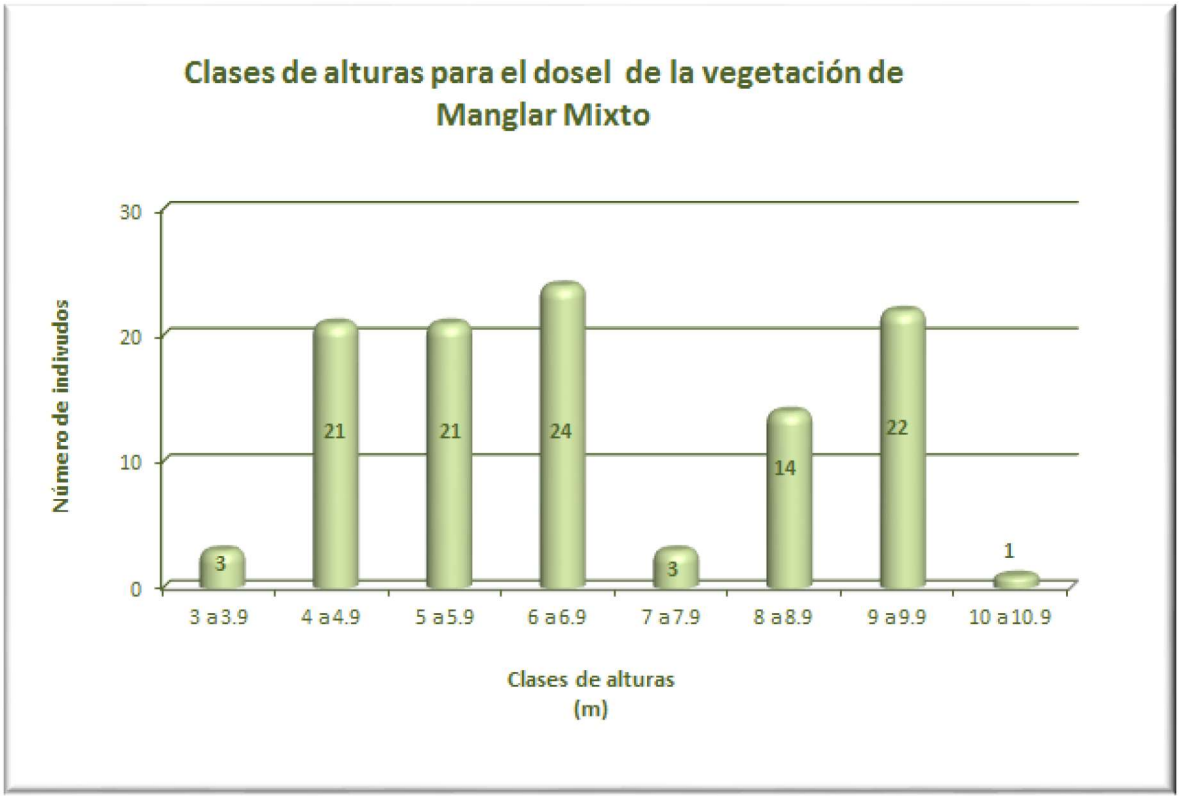


Figura 73. Análisis por clases de altura para Manglar Mixto.

Clases de diámetro (DAP)

El análisis de clases de DAP demostró que de los 109 individuos analizados el 49.54% son menores a 10 cm, y la mayor parte presentaron DAP arriba de este valor (50.46%) (Cuadro 39, Figura 74).

Cuadro 39. Número de individuos por clases de DAP y porcentaje para Manglar Mixto.

DAP (cm)	No. de Individuos	%
1 a 4.9	17	15.60
5 a 9.9	37	33.94
10 a 14. 9	16	14.68
15 a 19.9	12	11.01
20 a 20.9	14	12.84
30 a 39.9	2	1.83
40 a 49.9	3	2.75
Igual o mayor a 50	8	7.34
TOTAL	**109**	**100**

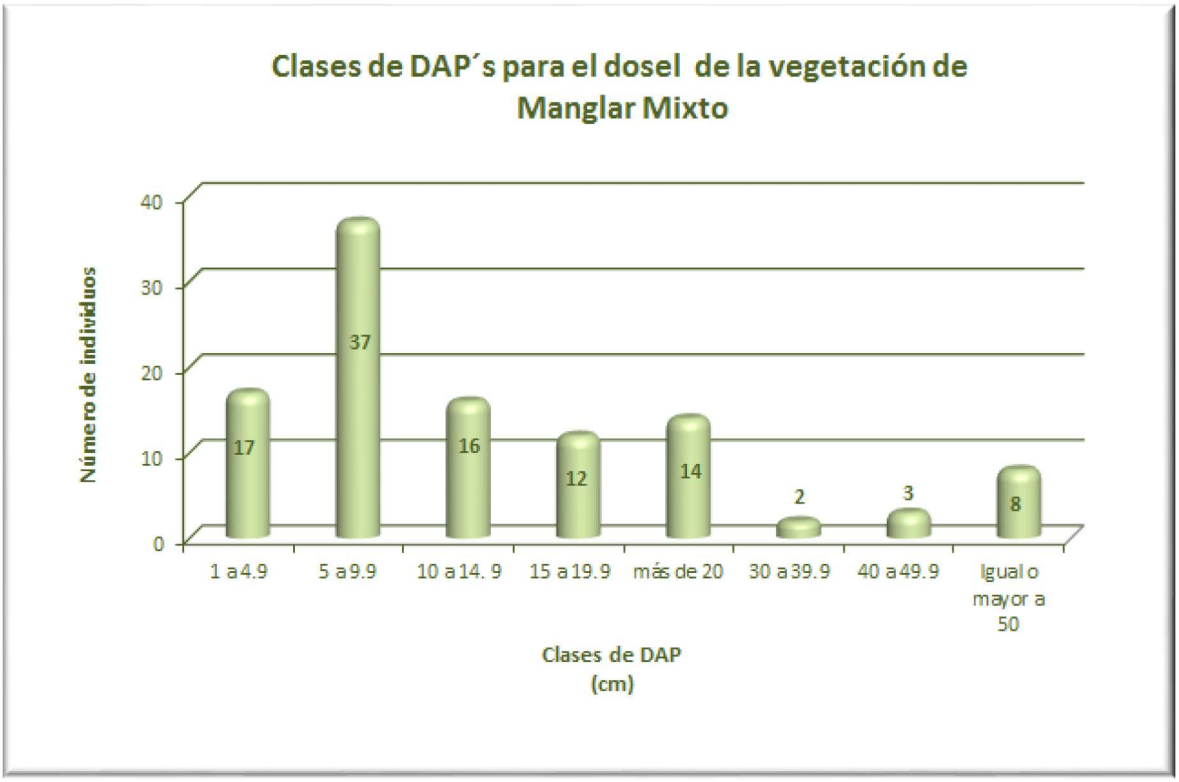


Figura 74. Análisis por clases de DAP para el Manglar Mixto.

Índice de Diversidad.

Con base en el Índice de diversidad de Simpson resulta que la diversidad promedio de esta comunidad vegetal es de 0.512 y una equitabilidad de 0.913, indica que tiene valores relativamente cercanos a 1, que es el valor máximo de este índice. Estos resultados no sugieren una dominancia específica. Es decir, no existe un alto grado de dominancia de las especies con mayor valor de importancia por encima del que tiene un menor valor. También se observa que el estrato arbustivo, es el menos diverso y con menor equitabilidad (Cuadro 40).

En cuanto a la riqueza de especies considerando todas las especies registradas, el estrato arbóreo cuenta con 3 especies, y los estratos arbustivo y herbáceo presentaron 2 especies en cada uno.

Cuadro 40. Índice de Diversidad de Simpson.

	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Promedio
D=	0.661	0.420	0.454	0.512
Dmax=	0.667	0.500	0.500	0.556
E=	0.992	0.840	0.907	0.913
S=	3	2	2	

5.1.7 DISCUSIÓN.

En resumen, y comparando los resultados con estudios previos, se observa que de las diferentes especies reportadas existe una similitud con los estudios anteriores en cuanto a la estructura y composición presente en el área de estudio (Corporativo ADFERI, 2001 y PEOT, 2005).

De los resultados obtenidos en la "*Vegetación de Duna Costera"*, en la asociación Halófita Costera, las especies de mayor valor de importancia fueron ***Chamaesyce prostrata*** **(Golondrina chica)** y ***Ambrosia hispida*** **(Margarita de Mar)**, esta última es considerada por el PEOT como una especie de matorral costero. Dichas especies se distribuyen sobre un estrato arenoso, por lo que corresponden al conjunto de especies que se distribuyen de manera cercana a la línea de rompiente de la marea, y se considera que se adaptan a la continua movilidad que puede tener el sustrato, sobre todo cuando se presenta intemperismo severo; también es notoria la dominancia de plantas herbáceas y rastreras distribuidas sobre la zona contigua a la playa (PEOT, 2005).

De los resultados obtenidos en la "*Vegetación de Duna Costera"*, específicamente en la asociación de "Matorral Costero", resultó que la especie dominante en el estrato trepador fue ***Chiococca alba*** **(Oreja de ratón)** y que la palma ***Thrinax radiata*** **(Chit)** fue la más importante en el estrato herbáceo y en el estrato arbustivo. En el estrato arbóreo la especie ***Metopium brownei*** **(Chechem)**, fue la más importante. Estas especies se mencionan también para diferentes asociaciones típicas del Matorral Costero del estado en la caracterización vegetal del PEOT (UQROO, 2005). La presencia de las especies arbustivas y arbóreas en esta asociación determina que existe una alta cobertura del terreno, lo que la convierte en una franja de vegetación muy sólida y difícil de penetrar. La espesura de la vegetación origina un microclima húmedo, donde el proceso de descomposición de la materia orgánica sobre el suelo (hojarasca) es un proceso permanente. Esta es la explicación por que en esta sección se encuentra una mezcla de suelo arenoso producto de la dinámica de las dunas, cubierta de materia orgánica, lo que propicia nuevamente la germinación de los propágulos (semillas) que caen al suelo. De ahí que solamente se reconoce un primer cordón frontal de baja altura, seguido de dunas consolidadas por este suelo ya orgánico.

Un aspecto que en particular resulta relevante, es que en esta sección de la costa se observan volúmenes considerables de desechos orgánicos (restos de algas), así como desechos sólidos (plásticos, madera, etc.) que son arrastrados por las mareas y los vientos, depositándose en las playas. Estos residuos pueden ser nuevamente removidos por las propias corrientes oceánicas o en muchos casos son cubiertos por la vegetación llegando inclusive a ser integrados como sustrato. Muy probablemente esta sea la razón por la cual no se han registrado anidaciones de tortugas marinas en los últimos años.

Por otra parte, para el estado de Quintana Roo los manglares se caracterizan por la presencia de cuatro especies como son: *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo),

Avicennia germinans (Mangle Negro), *Laguncularia racemosa* (Mangle Blanco) y *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo); en el caso de esta última especie se argumenta que no es un manglar en el sentido estricto, toda vez que no presenta el comportamiento típico de estas especies que es la germinación en la propia planta, la que también se ha denominado germinación vivípara.

De los resultados obtenidos para la *"Vegetación de Manglar"* sabemos que la especie dominante resultó ser *C. erectus* en el estrato Arbustivo y Arbóreo, y *L. racemosa* en el estrato herbáceo para la asociación de Manglar de Borde, que junto con el Manglar Mixto se ubica aledaña a la vegetación de duna costera. Así forma parte de una franja de vegetación que recorre todo el sistema de manglares en el estado. Se presenta en particular sobre la cuenca inundable, ya que es la zona más baja del terreno.

De los resultados obtenidos específicamente para Manglar Mixto, la especie dominante para el estrato arbóreo fue *R. mangle*. En el estrato arbustivo dominó *L. racemosa*, seguido de *C.erectus*. En el estrato herbáceo el elemento dominante fue *L. racemosa seguido de R. mangle***,** lo que es indicativo de que en el sitio tiene lugar un proceso de "*reclutamiento*"**.** Así se garantiza la permanencia de las generaciones futuras y por lo tanto la conservación del manglar mixto. Esto, siempre que se garanticen la conservación de los flujos superficiales y subterráneos en la cuenca del manglar.

En cuanto a las condiciones de inundación del manglar, con base en el análisis y fotointerpretación de las diferentes imágenes de satélite disponibles (Google Earth 2015, 2016 y 2017) y con las observaciones de campo, se pudo afirmar que se mantienen inundadas prácticamente todo el año. Por lo que se supone que esta sección de la cuenca aún mantiene la conectividad con zonas de inundación cercanas. Por otro lado, los canales que pasan por debajo del camino permiten mantener a los mangles drenados en las temporadas de lluvias importantes. Esto mantiene el equilibrio hídrico necesario para la permanencia de la mayoría de las especies hidrófilas que habitan el humedal.

El análisis comparativo entre los aspectos más relevantes de la estructura vertical, horizontal y numérica de cada asociación vegetal, contra datos bibliográficos; se resume en el siguiente cuadro (Cuadro 41). En este es posible observar que los tipos de vegetación y sus asociaciones son muy similares a las reportadas para comunidades en buen estado típicas de la zona norte del Estado de Quintana Roo. Adicionalmente es importante resaltar que dentro del área de estudio no se encontraron evidencias de desmontes previos o secciones en estado temprano del desarrollo o mostrando un alto grado de desarrollo secundario, más allá de la zona marginal del camino que divide la zona de manglar de la vegetación de duna costera.

Cuadro 41. Cuadro comparativo de los aspectos relevantes de las estructuras vegetales por tipo de vegetación, comparado con los datos obtenidos de la caracterización vegetal del estado para el PEOT (UQROO, 2005). D-Diversidad, E- Equitabilidad y S- Riqueza específica.

Tipo de vegetación	Asociaciones vegetales propias de cada tipo de vegetación	Estratos por asociación	Elementos con mayor (I.V.I) por estrato	Altura promedio del dosel (metros)	Altura máxima del dosel (metros)	DAP Promedio (cm)	DAP Máximo (cm)	Altura según UQROO-05) (metros)	DAP según UQROO-05) (cm)	Altura según Granados-Sánchez *et al.* 1998. (metros)	Diversidad			
											D	E	S	Promedio
Vegetación de duna costera o vegetación Halófita	Vegetación Halófita costera	Herbáceo	*Chamaesyce prostrata*								0.716	0.832	17	**D=0.716** Dmax=0.858 E=0.832 S=17
		Rastrero	*Ambrosia hispida*											
	Matorral costero	Arbóreo	*Metopium brownei*	5.15	8.5	12.45	99.00	6			0.818	0.881	14	D=0.593 Dmax=0.851 E=0.706 **S=24**
			Sideroxylon americanum											
			Thrinax radiata											
		Arbustivo	*Thrinax radiata*								0.492	0.541	11	
			Pithecellobium keyense											
		Herbáceo	*Thrinax radiata*								0.501	0.557	10	
			Hymenocallis littoralis											
		Rastrero	*Chiococca alba*								0.562	0.843	3	
Vegetación de Manglar	Manglar de borde (con *Conocarpus erectus*)	Arbóreo	*Conocarpus erectus*	4.98	9	28.97	73	3-8	8-12		0.549	0.686	5	D=0.220 Dmax=0.600 E=0.304 S=6
			Rhizophora mangle											
		Arbustivo	*Conocarpus erectus*								0.087	0.174	2	
		Herbáceo	*Languncularia racemosa*								0.026	0.052	2	
	Manglar mixto	Arbóreo	*Rhizophora mangle*	4.05	5	40.2	92.3		2-15	6-8	0.661	0.992	3	D=0.512 Dmax=0.556 **E=0.913** S=3
		Arbustivo	*Languncularia racemosa*								0.420	0.840	2	
		Herbáceo	*Languncularia racemosa*								0.454	0.907	2	

Aun cuando se ha demostrado numéricamente que la estructura vegetal de los tipos y asociaciones vegetales descritas en el área de estudio, se encuentran en buen estado, se observó un cierto impacto ocasionado por la acumulación de residuos inorgánicos, que se encuentran dispersos principalmente en la zona de Halófita Costera y en menor cantidad para la zona de manglar mixto. Estos residuos pueden representar una problemática a evaluar, debido a que la fauna que habita el lugar podría atorarse con ella o tratar de ingerirla.

Realizando un análisis de las especies descritas en este estudio y basados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se muestra que las especies: *Avicennia germinans* (Mangle Negro)*, Coccothrinax readii* (Nakax)*, Thrinax radiata* (Chit), *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo), *Languncularia racemosa* (Mangle Blanco) y *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo) se encuentran en la categoría de "Amenazadas", por lo que implementar medidas tendientes a la conservación de estas, deberá ser relevante para el proyecto.

Con base en el análisis de alturas y DAP´s resumido en el cuadro 41, se puede observar que el matorral costero y el manglar se encuentran dentro de los rangos señalados por la UQROO (2005) y Granados-Sánchez *et al.* (1998). Con base en los cortes de vegetación obtenidos de manera digital, las asociaciones vegetales presentaron diferentes alturas siendo el matorral costero en donde se encontraron individuos con las mayores alturas, seguidas del manglar de borde, tal y como se pudo observar en el análisis de datos.

En relación a la especie *Cassytha filiformis* (Fideo de monte), que es una especie trepadora-parásita, no existe ningún problema a pesar de ser una especie que florece y fructifica todo el año. Toda vez que es una especie que se encuentra dentro de la composición específica típica de la vegetación de duna costera y en particular de la vegetación Halófita costera. Esta es una especie que puede convertirse en un problema cuando se le fragmentada mediante una limpieza mal ejecutada, es decir, cuando es retirada y fragmentada, diseminando sus propágulos.

El resto de las especies trepadoras no son tan abundantes, aunque tampoco pasan desapercibidas, debido a que algunas tienen propiedades medicinales como es el caso de *Morinda citrifolia* (Noni) o *Chiococca alba* (Oreja de ratón).

En promedio, la vegetación de Matorral Costero fue la vegetación con mayor riqueza específica y la más diversa, en tanto el manglar mixto fue el sitio con relativa baja diversidad pero con mayor Equitabilidad. En otros términos, significa que en el matorral costero hay mayor número de especies. Aunque es en el manglar mixto donde el número de individuos se reparte más homogéneamente entre las escasas especies presentes, por lo que la dominancia específica no es tan marcada como en el manglar de borde donde se encuentra la menor Equitabilidad y por lo tanto mayor dominancia.

Las especies *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo) y *Laguncularia racemosa* (Mangle Blanco), fueron las especies de manglar que más individuos presentaron en su

estrato herbáceo, lo que indica que la zona se mantiene conservada para su crecimiento.

En relación a la zona de inundación, que corresponde al manglar mixto, se observó que se encuentra con agua durante todo el año, ya que su topografía indica bajos topográficos los cuales funcionan como almacén de agua para el crecimiento y anidación de flora y fauna en esta zona.

5.1.8 CONCLUSIONES.

Dentro de cada tipo de vegetación, se puede presentar una estructura y composición florística diferente, lo que resulta del grado de adaptación de las especies a su medio ambiente. Estas diferencias finalmente serán el motivo de origen de variaciones en la vegetación comúnmente denominadas como "asociaciones vegetales", mismas que pueden presentar una distribución a manera de parches, llegando a integrar complejos mosaicos de vegetación, los cuales tienen una amplitud y longitud realmente diversa (UQROO, 2005).

Los tipos de vegetación identificados dentro del área de estudio corresponden a los reportados para la Península de Yucatán, específicamente los que se distribuyen en áreas costeras. Estas comunidades dependen de la topografía, el tipo de suelo, la salinidad del agua y periodos de inundación, por lo que cualquier cambio en esta amplia gama de factores ambientales se reflejará en cambios en la vegetación, mismos que muy probablemente estén repercutiendo sobre diferentes aspectos de la fauna silvestre.

En cuanto a las especies reportadas en campo, se observaron especies vegetales en sus diferentes estratos (rastreras, trepadoras, herbáceas, arbustivas y arbóreas) y una composición específica muy definida para dos diferentes franjas de vegetación (vegetación de duna costera y vegetación de manglar). Con base en dicha información se generó un mapa de vegetación, donde se señaló la distribución de las diferentes comunidades vegetativas encontradas en la zona; y la infraestructura existente (un camino pavimentado) que separó la vegetación de duna costera en su límite oeste, de la vegetación de manglar.

En términos generales, la composición específica de las asociaciones vegetales de la duna costera y del manglar que se desarrollan en el área de estudio, son característicos y típicos de la vegetación costera del norte del estado comparando los resultados obtenidos con la descripción de la vegetación del país como lo es el INEGI (Serie-V) y para los manglares del estado el estudio de Granados-Sánchez *et al.* (1998), además del estudio de caracterización vegetal realizado para el PEOT del estado y publicado por la UQROO (2005), que al día de hoy son dos de los estudios de caracterización vegetal, más completos y apegado a la realidad del estado de Quintana Roo. Por lo que se puede concluir que la cubierta vegetal corresponde a tipos de vegetación y asociaciones típicas en cuanto a estructura y composición, con un desarrollo secundario muy focalizado a los márgenes del

camino. Por lo que se puede concluir que estas se encuentran en buen estado de conservación.

Recomendaciones

Una vez que se inicien los trabajos de desmonte, se recomienda para la zona de Matorral Costero el rescate de los individuos de *Thrinax radiata* (Chit) y de *Coccothrinax readii* (Nakax), que son especies que se encuentran como amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo que se debe de dar seguimiento haciendo la reubicación en caso de ser necesario.

También se debe realizar una recolección previa de todos los desechos inorgánicos que se encuentran en la totalidad del predio y particularmente en la zona de la Halófita Costera y el manglar mixto, ya que puede convertirse en un problema para la fauna que habita en la zona.

Evitar que los flujos subterráneos y superficiales de la cuenca del humedal sean modificados por el proyecto, ya que esto ocasionaría cambios hidrológicos en el manglar, lo que podría conllevar a un proceso en cadena, que afecte al resto de las asociaciones vegetales y finalmente también a la fauna presente en el sitio.

5.2 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DE ESTUDIO.

5.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA FAUNA.

En general la fauna de la Península de Yucatán ha sido considerada como única por la composición de su biota, por su conformación geológica y paleobiológica (Arita y Vázquez, 2003). La riqueza de vertebrados terrestres es menor que aquéllas que habitan en otras zonas tropicales. El número de especies endémicas varía según el grupo específico que se estudie (Duch, 2003).

La distribución de la fauna no es homogénea a lo largo de la Península Yucateca. Simpson en 1964, describió el patrón de distribución, concluyendo que en la zona base de la Península el número de especies es mayor que en el punto medio, y éste a su vez es mayor que en la punta de la península. Este autor, utilizó a la península como ejemplo de lo que definió "*efecto península*" donde se observó que las penínsulas tienden a ser menos ricas en las puntas que en sus bases. Estudios posteriores han corroborado esta observación en diferentes grupos (Arita y Vázquez, 2003).

Las características geográficas y climatológicas que presenta estado de Quintana Roo, lo hacen un medio propicio para el desarrollo y establecimiento de una gran diversidad de animales por lo que se han realizados diversos estudios entre los que destacan los de Gaumer (1917) para toda la península, los estudios para la mastofauna (mamíferos) de Navarro y Robinson (1990) en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, los estudios sobre la herpetofauna (anfibios y reptiles) de Lee (1980), los trabajos en ornitofauna (aves) por Paynter (1955), y los de Blake en 1953. De

estos y muchos otros estudios se ha reconocido e identificado la composición faunística en Quintana Roo.

El municipio de Benito Juárez aun presenta diversos grupos faunísticos. Sin embargo, las diversas actividades humanas han modificado directa o indirectamente la distribución y abundancia de estos grupos. El presente estudio faunístico tiene como propósito determinar la composición de especies que se encuentran en el área de estudio y con base en ello inferir las condiciones ecológicas generales del sitio. Para ello se implementó la metodología que a continuación se describe.

5.2.2 METODOLOGÍA.

Descripción del método de muestreo

Existen varios métodos para estudiar la fauna silvestre, los cuales se basan en dos tipos de datos que se obtienen en el campo: datos directos y los datos indirectos. Los datos directos, se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento (Painter *et al*., 1999, citado por Hernández *et al*., 2008).

Los datos indirectos se basan en la conjetura de que todos los animales en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural de su presencia y sus actividades tales como: excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteraciones de la vegetación, senderos, cruces y otros (Aranda, 2000; Painter *et al.,* 1999 en Hernández *et al*., 2008). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente.

Diferentes autores proponen usar ambas metodologías (los datos directos e indirectos), ya que estos cuando se complementan son más eficaces en determinar la presencia de animales en un área a estudiar. Para el estudio de la fauna presente en el predio, se realizó la metodología de evaluación ecológica rápida, adaptada a grupos focales. Es decir, una metodología diferente para cada grupo faunístico tomando en cuenta los diferentes tipos de hábitats, las conductas y formas de vida. Los diferentes grupos faunísticos bajo estudio fueron anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces.

Para la presente caracterización se realizó un muestreo durante los días 12-16 de junio, así como del 26-30 de junio del 2019, en horarios de 6:00 am a 12:00 am y de 7:00 pm a 10:00 pm. Para realizar los diferentes métodos de muestreo se habilitaron transectos en los diferentes puntos del predio, abarcando los principales tipos de vegetación.

A continuación, se describe la metodología empleada para cada grupo de vertebrados:

5.2.3 ÁREA DE ESTUDIO PARA EL MUESTREO.

El área de estudio corresponde a un área mayor que el del predio 15-18, con el fin de muestrear la mayor cantidad de espacio posible considerando que la fauna es es móvil. De tal forma que se abarcó una superficie de 364,018.217 m^2 (36.40 ha) como se muestra en la siguiente figura.

Esta área fue definida en función de la movilidad del grupo biológico que se está estudiando que es la fauna. De ahí que al abarcar una mayor superficie que la relativa a un predio específico de interés (Lote 15-18), proporciona un panorama más general de las condiciones de este recurso y de las posibles afectaciones que se pueden generar al desarrollar un proyecto de cualquier índole.

Dentro de esta área de estudio ya están definidos lotes particulares de uso turístico, en cuya superficie en algún momento será susceptible de encontrar alguna (s) de las especies que se reportan en el presente documento.

El lote 15-18, Mz. 60, que es objeto de la presente manifestación, queda inserto en la porción norte de esta área de estudio, y cuenta con una superficie de 71,597.16m^2.

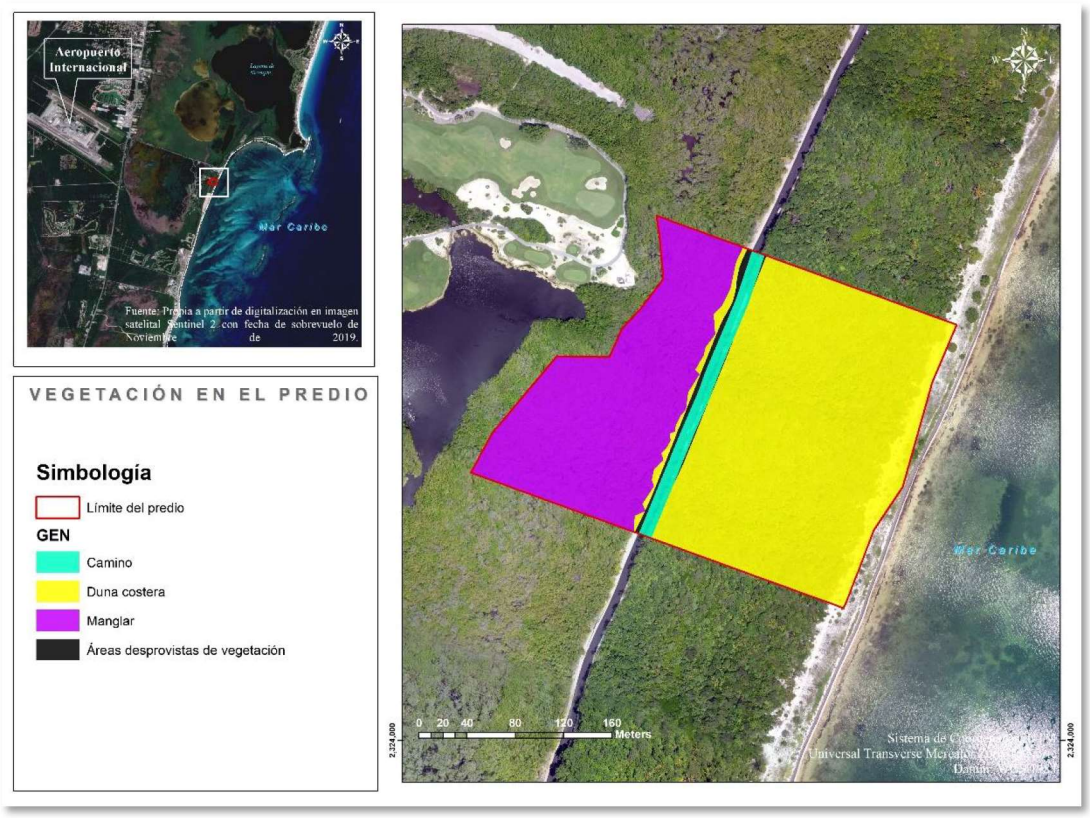


Figura 75. Mapa de vegetación del área de estudio completa en la imagen de la izquierda y del predio específico de interés en el acercamiento de la derecha. Fotointerpretación de imagen de dron (Fuente: Ortofotomosaico Digital, 2019).

5.2.4 MUESTREO Y ANÁLISIS DE DATOS POR GRUPO.

AVES

Dada la complejidad que presenta este grupo faunístico, la técnica de monitoreo fue especialmente laboriosa, con la finalidad de tener un tamaño de muestra representativo de la riqueza aviar del área de estudio. Por lo cual, fue necesario implementar distintas metodologías de censos para contar con un registro más amplio de este grupo.

Así se efectuaron recorridos a través de "transectos en puntos"y con la ayuda de binoculares marca Konus con zoom de 8 x 21 se realizaron observaciones, instalando también redes de niebla y/o redes ornitológicas.

Transecto en puntos

Este método consiste en un recorrido lineal a lo largo del cual se establecen puntos de muestreo, a distancias regulares, donde se registran individuos observados y/o escuchados (Aranda 2000; Sélem-Salas *et al.* 2004 citados por Hernández *et al*., 2008). Existen dos modalidades de los transectos en puntos, pero únicamente se consideró el método capaz de calcular la población. En este método se establece un radio de observación alrededor del punto de muestreo, que para este caso fue de 3 m (debido a la cobertura de la vegetación que permite esa visibilidad) y se cuenta a todos los individuos observados, especificando si se registraron dentro o fuera del radio de observación (Sutherland, 1996 citado por Hernández *et al*., 2008). A continuación, se presenta la fórmula para obtener densidades poblacionales:

$$D = \frac{n1 + n2}{\pi r^2 \, \mathrm{m}}$$

Donde n1 es el número de animales contados dentro del radio de registro, n2 es el número de animales contados fuera del radio, r es el radio de observación y m es el número de puntos.

Se realizaron recorridos a lo largo de las brechas topográficas, en sentido longitudinal y transversal cubriendo toda el área del terreno. Así se logró realizar un total de 46 puntos de muestreo en 10 brechas, donde la superficie de cada punto se calculó en 7.07 m^2.

El área muestreada en cada punto se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Área} = \text{Pi} \times r^2 =$$

Donde:

Pi=3.1416
R=Radio de cada punto que se estimó en 1.5 m en promedio.

Área ocupada por cada punto = 3.1416 * 1.5^2= 7.07 m^2.
Área muestreada en los 46 puntos= 325.22 m^2. Cabe resaltar que en cada punto se permaneció un total de 5 minutos.

Se recorrieron 10 brechas con una longitud de 3,580.91 m y se calculó una amplitud promedio de 3 m (1.5 m hacia la izquierda y 1.5 m a la derecha); así la superficie recorrida fue de 10,742.73m^2. De esta forma, el área total muestreada por el método de transectos en puntos para localizar aves fue de 11,067.95 m^2 (10,742.73m^2+325.22 m^2).



Figura 76. Observación de aves en transectos en puntos.



Figura 77. Mapa del área de estudio, mostrando los recorridos realizados en el predio y las estaciones de observación por el método de transectos en puntos.

Redes ornitológicas

Considerando el tamaño del polígono, por medio de este método, se utilizaron dos redes de niebla de 2.6 x 6 m con malla de 4 bolsillos, las cuales se colocaron durante 9 días (dos redes por día), en 18 puntos distintos dentro del área de estudio.



Figura 78. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de redes de niebla para captura de aves.

En cuanto a las redes ornitológicas, fueron abiertas las primeras horas de la mañana aprovechando el momento de máxima actividad aviar. El horario de apertura de las redes fue de 06:00 a 9:00 hrs y fueron revisadas cada 15 minutos, durante 9 días de muestreo.



Figura 79. Colocación de redes de niebla para captura de aves.

Los ejemplares se registraron mediante observación visual. Así mismo se utilizaron dos cámaras digital marca fujifilm, fine pix modelo S5100 para su registro.

El **esfuerzo de captura** se calculó multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

$$m^2 \text{ de red x hora abierta} = m^2.h$$

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

$$\text{Numero de individuo}/m^2 \text{ de red x hora abierta} = ind/m^2.h$$

MAMÍFEROS

Para el registro de la mastofauna se diferenciaron subgrupos de acuerdo con sus características ecológicas, lo que requirió la aplicación de diferentes técnicas de muestreo. Los grupos considerados para el muestreo fueron quirópteros (murciélagos), mamíferos pequeños, medianos y grandes.

Quirópteros

Se colocaron dos redes de niebla de 2.6 x 6 m con malla de 38 mm con 4 bolsillos, las cuales se colocaron durante 5 noches (dos redes por noche), en 10 puntos distintos dentro del área de estudio, con intervalos de revisión de 15 minutos, permaneciendo abiertas de 20:00 horas a las 22:00 horas.

La ubicación de los sitios de colocación de redes para quirópteros se muestra en el siguiente mapa.



Figura 80. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de redes de niebla para captura de murciélagos.

Los individuos capturados fueron identificados a nivel de especie, y se realizó un registro fotográfico y posteriormente se liberaron.



Figura 81. Colocación de redes de niebla para captura de murciélagos.

El **esfuerzo de captura** se calculó multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

$$m^2 \text{ de red x hora abierta} = m^2.h$$

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m^2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

Pequeños mamíferos

Se contaba con 5 trampas tipo Sherman, las cuales fueron colocadas durante 4 días en 4 sitios diferentes (una noche por sitio) para tener una mayor cobertura del terreno, las cuales fueron cebadas con fruta y semillas de girasol.



Figura 82. Colocación de trampas Sherman para captura de pequeños roedores.

Para el trampeo se seleccionaron zonas de fácil acceso y tratando de tener una distribución homogénea de las trampas (Figura 83), colocándolas al atardecer y siendo revisadas al día siguiente.

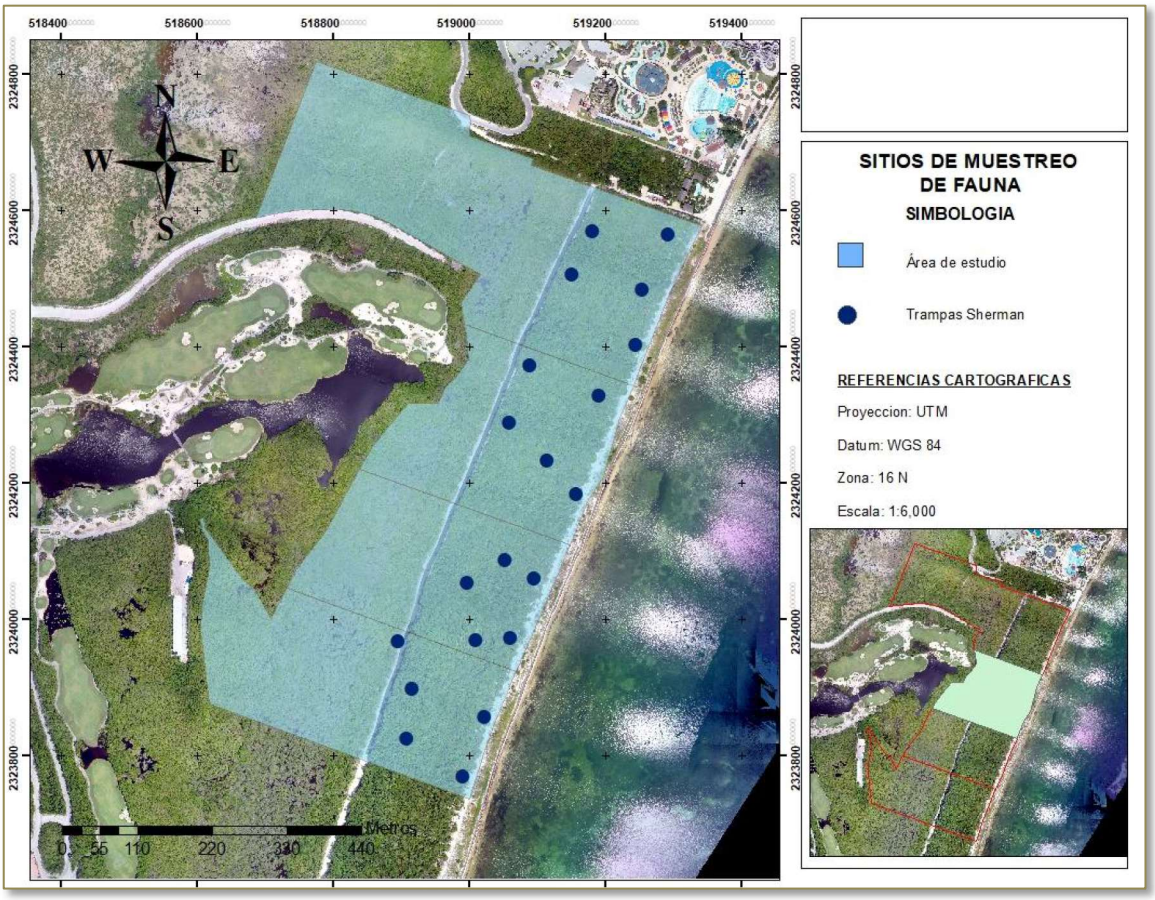


Figura 83. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de las trampas Sherman para captura de pequeños roedores.

Mamíferos medianos y grandes

Para el monitoreo de los mamíferos de talla mediana y grande se utilizaron un total de 8 trampas, como son:

Trampas Tomahawk (3)

Trampas Havahart (2)

Ratoneras medianas (3)



Figura 84. Trampas Tomahawk (3), Havahart (2) y ratoneras medianas (3), para la captura de mamíferos medianos y grandes.

Las trampas fueron cebadas con frutas, raíces, sardina y atún. Estas trampas se colocaron solo en los lugares donde se detectaron huellas y actividad como posible paso de mamíferos entre la vegetación, tras los recorridos de transectos en puntos.



Figura 85. Colocación de trampas para captura de mamíferos medianos y grandes.

Cabe destacar que las trampas luego de ser activadas fueron cubiertas con ramas tratando de simular un refugio. Las ocho trampas fueron colocadas durante 4 días, en 4 sitios diferentes (una noche por sitio), para tener una mayor cobertura del terreno. Es importante destacar que en la parte inundada no se colocaron trampas.

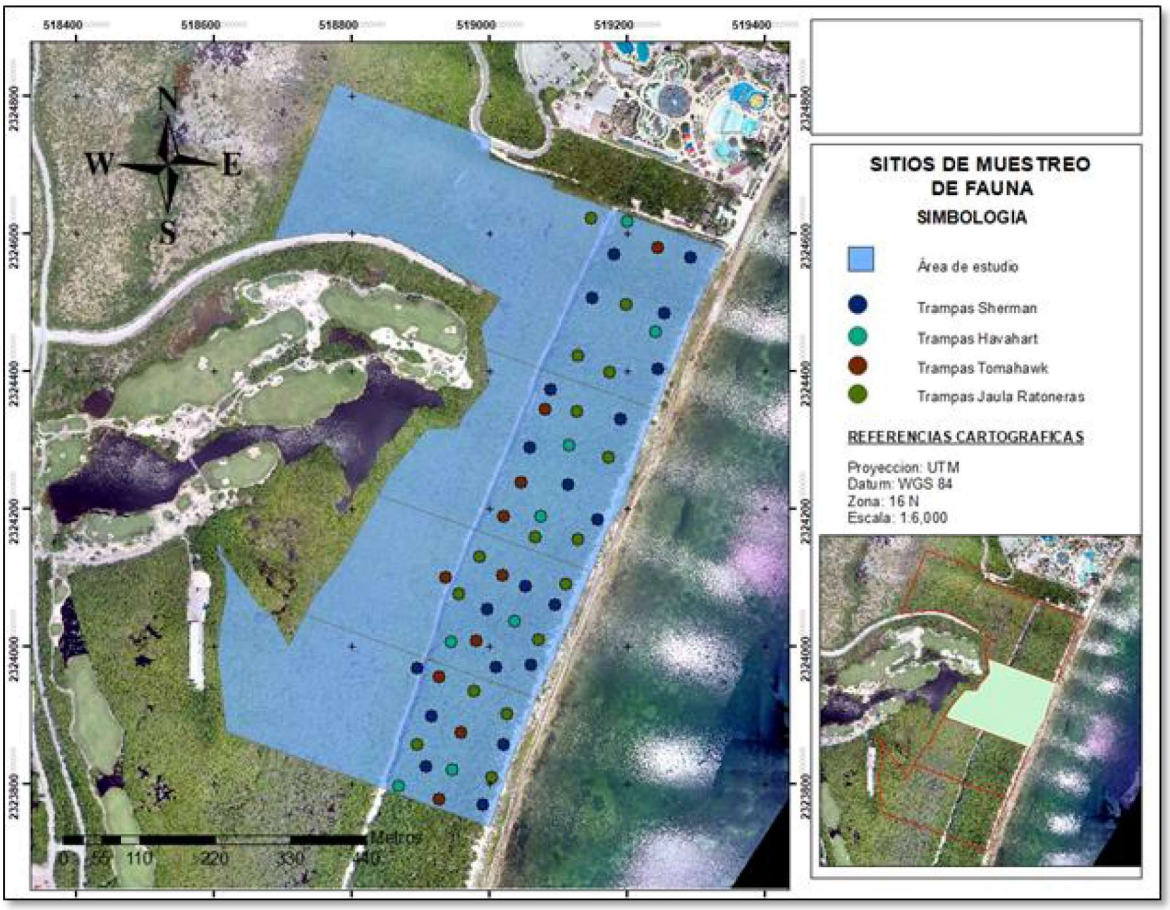


Figura 86. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de las trampas Sherman, Havahart, Tomahawk y ratoneras para captura de mamíferos grandes, medianos y pequeños.

Identificación de huellas, excretas y rastros

Para aumentar los registros sin importar el grupo a detectar se implementó la técnica de "*búsqueda activa*" que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderas, echaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos o cavidades en el predio. De cada observación de interés además del registro fotográfico se anotaron en libreta de campo la especie y coordenadas geográficas.



Figura 87. Recorridos en búsqueda de huellas y excretas. Las huellas encontradas fueron fotografiadas y registradas.

Cámaras trampa.

Para el grupo de los mamíferos medianos y grandes, se utilizaron cinco cámaras trampa, cuatro de ellas marca Bushnell modelo Trophy y una cámara trampa, modelo espía cacería marca Browning, que fueron colocadas a partir del día 13-16 de junio y del 26-30 de junio de 2017, en sitios donde se observaron rastros de paso de mamíferos, utilizando cebos (frutas o sardina) para la captura de fotografías, que se descargaron al día siguiente de haberlas colocado.



Figura 88. Imagen de las 5 cámaras trampa utilizadas en el muestreo.



Figura 89. Colocación de cámaras trampa y cebos para registro de mamíferos.

Como se observa en el mapa, fueron colocadas de manera dispersa para tener una mayor cobertura del terreno.



Figura 90. Mapa del área de estudio, mostrando la ubicación de las cámaras trampa para registro de mamíferos.

REPTILES Y ANFIBIOS

Para la obtención de los listados de estos grupos, se efectuaron recorridos de observación diurnos y nocturnos. El lapso entre revisiones fue de 8 horas. En cada revisión se removieron piedras, hojarasca, troncos caídos y otros. Es decir, todos aquellos sitios que pudieran funcionar como refugio para pequeños saurios, serpientes o anfibios. Se planearon capturas solo para identificar y fotografiar a los diferentes ejemplares, para su posterior liberación. La búsqueda se efectuó manualmente con ayuda de material herpetológico (ganchos y ligas de hule).



Figura 91. Búsqueda de reptiles mediante el uso de pinzas herpetológicas.

PECES

Se consideró un arte de pesca para llevar a cabo el muestreo de peces, tomando en cuenta las características físicas de los cuerpos de agua donde se realizaron las capturas como el tamaño (amplitud) y la profundidad, así como las características de los organismos que se alcanzan a observar y su abundancia.

Se utilizó para la captura una red 50 cm de diámetro con mango para capturar organismos pequeños en aguas someras.



Figura 92. Captura de peces en aguas someras.

Una vez capturados se colocaron en una pecera donde fueron fotografiados y posteriormente liberados en el mismo sitio de captura.



Figura 93. Especímenes capturados, fotografiados en una pecera para su identificación y posterior liberación.

Determinación taxonómica

Para la identificación de los ejemplares capturados y observados se utilizaron claves especializadas para cada grupo en particular, tales como la Guía de aves de México y Norte de América Central de Howell y Webb (1995); la Guía de mamíferos de América Central y Sureste de México de Reid (1997); Anfibios y Reptiles del mundo Maya de Lee (2000); Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biósfera de Sian Ka´an de Calderón-Mandujano *et al.* (2008). Para la identificación de huellas, se

utilizó la guía especializada de Huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos de México de Aranda (2000).

Análisis de resultados

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de **transectos en puntos** se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica:

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. 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:

$$\mathbf{Dr} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x 100}}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

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:

$$\mathbf{Da} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x área total}}{\text{Área muestreada en m}^2}$$

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 con relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Fr} = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X"} \times 100}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}.$$

Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies en base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos 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 y frecuencia 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 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I = Densidad relativa + Frecuencia relativa

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 faunística motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Simpson } (D) = 1 - \sum_{i=1}^{S} (p_i)^2$$

Dónde:
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, 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. La equitabilidad se calculó como:

$$E = D/D_{máx.}$$

Dónde:
D=Diversidad y D máx. es la diversidad máxima.

Para el grupo de peces, aves en red, quirópteros en red y mamíferos en cámaras trampa se realizó un análisis de riqueza y abundancias, con relación a la técnica de captura.

5.2.5 RESULTADOS.

Presencia y Riqueza específica (S)

Se registró un total de 40 especies repartidas en 20 órdenes y 32 familias. De las 40 especies, 22 representan al grupo de aves, 11 al grupo de mamíferos, 4 al grupo de reptiles, una especie en el grupo de anfibios y dos especies en el grupo de peces (Cuadro 42).

Cuadro 42. Listado de fauna presente en área de estudio.

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN
Aves					
Accipitriforme	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Aguililla caminera		
	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro		
Charadriiforme	Sternidae	*Sternula antillarum*	Golondrina marina mínima		
Columbiforme	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita común		
		Patagioenas flavirostris	Paloma morada		
		Streptopelia decaocto	Paloma		
Coraciiforme	Cerylidae	*Chloroceryle americana*	Martin pescador verde		
Galliforme	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula		
Passeriforme	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca		
	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate		
		Icterus cucullatus	Calandria cuculada		
	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle		
	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Grande		
Pelecaniforme	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande		
		Tigrisoma mexicanum	Garza tigre	Pr	NE
	Ciconiiformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco		
	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano pardo		
Piciforme	Ramphastidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco		
Psittaciforme	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
Strigiforme	Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo		
Suliforme	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnifica		
Trogoniforme	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabeza negra		
12	**18**	***S=22***			

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN
Mamíferos					
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate		
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murcielago frugivoro gigante		
		Sturnira lilium	Murcielago de carreteras menor		
		Artibeus jamaicensis	Murcielago frutero		
		Carollia sowelli	Murcielago frugivoro de cola corta		
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle		
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque		
	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla		
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris		
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de nariz blanca		
		Nasua narica nelsoni	Coatí isleño	A	E
4	**7**	***S=11***			
Reptiles					
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tequereque		
	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija		
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE
	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija		
1	**4**	***S=4***			
Anfibios					
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca		
1	**1**	***S=1***			
Peces					
Perciforme	Cichlidae	*Cichlasoma sp*	Mojarra de lodo		
Cyprinodontiforme	Poecillidae	*Gambusia sexradiata*	Guayacon del sureste		

Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				CATEGORÍA	DISTRIBUCIÓN
2	**2**	***S=2***			
20	**32**	***S=40***			

Por otro lado, en el análisis de grupos resultó que los grupos menos representativos fueron los anfibios y peces con un 3 % y 5 % respectivamente, seguido de los reptiles con un 10 %, los mamíferos con un 27 % y el más importante en términos de riqueza específica fue el de las aves con un 55 %.

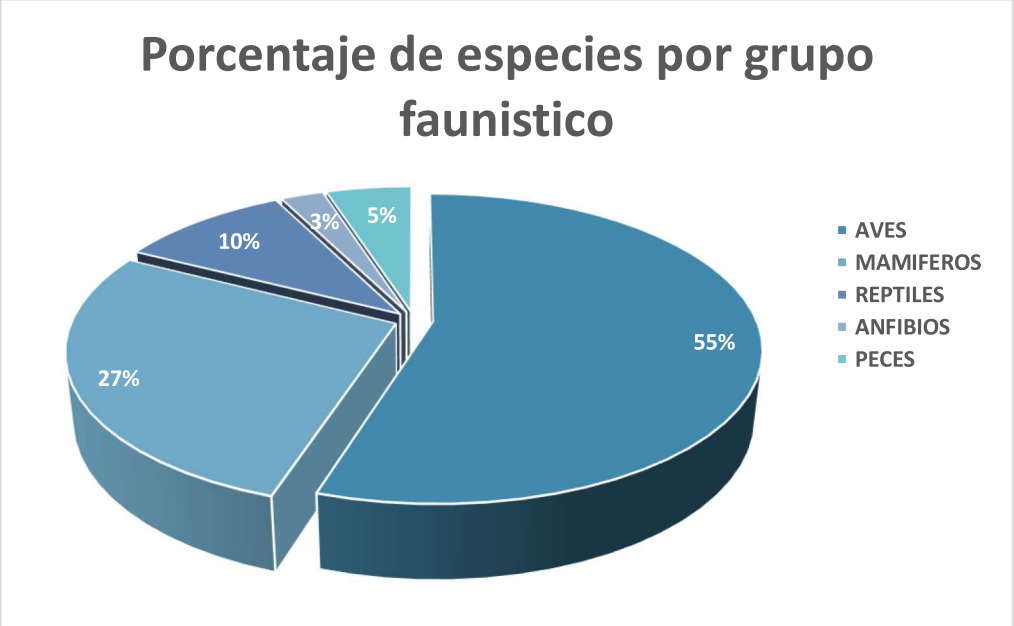


Figura 94. Porcentaje de especies por grupo faunístico.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las 40 especies registradas, cuatro de ellas se enlistan en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, las dos primeras especies en la categoría de protección especial (Pr), y la tercera y cuarta especie en la categoría de Amenazadas (A).

Cuadro 43. Listado de fauna presente en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
					Categoría	Distribución
Aves	Pelecaniforme	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre	Pr	NE
	Psittaciforme	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Pr	NE
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	*Nasua narica nelsoni*	Coatí isleño	A	E
Reptiles	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	A	NE

Distribución

Dentro del predio, se tiene una distribución de 28 especies que fueron registradas por medio de “Transectos en puntos”, 5 especies fueron registradas por “Red de niebla”, 4 especies fueron registradas por “Cámaras trampa”, una especie por red de pesca y 2 especies por observación directa. Los métodos empleados como “Trampas Tomahawk, Havahart, Ratoneras y trampas Sherman”, su eficiencia fue nula.

Con base en los resultados obtenidos de los recorridos se observó que la distribución de los diferentes grupos es relativamente homogénea sobre el predio. Con base en la ubicación de los registros en campo no es posible detectar áreas que puedan ser de importancia relevante para alguno de los diferentes grupos faunísticos presentes en el sitio.

Abundancia por grupo

AVES

Para este grupo se registraron 22 especies repartidas en 12 órdenes y 18 familias. Las especies, *Chloroceryle americana* (Martín pescador verde) y *Pitangus sulphuratus* (Luis grande), son las únicas especies registradas en red de niebla; la especie *Bubo virginianus* (Buho cornudo), fue observada fuera de los puntos de muestreo. Y del total de organismos, la especie *Tigrisoma mexicanum* (Garza Tigre) y la especie *Aratinga nana* (Perico pechisucio), son mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de Protección especial (Pr), no endémica (NE) (Cuadro 44). Por su parte, *Cyanocorax yucatanicus* (Chara Yucateca) y *Melanerpes pygmaeus* (Carpintero yucateco) son especies descritas como endémicas para el estado.

Cuadro 44**.** Listado de aves registrado en el área de estudio y su reporte en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, **Pr**= Protección especial, **NE**= No Endémica, **E**= Endémica.

Aves				
Familia	**Nombre Científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	
			Categoría	**Distribución**
Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Aguililla caminera		
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro		
Sternidae	*Sternula antillarum*	Golondrina marina mínima		
Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita común		
	Patagioenas flavirostris	Paloma morada		

Aves				
Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
			Categoría	Distribución
	Streptopelia decaocto	Paloma		
Cerylidae	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde		
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula		
Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca		**E**
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate		
	Icterus cucullatus	Calandria cuculada		
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle		
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Grande		
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande		
	Tigrisoma mexicanum	Garza tigre	**Pr**	**NE**
Ciconiiformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco		
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano pardo		
Ramphastidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco		**E**
Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	**Pr**	**NE**
Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho cornudo		
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnifica		
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabeza negra		
18	***S=22***			

De las especies registradas según MacKinnon (2009), *Cyanocorax yucatanicus* (Chara yucateca) y *Melanerpes pygmaeus* son especies endémicas y las restantes son especies residentes, es decir, aquellas especies que se reproducen y que se encuentran en México durante todas las estaciones del año.



Figura 95. Mapa del área de estudio indicando los puntos de registro de aves.

A continuación, se presentan fotografías de algunas de las especies de aves registradas en el área de estudio (Figura 96).



Chloroceryle americana (Martín pescador vede)



Pitangus sulphuratus (Luis grande)

Figura 96. Especies de aves registradas en el área de estudio.

MAMÍFEROS

Los registros de mamíferos fueron obtenidos mediante fotografías con cámaras trampa, transectos en puntos de muestreo y algunos rastros, concretamente huellas, rascaderas, excretas y restos de presas. Y en su caso redes para quirópteros. En el área de estudio se registraron 11 especies, correspondientes a cuatro órdenes y siete familias.

Se registraron cuatro especies de murciélagos (*Artibeus lituratus, Sturnira lilium, Artibeus jamaicensis* y *Carollia sowelli*), las cuales fueron capturadas por medio de una red de niebla, y una vez registradas fueron liberadas.

Se registraron cuatro especies (*Nasua narica, Urocyon cinereoargenteus, Dasyprocta punctata* y *Cuniculus paca)*, las cuales fueron fotografiadas con cámaras trampa.

Y las especies (*Nasua narica nelsoni, Mazama pandora* y *Sciurus yucatanensis),* fueron registradas en avistamientos y rastros en los muestreos por puntos.

Cabe destacar que, de las especies de mamíferos registradas, la especie *Nasua narica nelsoni* es la única especie que se encuentra en la categoría de amenazada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro 45. Listado de los mamíferos registrados en el área de estudio y su reporte en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, **A**= Amenazada, **E**= Endémica.

Mamíferos					
Orden	**Familia**	**Nombre Científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	
				Categoría	**Distribución**
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate		
Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murciélago frugívoro gigante		
		Sturnira lilium	Murciélago de carreteras menor		
		Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero		
		Carollia sowelli	Murciélago frugívoro de cola corta		
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle		
	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque		

Mamíferos					
Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	
				Categoría	Distribución
	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla		
Carnivora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrito gris		
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de nariz blanca		
		Nasua narica nelsoni	Coatí isleño	**A**	**E**
4	**7**	***S=11***			



Figura 97. Mapa del área de estudio indicando los puntos de registro de mamíferos.

A continuación, se muestran algunas imágenes de las especies reportadas.



Nasua narica nelsoni (Coatí isleño)



Dasyprocta punctata (Sereque)



Mazama pandora (Venado temazate) Huellas



Nasua narica (Coatí de nariz blanca) Excretas.

Figura 98. Especies de mamiferos y rastros (Huellas y excretas), registradas en el área de estudio.

REPTILES

En el área de estudio se registraron 4 especies de reptiles, las cuales representan a 1 orden y 4 familias. Las especies reportadas se identificaron en base a sus características morfológicas (Cuadro 46).

Cabe destacar que, de las especies de reptiles registradas, la especie *Ctenosaura similis* es la única especie que se encuentra en la categoría de amenazada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Cuadro 46. Listado de los mamíferos registrados en el área de estudio y su reporte en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, **A**= Amenazada, **NE**= Endémica.

Reptiles					
Orden	**Familia**	**Nombre Científico**	**Nombre común**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**	
				Categoría	**Distribución**
Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tequereque		
	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo pardo		
	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	**A**	**NE**
	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija escamosa		
1	**4**	***S=4***			



Figura 99. Mapa del área de estudio, indicando los puntos de registro de reptiles.

A continuación, se muestran algunas imágenes de las especies reportadas.


Basiliscus vittatus (Tequereque)


Ctenosaura similis (Iguana)

Figura 100. Especies de reptiles, registradas en el área de estudio

ANFIBIOS

En el área de estudio se registró una especie de anfibio, el cual representa a un orden y una familia, cabe destacar que solo se registró en áreas inundadas del manglar (Cuadro 47).

Cuadro 47. Listado de anfibios registrados en el área de estudio.

Anfibios			
Orden	**Familia**	**Nombre Científico**	**Nombre común**
Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca
1	**1**	***S=1***	



Figura 101. Mapa del área de estudio indicando los puntos de registro de anfibios.

A continuación, se muestran algunas imágenes de la especie registrada.



Leptodactylus melanonotus (Ranita de hojarasca)
Figura 102. Especie de anfibio, registrado en el área de estudio.

PECES

En el área de estudio se registraron 2 especies de Peces, las cuales representan a 2 órdenes y 2 familias (Cuadro 48). La especie *Gambusia sexradiata* fue capturada con red de 50 cm de diámetro y la especie *Cichlasoma sp. s*olo fue observada en la

zona de manglar, y se identificaron con base en las características morfológicas observadas. Estas especies solo fueron registradas en la zona inundada de manglar, que es el manglar mixto el cual se mantiene inundado la mayor parte del año. Por el contrario, el manglar de borde solo se inunda en temporada de lluvias. Cabe señalar que durante el muestreo se encontró sin agua ya que se realizó durante la época de secas.

Cuadro 48. Listado de peces registrados en el área de estudio.

Peces			
Orden	**Familia**	**Nombre Científico**	**Nombre común**
Perciforme	Cichlidae	*Cichlasoma sp.*	Mojarra de lodo
Cyprinodontiforme	Poecillidae	*Gambusia sexradiata*	Guayacon del sureste
2	**2**	***S=2***	

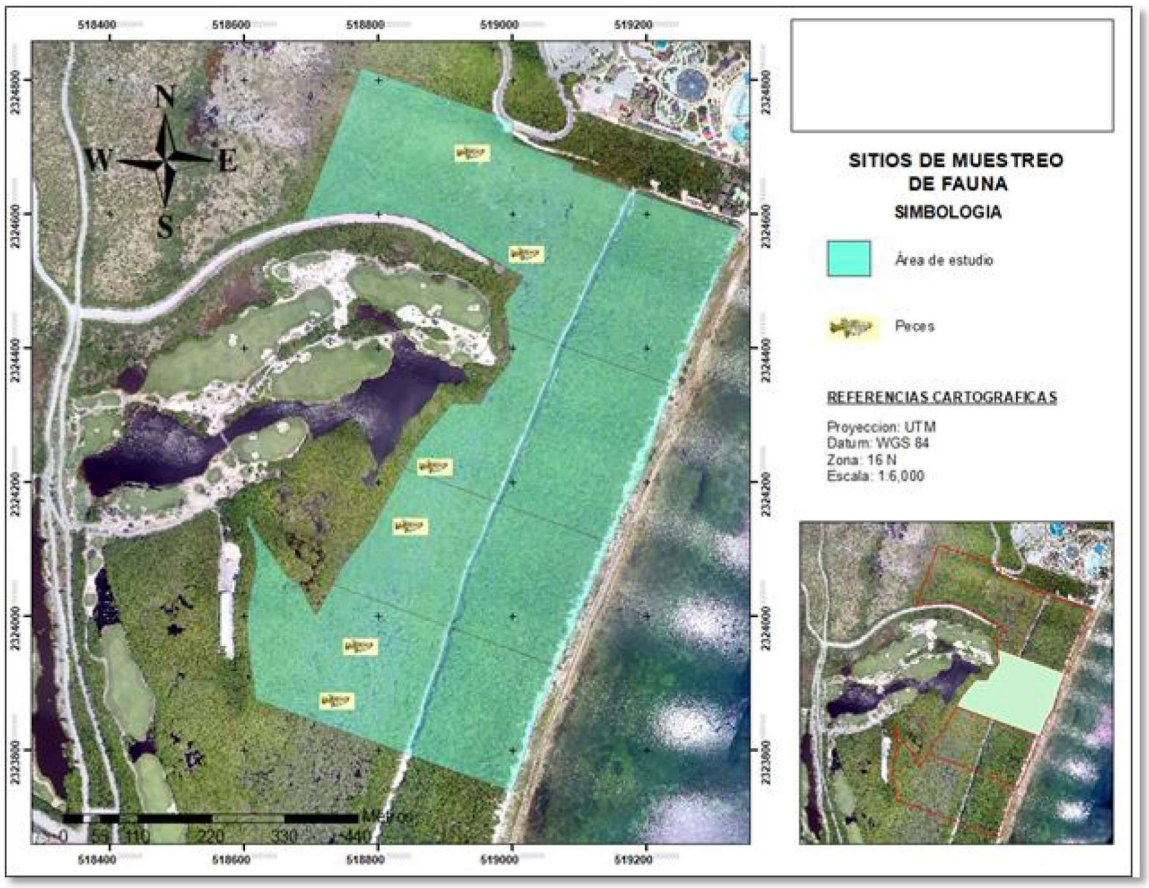


Figura 103. Mapa del área de estudio, indicando los puntos de registro de peces.

A continuación, se muestran algunas imágenes de una de las especies reportadas.



Gambusia sexradiata (Guayacon del sureste)
Figura 104. Especie de pez registrado en el área de estudio.

Índices del valor de importancia (I.V.I) de transectos en puntos.

Con los resultados de los registros por transectos en puntos se calcularon las densidades absolutas y relativas para todas las especies registradas, así como las frecuencias. Con esto se evaluó la importancia ecológica por especie. Así resultó que, de las 30 especies registradas por este método, *Quiscalus mexicanus* fue la especie más importante, ya que presenta el índice de valor de importancia más alto (Cuadro 49 y Figura 105).

Cuadro 49. Índices del Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

OIR	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Dr	Fr	IVI
1	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	**10.37**	**7.56**	**17.93**
2	Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	8.36	5.88	14.24
3	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula	5.69	**7.56**	13.25
4	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria cuculada	5.69	**7.56**	13.25
5	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Grande	4.68	5.88	10.56
6	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza grande	7.69	2.52	10.21
7	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle	5.02	5.04	10.06
8	Sternidae	*Sternula antillarum*	Golondrina marina mínima	6.69	3.36	10.05
9	Ciconiiformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco	6.35	3.36	9.72
10	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano pardo	5.02	3.36	8.38
11	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Tequereque	2.68	5.04	7.72
12	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro	4.35	3.36	7.71
13	Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolita común	3.34	4.20	7.55
14	Ramphastidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	3.01	4.20	7.21
15	Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija	2.01	5.04	7.05
16	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnifica	3.01	3.36	6.37
17	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	3.34	2.52	5.87
18	Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	3.01	1.68	4.69
19	Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate	0.33	3.36	3.70
20	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	2.01	1.68	3.69

OIR	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Dr	Fr	IVI
21	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabeza negra	1.67	1.68	3.35
22	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de nariz blanca	1.34	1.68	3.02
23	Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma morada	0.67	1.68	2.35
24	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija	0.67	1.68	2.35
25	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla	0.67	1.68	2.35
26	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	0.33	1.68	2.02
27	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma	1.00	0.84	1.84
28	Accipitridae	*Buteo magnirostris*	Aguililla caminera	0.33	0.84	1.17
29	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza tigre	0.33	0.84	1.17
30	Procyonidae	*Nasua narica nelsoni*	Coati isleño	0.33	0.84	1.17
	25	**S=30**		**100**	**100**	**200**

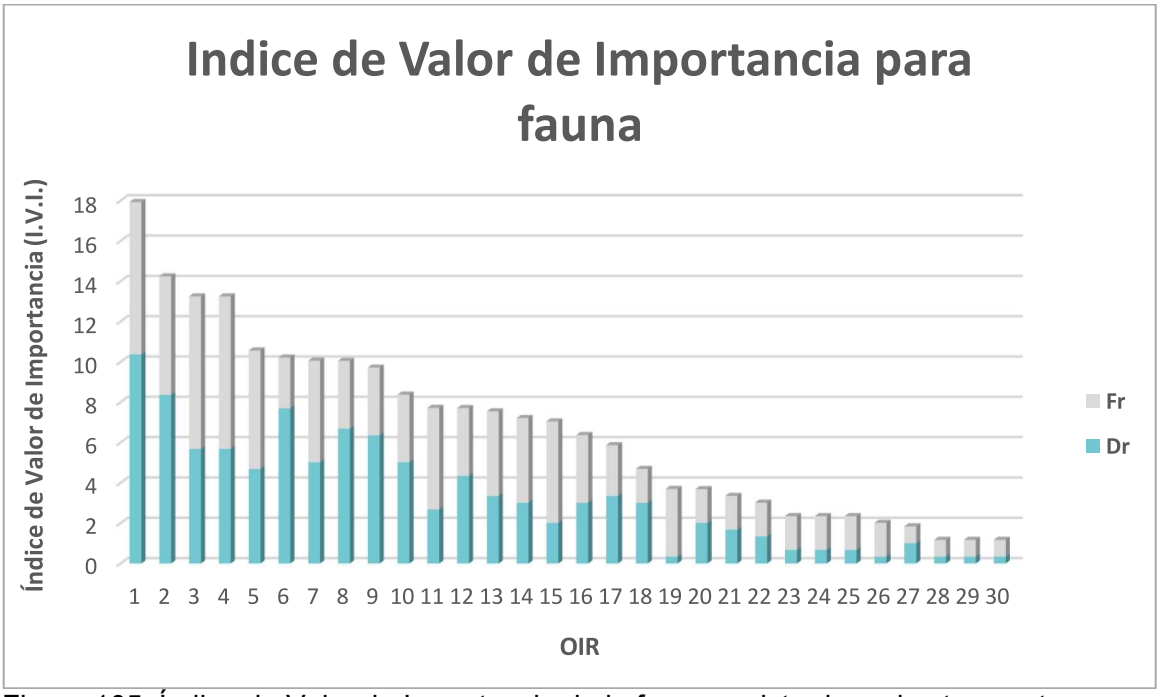


Figura 105. Índice de Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

Densidad absoluta

En la tabla siguiente se observan los valores de densidad absoluta calculada para cada especie registrada por método de transectos en puntos, en la que se observa la cantidad de individuos que se pueden presentar por hectárea en el predio (Cuadro 50).

Cuadro 50. Densidad absoluta para la fauna silvestre presente en el área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Da (No. ind/m^2)	Da (No. ind. /Ha)
Quiscalus mexicanus	Zanate	0.003	28
Leptodactylus melanonotus	Ranita de hojarasca	0.002	23
Ortalis vetula	Chachalaca vetula	0.002	15
Icterus cucullatus	Calandria cuculada	0.002	15
Pitangus sulphuratus	Luis grande	0.001	13
Ardea alba	Garza grande	0.002	21
Mimus gilvus	Cenzontle	0.001	14
Sternula antillarum	Golondrina marina mínima	0.002	18
Eudocimus albus	Ibis blanco	0.002	17
Pelecanus occidentalis	Pelícano pardo	0.001	14
Basiliscus vittatus	Tequereque	0.001	7
Coragyps atratus	Zopilote negro	0.001	12
Columbina passerina	Tortolita común	0.001	9
Melanerpes pygmaeus	Carpintero yucateco	0.001	8
Anolis sagrei	Lagartija	0.001	5
Fregata magnificens	Fragata magnifica	0.001	8
Cyanocorax yucatanicus	Chara Yucateca	0.001	9
Aratinga nana	Perico pechisucio	0.001	8
Mazama pandora	Venado temazate	0.0001	1
Ctenosaura similis	Iguana	0.001	5
Trogon melanocephalus	Trogon cabeza negra	0.0005	5
Nasua narica	Coatí de nariz blanca	0.0004	4
Patagioenas flavirostris	Paloma morada	0.0002	2
Sceloporus chrysostictus	Lagartija	0.0002	2
Sciurus yucatanensis	Ardilla	0.0002	2
Urocyon cinereoargenteus	Zorrito gris	0.0001	1
Streptopelia decaocto	Paloma	0.0003	3
Buteo magnirostris	Aguililla caminera	0.0001	1
Tigrisoma mexicanum	Garza tigre	0.0001	1
Nasua narica nelsoni	Coatí isleño	0.0001	1

Índices de diversidad y equitabilidad

El índice de diversidad de Simpson señaló que aun cuando es una comunidad faunística con una riqueza específica mediana (comparada con la riqueza específica reportada para el municipio de Benito Juárez), es una comunidad relativamente diversa, ya que su índice de diversidad es cercano a 1 que es el valor más alto. Por otro lado, se calculó también una “equitatividad” cercana a 1, lo que señala una dominancia específica baja, es decir el grupo de mayor importancia no es dominante (Cuadro 51).

Cuadro 51.-Índice de diversidad de Simpson.

Índice	Valor
D=	0.95
Dmax=	0.97
E=	0.98
S=	30

Abundancia relativa de aves en redes.

Dentro de las redes de niebla, se registraron 2 especies de aves, y se pudo observar que ambas presentan la misma abundancia relativa la cual es baja, ya que fueron representados por un solo individuo, y no se presentó captura considerable de aves en redes (Cuadro 52).

Cuadro 52. Abundancia relativa de especies de quirópteros.

Especie	No. Individuos	M2 de red	Horas red	Esfuerzo de muestreo m2.h	Abundancia relativa
Pitangus sulphuratus	1	150	36	5,400	0.0001
Chloroceryle americana	1	150	36	5,400	0.0001

Abundancia relativa de quirópteros en redes.

Dentro de las redes de niebla, se pudo observar que *Artibeus lituratus* estuvo presente con una abundancia mayor, y el resto de las especies presentes obtuvieron una abundancia relativa baja ya que en su mayoría solo fueron representados por un solo individuo (Cuadro 53).

Cuadro 53. Abundancia relativa de especies de quirópteros.

Especie	No. Individuos	M^2 de red	Horas red	Esfuerzo de muestreo m^2.h	Abundancia relativa
Artibeus lituratus	11	150	20	3000	0.003
Sturnira lilium	1	150	20	3000	0.0003
Artibeus jamaicensis	1	150	20	3000	0.0003
Carollia sowelli	1	150	20	3000	0.0003

Índices del valor de importancia (I.V.I) en cámaras trampa.

Con los resultados de los registros por cámaras trampa se calcularon las densidades absolutas y relativas para las especies registradas, así como las frecuencias. Con esto se evaluó la importancia ecológica por especie. Así resultó que, de las 4 especies registradas por este método, *Dasyprocta punctata* y *Cuniculus paca* fueron las especies más importantes, ya que presentan el índice de valor de importancia más alto (Cuadro 54 y Figura 106).

Cuadro 54. Índices del Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

OIR	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Dr	Fr	IVI
1	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	28.13	33.33	61.46
2	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	28.13	33.33	61.46
3	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	34.38	16.67	51.04
4	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	9.38	16.67	26.04

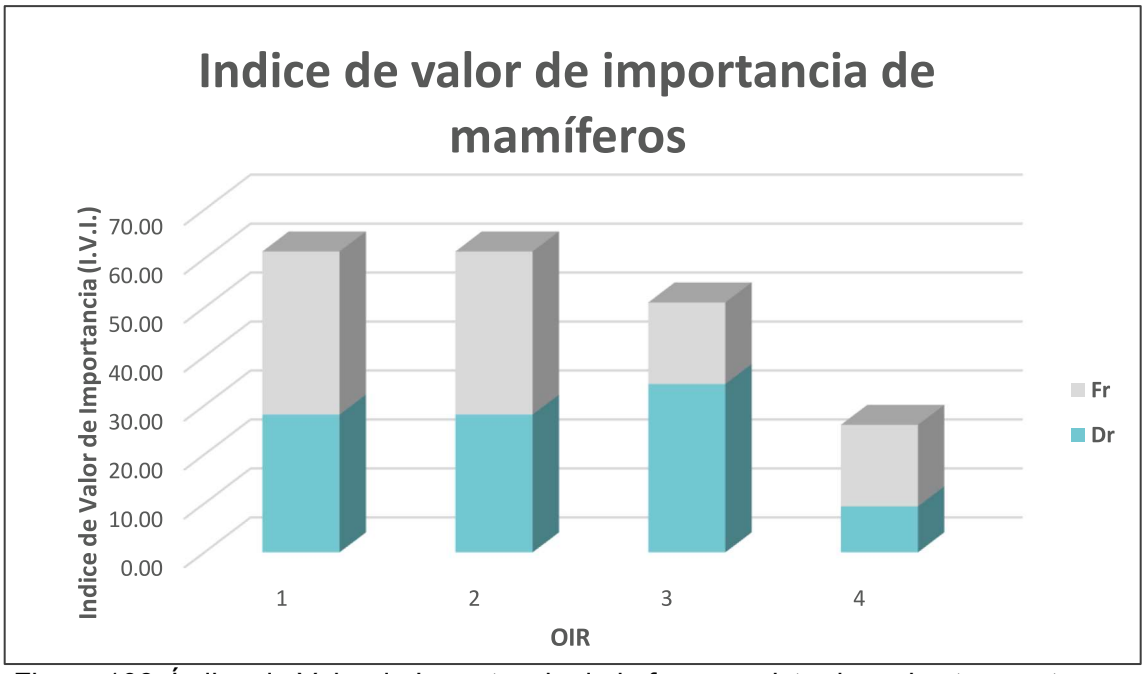


Figura 106. Índice de Valor de Importancia de la fauna registrada en los transectos en puntos.

Densidad absoluta

En la tabla siguiente se observan los valores de densidad absoluta calculada para cada especie registrada por el método de cámara trampa, en la que se observa la cantidad de individuos que se pueden presentar por hectárea en el predio (Cuadro 55).

Cuadro 55. Densidad absoluta para la fauna silvestre presente por el método de cámaras trampa.

Nombre Científico	Nombre Común	Da (ind/m^2)	Da (ind/Ha)
Dasyprocta punctata	Sereque	0.02	183
Cuniculus paca	Tepezcuintle	0.02	150
Nasua narica	Coatí	0.02	150
Urocyon cinereoargenteus	Zorrita gris	0.01	50

Índices de diversidad y equitabilidad

El índice de diversidad de Simpson señala que es una comunidad faunística con una riqueza específica baja (comparada con la riqueza específica reportada para el municipio de Benito Juárez), es una comunidad limitada o con baja diversidad, ya que su índice de diversidad no es cercano a 1 (que es el valor más alto). Por otro lado, se calculó también una "equitatividad" cercana a 1, lo que señala una dominancia específica baja, es decir el grupo de mayor importancia no es dominante (Cuadro 56).

Cuadro 56.- Índice de diversidad de Simpson.

Índice	Valor
D=	0.71
Dmax=	0.75
E=	0.95
S=	4

TORTUGAS MARINAS

El grupo de tortugas marinas es monitoreado en el área de estudio por el campamento tortuguero Tamul el cual tiene autorizado a patrullar un frente de playa de 9 km desde Ventura Park (estación 1). El área de estudio de fauna está ubicada en la colindancia sur de Ventura Park, entre las estaciones 2 a la10.

La Zona Norte del Campamento Tamul abarca las estaciones (E1-E30, desde Ventura Park hasta donde inicia Moon Palace), esta zona a pesar de mantener una cubierta vegetal natural, es una sección donde se combina el sustrato arenoso con roca aflorada en diferentes grados (poca y mucha roca). Dicha característica está presente en las diferentes zonas de amplitud de la playa y sin duda alguna estas condiciones complican el proceso de anidación. Una problemática frecuente y que se ha observado en estos últimos tres años es el acarreo de desechos inorgánicos, principalmente plásticos, los cuales son depositados por las mareas a lo largo de la línea de costa, lo que impide el paso de las hembras a las zonas de anidación. Todas estas causas traen como consecuencia **la nula** anidación registrada en las estaciones 1 -10, mismas que abarcan el frente de playa del área definida como estudio, en donde está incluido el frente de playa del predio.

Para que se lleven a cabo con éxito las anidaciones; la tortuga blanca y caguama prefieren anidar en playas con pendientes pronunciadas y con espacios libres de vegetación cercanos a la duna debido a que estas especies en ocasiones recorren más de cien metros antes de hacer el nido definitivo.



Figura 107. Anidación de tortugas marinas en la zona desde Ventura Park (estación 1) al final del área de estudio de la fauna. Observése la nula anidación en esta zona aún cuando no hay desarrollos inmobiliarios, lo cual obedece a factores ambientales propios de la zona. Datos proporcionados por el Campamento Torguero Tamul (2017).



Figura 108. Factores ambientales que pueden estar influyendo en la nula anidación de tortugas en el área. Izq. Sustrato rocoso en la zona de playa. Der. Residuos sólidos acumulados en la zona de halófita costera.

Ahora bien, en el 2019 sí hubo registro de nidos de tortuga marina que corresponden a la especie *Chelonia mydas* (Blanca). De acuerdo con la información proporcioanda por el encargado del campamento tortuguero Tamul se registró un total de 82 nidos, de ahí que se obtuvo 9,313 huevos, de los cuales sólo eclosionaron 8,255 crías. Esto es una supervivivencia del 88.6%.

FAUNA REGISTRADA EN EL LOTE 15-18

Con el objetivo de acotar cuáles registros de fauna se identificaron en específico en el lote 15-18 que tiene sólo 7.15 ha, se presenta a continuación un listado y mapa

de las especies observadas en él. Se registraron 24 especies de fauna distribuidas de la siguiente forma: 14 aves, 6 mamíferos, 2 reptiles, 1 anfibio y 1 pez.

Respecto del registro general en todo el predio de las 36.40 ha, los registros del predio corresponden a 60% del total, 63% de las aves registradas, 54% de los mamíferos, 100% de los anfibios y 50% de los peces, están presentes en dicho espacio. Esto es posible debido a que la mayor parte del área de estudio aún está sin desarrollos operando de manera contínua, y la fauna se puede desplazar fácilmente en toda su superficie.

Cuadro 57. Lista de especies específica para el lote 15-18.**¡Error! Vínculo no válido.**



Figura 109. Puntos de referencia donde fue observada la fauna en el lote 15-18.

En la zona que corresponde al hábitat de playa con halófita costera solamente se registraron 5 aves y el venado.

Familia	Nombre científico	Nombre Común
Ciconiiformes	*Eudocimus albus*	Ibis blanco
Columbidae	Columbina passerina	Tortolita común
Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnifica
Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle

Familia	Nombre científico	Nombre Común
Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano pardo
Cervidae	*Mazama pandora*	Venado temazate

En el matorral costero se observaron en específico 7 especies, 3 aves, 3 mamíferos y 1 reptil.

Familia	Nombre científico	Nombre Común
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote negro
Ramphastidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco
Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Trogon cabeza negra
Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Murcielago
Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí de nariz blanca
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris
Polychrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija

En el manglar se observaron 7 especies, 3 aves, 1 mamífero, 1 reptil, 1 anfibio y 1 pez.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitat
Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma	Manglar de borde y Manglar mixto
Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca vetula	Manglar de borde
Psittacidae	*Aratinga nana*	Perico pechisucio	Manglar de borde
Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	Manglar de Borde
Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana	Manglar de borde
Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita de hojarasca	Manglar mixto
Poecillidae	*Gambusia sexradiata*	Guayacon del sureste	Manglar mixto

Hay especies que se observaron en dos ambientes siendo 3 aves y 1 mamífero, que tienen amplio espectro de hábitat como es el caso del zanate:

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Hábitat
Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Grande	Halófita y Manglar de borde
Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria cuculada	Matorral y Manglar de borde
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	Matorral y Manglar de borde
Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	Matorral y Manglar de Borde

5.2.6 DISCUSIÓN.

Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio se reportó una riqueza específica relativamente baja en la mayoría de los grupos (S=40) en comparación con el número de especies reportadas en el Sistema Lagunar Nichupté, que se encuentra muy cercano al área de estudio que asciende a 166 especies (78 peces, 10 anfibios, 15 reptiles, 43 aves y 20 mamíferos). Esto se debe a varios aspectos, entre ellos se encuentra la estacionalidad, el estado de conservación de la vegetación, el cual refleja un cierto grado de modificación y el tamaño del predio que por supuesto no tiene representados todos los ambientes diferentes con los que cuenta el Sistema Lagunar completo. Se adjunta a la presente MIA-P el **Anexo 10** que corresponde a la memoria fotográfica de los grupos de fauna con base a los trabajos de campo realizado.

De acuerdo con los resultados del estudio de fauna silvestre, se tiene que el grupo de aves fue el grupo más representativo (S=22), seguido del grupo de los mamíferos (S=11), los reptiles con (S=4), y siendo los menos representativos, los peces con (S=2) y los anfibios (S=1).

En los resultados obtenidos del análisis de importancia (I.V.I) se calculó que *Quiscalus mexicanus* (Zanate), fue la especie con mayor valor de importancia dentro el predio. La cual está vinculada a ser tolerante a las condiciones del hábitat de las zonas urbanas.

En cuanto a las aves, se observó una mayor presencia en los puntos de muestreo que en el método por redes, posiblemente a lo cerrado en la cobertura vegetal, que provoca que las aves vuelen más alto.

En relación con los mamíferos, se obtuvieron resultados en 3 de los cuatro métodos empleados, y es importante resaltar que en el método por jaulas fue el que no presentó ningún individuo, sin embargo, para los puntos de muestreo y las cámaras trampa, los resultados nos indicaron las especies de mamíferos que se están desplazando a lo largo del predio.

Por su parte, el método de red de niebla nos aportó información de 4 especies de murciélagos, siendo de gran importancia ya que este grupo de mamíferos otorga servicios ambientales básicos para el equilibrio y mantenimiento de los ecosistemas.

Ahora bien, los reptiles y los anfibios fueron grupos que presentaron pocas especies (S=5), pero se sabe que son organismos ectodermos, por lo que cualquier cambio en su temperatura o en la humedad del ambiente los hace vulnerables, esto se incrementará si los sitios se encuentran perturbados.

Los peces, fue otro grupo con pocas especies reportadas, las cuales fueron encontradas en la zona de manglar, la especie *Gambusia sexradiata* fue la que mayor presencia tuvo en este ecosistema, y es de importancia ya que constituye un

recurso alimenticio para peces de mayor tamaño, y como regulador de otros organismos acuáticos, como son larvas de insectos.

De acuerdo con el comportamiento de los registros de nidos de tortugas marinas en la playa del área de influencia, corresponden a tortugas marinas *C. mydas* y *C. caretta*, esto con base en los registros del campamento tortuguero Tamul. Y no se registran nidos en todos los años.

5.2.7 CONCLUSIÓN.

La fauna dentro del predio presenta una distribución heterogénea relacionada con los ambientes o tipo de vegetación disponibles en el sitio. En general la fauna de este sitio se observó temerosa, ya que cualquier actividad o ruido registrado generó migración o movimiento hacia otras secciones del predio.

Dentro de los métodos utilizados para los muestreos de fauna, solamente se tuvo éxito con los transectos en puntos, redes de niebla y cámaras trampa. Para el caso de las trampas de jaula, no hubo registro de especies capturadas.

Con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010 en los estudios de campo realizados se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana). A los cuales se les debe poner especial énfasis en la aplicación de los programas de conservación.

Algunas de las especies observadas en el predio son consideradas como características de zonas perturbadas, ya que suelen adaptarse con facilidad a las nuevas condiciones ambientales como *Columbina passerina* (Tortolita común), *Quiscalus mexicanus* (Zanate), *Streptopelia decaocto* (Paloma), *Ortalis vetula* (Chachalaca vetula), *Cyanocorax yucatanicus* (Chara Yucateca) y *Pitangus sulphuratus* (Luis Grande), *Dasyprocta punctata* (Sereque), *Sciurus yucatanensis* (Ardilla) y *Nasua narica* (Coati de nariz blanca) por ejemplo.

En términos generales, el sitio presenta características adecuadas para el desarrollo de las comunidades faunística que soporta, ya que la vegetación se mantiene en buen estado de conservación, y la ausencia de actividades humanas ni infraestructura favorece su movimiento por los hábitats presentes.

El manglar mixto es la única zona que se observó con inundación permanente, disminuyendo muy poco su nivel durante la época de secas, posiblemente el único factor que determina los niveles durante el periodo de secas sea la evaporación. Esto la convierte en un sitio de importancia para anfibios y peces. Además de estos grupos acuáticos, solo se registró la presencia de aves en el manglar mixto. Pero no se detectaron mamíferos o reptiles.

Dada la importancia del manglar mixto para la fauna, resulta relevante el mantener este sitio con los flujos abiertos, de ahí la importancia de los pasos de agua que tiene el camino que separa el manglar del matorral costero. Adicionalmente, estos también son ocupados al menos en la temporada de secas por algunos coatís, sereques y ardillas que se mueven entre el manglar y el matorral costero.

Debido a lo anterior se sugiere mantener la funcionalidad de los ambientes presentes en el sitio, mediante una planeación adecuada, que incluya la conservación de la mayor porción posible de asociaciones vegetales, por medio de una adecuada planeación del proyecto. Esto con el fin de garantizar la permanencia de la mayoría de los grupos de fauna actualmente presentes.

6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)MARINO.

6.1 SISTEMA AMBIENTAL MARINO: MEDIO ABIÓTICO.

6.1.1 BATIMETRÍA.

La CONABIO, a través de la información cartográfica denominada “'Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak” indica que la batimetría del SA va de 0 m a -8.18 m del límite Oeste hacia la parte central, y de la parte central hacia el límite Este se tienen profundidades que van de -8.19m a -20 m de profundidad. No obstante, poco antes del límite este, se presentan unas zonas altas que alcanzan -1.47 m. Los puntos más elevados corresponden a los macizos de arrecifes que se ubican en dicha área.

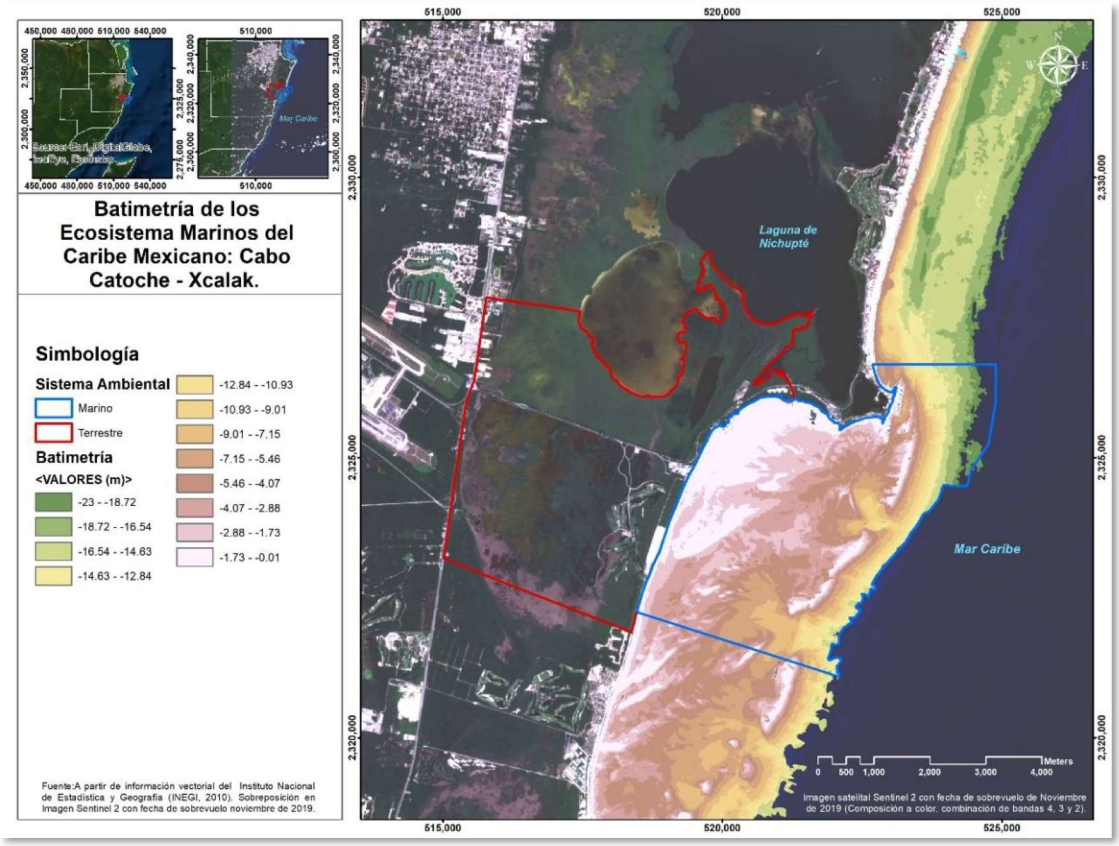


Figura 110. Batimetría del SA marino, de acuerdo con la carta de 'Batimetría del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano de la CONABIO.

6.1.2 RELIEVE.

De acuerdo Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la porción marina del Sistema Ambiental propuesto en la presente MIA-P, forma parte del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano que se localiza frente a la costa del Estado de Quintana Roo, en una región marina somera del arrecife mesoamericano mexicano formado por una cadena discontinua de arrecifes coralinos, formando parte del arrecife transfronterizo más largo a nivel mundial, al extenderse por más de 1000 km frente a las costas de cuatro países caribeños. Este ecosistema alberga una biodiversidad de importancia para las comunidades costeras por los servicios ecosistémicos que de él se derivan, sin embargo, en la actualidad está amenazado por eventos naturales y antrópicos que ponen en riesgo su salud.

Ahora bien, la carta de “Relieve Submarino del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak” (2018) de la CONABIO, indica que el relieve submarino del SA se encuentra formado piso lagunar y primer nivel de terraza principalmente, aunque también se presenta una cresta arrecifal, arrecife frontal y en menor proporción un arrecife posterior.

El piso lagunar tiene una amplitud de 3.11 km, una profundidad media de 7 m y posee comunicación con el Sistema Lagunar Nichupté. El tipo de sedimento encontrado es arenoso de textura fina-media que puede estar cubierto por praderas de fanerógamas o bien permanecer expuesto.

En la Cresta Arrecifal se encuentra la mayor cobertura coralina. Aquí existen varios canales de marea que dividen la cresta en tres zonas conocidas como Primera, Segunda y Tercera Barrera. La rompiente arrecifal está bien desarrollada y en la parte protegida (sotavento) existen pedacería de coral y colonias de corales duros. También hay algunos bajos arenosos a una profundidad menor a los 2 m. En tanto que, en las bocanas, la profundidad va de 8 a 9 m, con un fondo arenoso de textura más gruesa, donde pueden acumularse cantos rodados, aunque en ocasiones la laja calcárea puede permanecer expuesta.

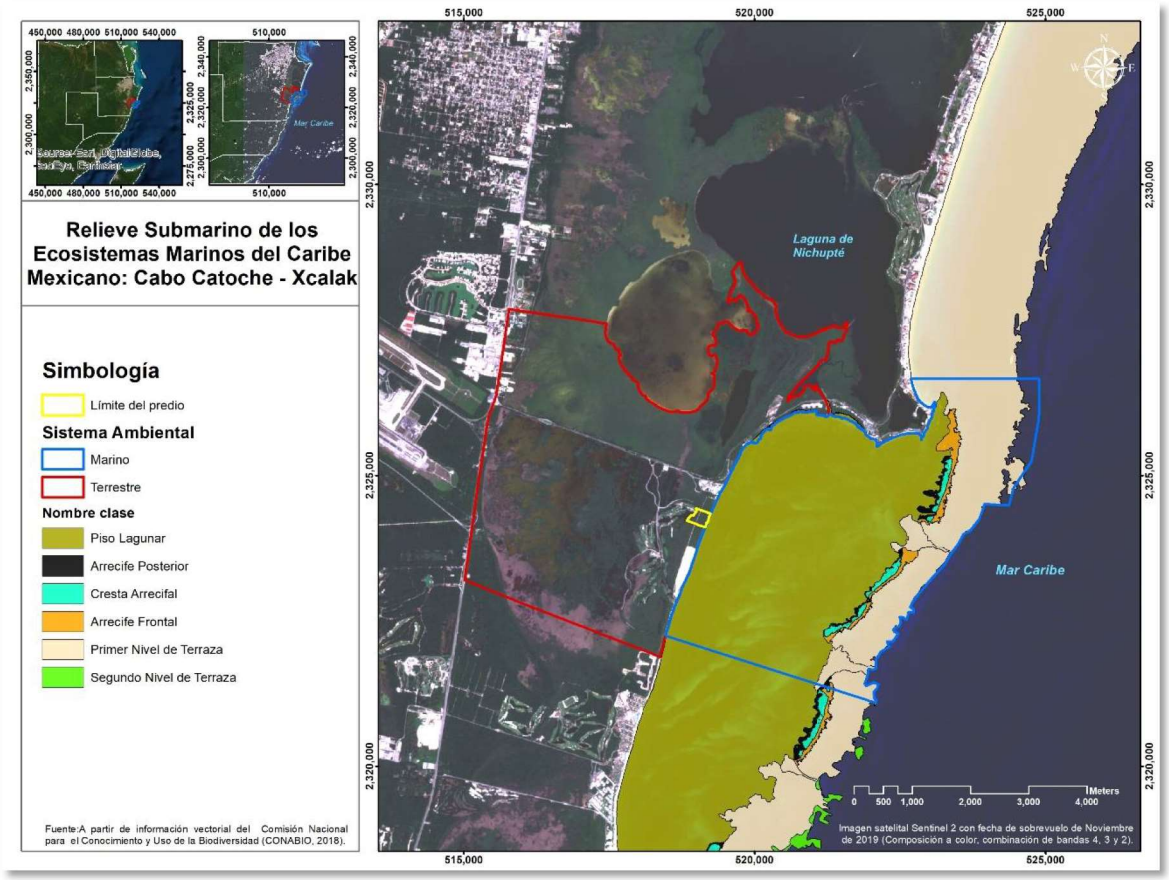


Figura 111. Relieve submarino del SA marino, de acuerdo con la carta de cobertura bentónica de la CONABIO, 2018.

6.2 SISTEMA AMBIENTAL MARINO: MEDIO BIÓTICO.

6.2.1 CONSULTA DE INFORMACION EN FUENTES OFICIALES.

Por otra parte, la carta de "Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak" (2018) de la CONABIO, el fondo del SA marino se encuentra cubierto por comunidades de pastos marinos en un 49.50%, seguido de sedimentos con 19.66%, macroalgas con el 17.14% y octocorales con el 7.02%, mecionando las coberturas mas representativas.

Cuadro 58. Superficie de las coberturas bentónicas presentes en el SA marino.

Cobertura bentónica	Superficie		%
	m^2	Ha	
Comunidad de Pastos Marinos	9,971,387.27	997.14	49.50
Sedimentos	3,961,131.06	396.11	19.66
Macroalgas	3,452,423.17	345.24	17.14
Octocorales	1,414,800.11	141.48	7.02
Tocones y Pedacería de Coral	698,102.10	69.81	3.47
Pastos Marinos y Macroalgas	497,760.00	49.78	2.47
Octocorales y Corales	84,417.29	8.44	0.42
Estructura Coralina	66,048.00	6.60	0.33
Superficie total SA marino	**20,146,069.00**	**2,014.61**	**100.00**

Las comunidades de pastos marinos se distribuyen desde el límite Oeste hacia el norte y sur y sobrepasan la parte central del SA. En el límite norte es donde se encuentra mejor represando el grupo de las macroalgas, sin emabrgo estas también se pueden observar en la parte central casi en el límite este. Los tocones y pedacería de corales se encuentran representando la línea divisioria entre la zona de pastos marinos y la zona donde se encuentran los octocorales y corales, esta última comunidad se ve representada en el limite este del SA.

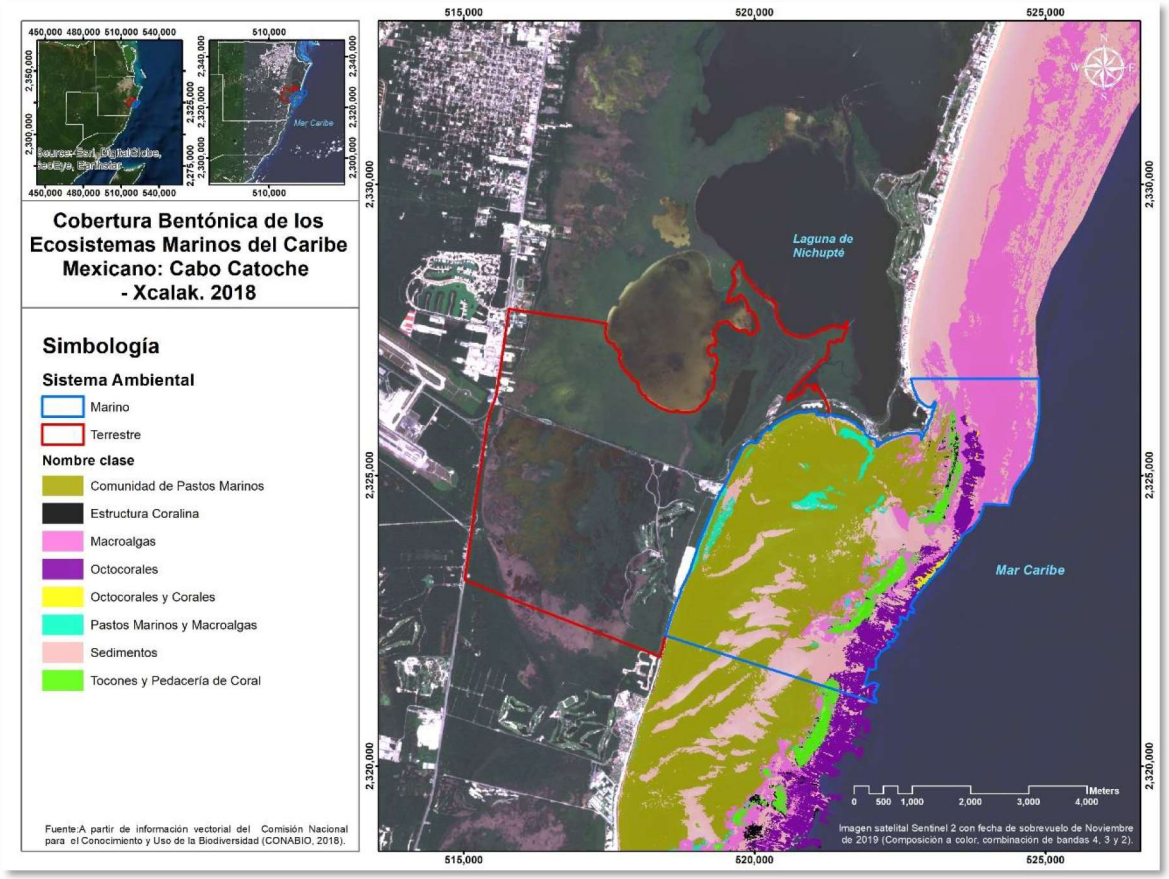


Figura 112. Coberturas bentónicas del SA marino, de acuerdo con la carta de cobertura bentónica de la CONABIO (2018).

6.2.2 OTRAS FUENTES.

La información descrita en los párrafos anteriores, se refuerza con un estudio realizado en 2011 denominado "*Caracterizacion de las comunidades marina en Punta Nizuc*". En dicho estudio se describe la biota marina presente en el área que corresponde al poligono del SA marino definido para la presente MIA-P, en donde se consideraron 4 grupos taxonómicos en cada sitio de muestreo:

- Macroalgas y pastos marinos
- Exacorales (Corales duros)
- Octocorales (Corales blandos)
- Peces asociados al arrecife

Los resultados obtenidos en este estudio para cada uno de los grupos taxonómicos, se describen acontinuacion:

Macroalgas y Pastos Marinos

Se registro un total de 66 especies, 28 de ellas son clorofitas, 1 cianofita, las feofitas y rodofitas comparten 17 especies y 3 especies corresponden a pastos marinos.

Cuadro 59. Especies de macroalgas reportadas para el SA marino.

Chlorophyta	**Cianophyta**	*Gelidiopsis sp*
Especie	**Especie**	*Gelidium pusillum*
Acetabularia calyculus	*Schizothrix sp.*	*Gracilaria sp*
Anadyomene sp.	**Phaeophyta**	*Haematocelis sp*
Avrainvillea ellioti	**Especie**	*Hypnea sp*
Avrainvillea digitata	*Dictyopteris justii*	*Jania ashaerens*
Avrainvillea longicaulis	*Dictyota bartayresiana*	*Laurencia intricata*
Avrainvillea nigricans	*Dictyota bartayresii*	*Peyssonnelia spp*
Avrainvillea asarifolia	*Dictyota caribaea*	*Porolithin sp*
Caulerpa prolifera	*Dictyota cervicornis*	*Wrangelia argus*
Caulerpa verticillata	*Dictyota dichotoma*	Asociasion de ceramiales
Caulerpa racemosa	*Dictyota divaricata*	**Magnoliophyta**
Caulerpa cupressoides	*Dictyota humifusa*	**Especie**
Chamaedoris peniculum	*Lobophora variegata*	*Hallodule beaudettei*
Cladophoropsis macromeres	*Padina sanctaecrucis*	*Syringodium filiforme*
Codium sp.	*Padina jamaicensis*	*Thalassia testudinum*
Dictyosphaeria cavernosa	*Padina sp*	
Halimeda copiosa	*Sargassum fluitans*	
Halimeda discoidea	*Sargassum hystrix*	
Halimeda incrassata	*Sargassum polyceratium*	
Halimeda tuna	*Stypopodium zonale*	
Halimeda goreaui	*Turbinaria turbinata*	
Neomeris annulata	**Rhodophyta**	
Penicillus capitatus	**Especie**	
Penicillus pyriformis	*Acanthophora spicifera*	
Penicullus dumetosus	*Amphiroa fragilissima*	
Rhipocephalus phoenix	*Amphiroa rigida*	
Rhipocephalus oblongus	*Amphiroa tribulus*	
Udotea flabellum	*Bryothamnion triquetrum*	
Ventricaria centricosa	*Galaxaura oblongata*	

Corales duros

Para este grupo se reportaron 28 especies, de las cuales solo *Acropora palmata* se encuentra bajo la categoría de protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM 059- SEMARNAT 2010).

Cuadro 60. Especies de corales duros reportadas para el SA marino.

Corales duros	
Familia	Especie
Milleporidae	*Millepora acicornis*
	Millepora cervicornis
	Millepora complatana

Corales duros	
Familia	Especie
Acroporidae	*Acropora palmata**
Faviidae	*Colpophilia natans*
	Diploria clivosa
	Diploria labirinthyformis
	Diploria strigosa
	Favia fragum
	Montastrea annularis
	Montastrea cavernosa
	Montastrea faveolata
	Montastrea franksii
Agaricidae	*Agaricia agaricites*
	Agaricia tenuifolia
	Agaricia undaria
	Undaria danae
Astrocoeniidae	*Madrasis decactis*
	Madrasis sp
	Madrasis mirabilis
	Stephanocoenia interceptis
Poritidae	*Porites astreoides*
	Porites divaricata
	Porites furcata
	Porites sp.
	Porites porits
Siderastreidae	*Siderastrea radians*
	Siderastrea siderea

*: NOM 059- SEMARNAT 2010

Corales blandos

Se registraron un total de 23 especies de gorgonáceos, las cuales incluyen dos especies de coral blando sujetas a protección especial por la NOM 059-SEMARNAT 2010*, Plexaura homomalla y Plexaurella dichotoma.*

Cuadro 61. Especies de corales blandos reportadas para el SA marino.

Corales blandos	
Familia	Especie
Briareidae	*Briareum asbestinum*
Gorgoniidae	*Gorgonia flabellum*
	Gorgonia mariae
	Gorgonia ventalina
	Pseudopterogorgia acerosa
	Pseudopterogorgia americana
	Pseudopterogorgia bipinnata
	Pseudopterogorgia sp.
	Pterogorgia citrina
	Pterogorgia guadalupensis
Plexauridae	*Eunicea calyculata*

Corales blandos	
Familia	Especie
	Eunicea mammosa
	Eunicea succinea
	Eunicea tourneforti
	Eunicea sp.
	Muricea elongata
	Muricea muricata
	Muriceopsis flavisa
	Plexaura flexuosa
	*Plexaura homomalla**
	*Plexaurella dichotoma**
	Plexaurella natans
	Pseudoplexaura sp.

*: NOM 059- SEMARNAT 2010

7 CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE MARINO DE LA ZONA DE INFLUENCIA INMEDIATA AL PREDIO DEL PROYECTO.

7.1 INTRODUCCIÓN.

La presente sección corresponde al estudio de la zona marina considerada como área de influencia del proyecto Lote 15-18. Así a continuación se analiza tanto la zona de la laguna arrecifal, como una fracción del arrecife posterior de una porción de la sección arrecifal denominada “Punta Nizuc”.

7.2 OBJETIVOS.

Objetivo General

Caracterizar la flora y fauna marina de la zona.

Objetivos Específicos

- Determinar la cobertura de composición del fondo marino.
- Determinar frecuencias y diversidad de la flora y fauna marina del área de estudio.
- Realizar una lista de riqueza de especies asociadas en el área de estudio.
- Realizar un plano de la composición del fondo marino del área de estudio.

7.3 AREA DE ESTUDIO.

El presente estudio se llevó a cabo dentro del polígono conocido como Punta Nizuc, incluido en los límites oficiales del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres- Punta Cancún y Punta Nizuc (PNICN). Esta área natural protegida posee tres unidades o polígonos separados entre sí: el polígono Costa Occidental de Isla Mujeres, el polígono Punta Cancún y el polígono Punta Nizuc, adyacentes a la zona

turística-hotelera de Cancún e Isla Mujeres. Punta Cancún y Punta Nizuc se ubican en los extremos de Isla Cancún (Figura 113).

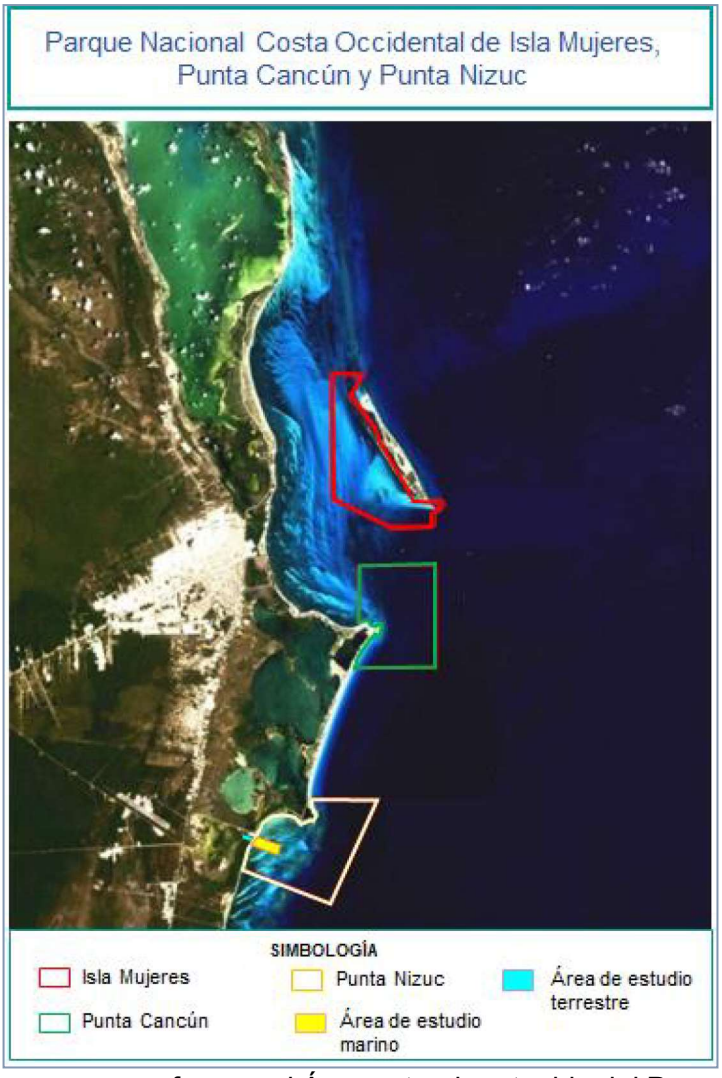


Figura 113. Polígonos que conforman el Área natural protegida del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres- Punta Cancún y Punta Nizuc, mostrando la delimitación del área de estudio marino y terrestre dentro de la sección denominada Punta Nizuc.

El arrecife del polígono de Punta Nizuc está ubicado en la porción septentrional de la costa de Quintana Roo y corresponde a un arrecife de tipo bordeante (Gutiérrez *et. al*., 1995), el cual está conformado por tres zonas: Laguna Arrecifal, Cresta Arrecifal y Arrecife Frontal.

La Laguna Arrecifal tiene una amplitud de 2 km, una profundidad media de 7 m y posee comunicación con el Sistema Lagunar Nichupté. El tipo de sedimento encontrado es arenoso de textura fina-media que puede estar cubierto por praderas de fanerógamas, o bien, permanecer expuesto.

En la Cresta Arrecifal se encuentra la mayor cobertura coralina. Aquí existen varios canales de marea que dividen la cresta en tres zonas conocidas como Primera, Segunda y Tercera Barrera. La rompiente arrecifal está bien desarrollada y en la parte protegida (sotavento) existe pedacería de coral y colonias de corales duros. También hay algunos bajos arenosos a una profundidad menor a los 2 m. En tanto que en las bocanas, la profundidad va de 8 a 9 m, con un fondo arenoso de textura más gruesa, donde pueden acumularse cantos rodados, aunque en ocasiones la laja calcárea puede permanecer expuesta.

La Primer Barrera de la Cresta Arrecifal de Punta Nizuc está conformada de una rompiente rocosa, la cual se ubica al norte de Punta Nizuc y continua hacia el sur alcanzando una longitud de casi 420 m. La rompiente se encuentra a poca profundidad y durante la bajamar puede quedar al descubierto. A sotavento se encuentran cementerios de escleractinios de las especies *Porites porites, Agaricia agaricites* y cabezos del coral montaña *Montastraea annularis*, los cuales sirven de sustrato para el desarrollo de algas como *Dictyota*, *Dictyopteris* y *Padina*. En la parte exterior (o barlovento) se pueden encontrar como especies dominantes a colonias de *Montastraea annularis* y *Acropora palmata*, esta última representada por esqueletos que sirven de sustrato para otras especies, particularmente algas.

Entre la Primera y Segunda Barreras se encuentra un canal arenoso que las separa. La Segunda Barrera es más profunda y contiene una mayor diversidad; la parte interior tiene una profundidad de 4 m y la externa alcanza los 6 m. En esta zona es donde se realizan actividades acuático-recreativas.

La rompiente arrecifal corresponde a la Tercera Barrera, la cual se extiende desde Punta Nizuc y llega a Puerto Morelos, aunque ocasionalmente queda interrumpida por canales de marea, conocidos como bocanas. Existen dos bocanas importantes donde la rompiente desaparece dando lugar a una zona arenosa que alcanza profundidades de hasta 9 m. En esta rompiente se encuentran colonias de *Acropora palmata*, así como otras más pequeñas y aisladas de *Diploria strigosa*, *Porites astreoides* y *Siderastrea siderea*.

El Arrecife Frontal se distingue por presentar macizos de bajo relieve que se desarrollan entre los 7 y 27 m de profundidad, y en la parte exterior forma macizos bien desarrollados en desniveles de la plataforma, entre 18 y 45 m de profundidad.

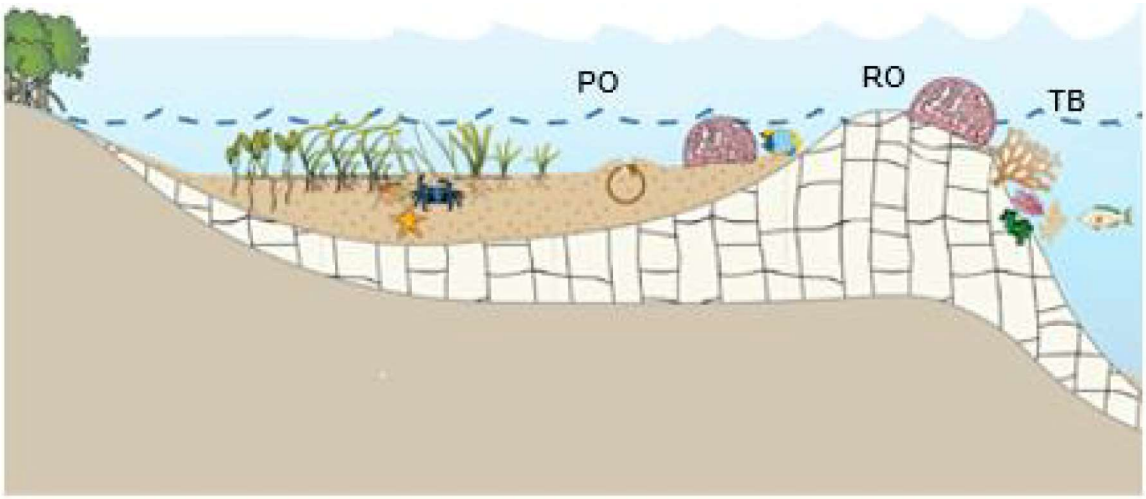


Figura 114. Perfil de la zona arrecifal semejante al que se encuentra en Punta Nizuc. PO=arrecife posterior, RO= rompiente arrecifal, TB= transición al barlovento.

Como se puede ver, el área de estudio incluyó dos sitios bien identificados de la barrera arrecifal de Punta Nizuc (conocidos como Barrera Centro y Barrera Sur). Además de la fracción de la laguna Arrecifal que va desde el arrecife posterior hacia la línea de costa. Se calculó que el área de estudio tiene una superficie de 529.63Ha.

En la figura 115 se muestra la localización del área de estudio.

Para la descripción especifica del área de estudio, únicamente se incluyó la laguna arrecifal y el arrecife posterior, que se ubica en promedio a 3 km de distancia de la línea de costa.

Esta fue caracterizada con base en el catálogo de metadatos geográficos del relieve submarino y cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche-Xcalak de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO-2018), y las observaciones realizadas durante el trabajo de campo.

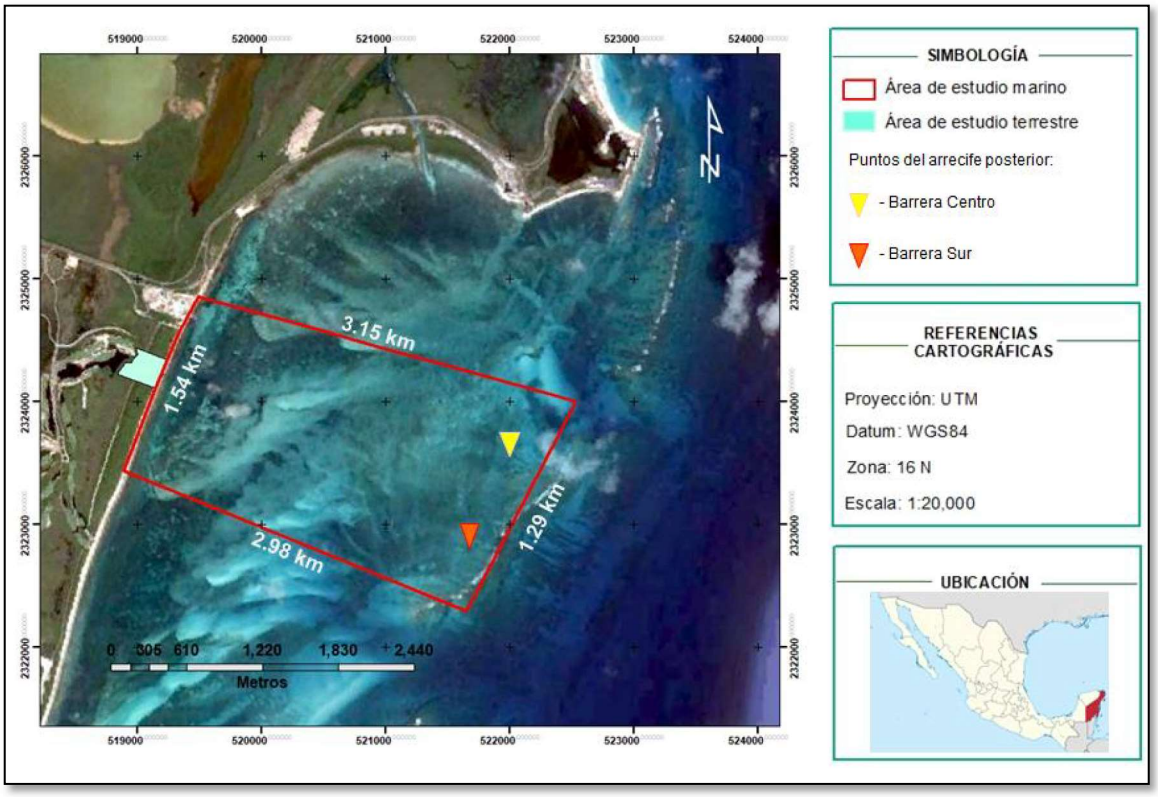


Figura 115. Localización del área de estudio y su delimitación.

7.4 MATERIALES Y MÉTODOS.

Trabajo de campo

Prospección

Se inició con una revisión de las imágenes de satélite disponibles en la plataforma Google Earth de las fechas que mostraron más nitidez como lo fue las del 14 de Mayo-2016, 19 de Nov-2016 y 10 de marzo 2017. A estas se sobrepusieron las capas de la caracterización de fondos de la CONABIO (2018) y se procedió a identificar pequeños polígonos incluidos en el área de estudio. Se continuó con la fotointerpretación de cada uno de ellos. Se señalaron sitios de verificación al centro y los extremos de cada uno de ellos para posteriormente guardarlos en un GPS marca GARMIN GPSMAP 78S y de esta forma verificarlos en campo.

En agosto y el día 2 de noviembre del 2019 se llevó a cabo la prospección del sitio, con la intención de conocer de manera general el área de estudio y verificar físicamente los sitios preestablecidos.

Por las dimensiones y características del polígono y área de estudio (Punta Nizuc, Quintana Roo), se realizaron arrastres a lo ancho del polígono de estudio.

En la siguiente imagen se muestra la distribución de los sitios de verificación y trayectoria de los arrastres realizados dentro del polígono (Figura 116).

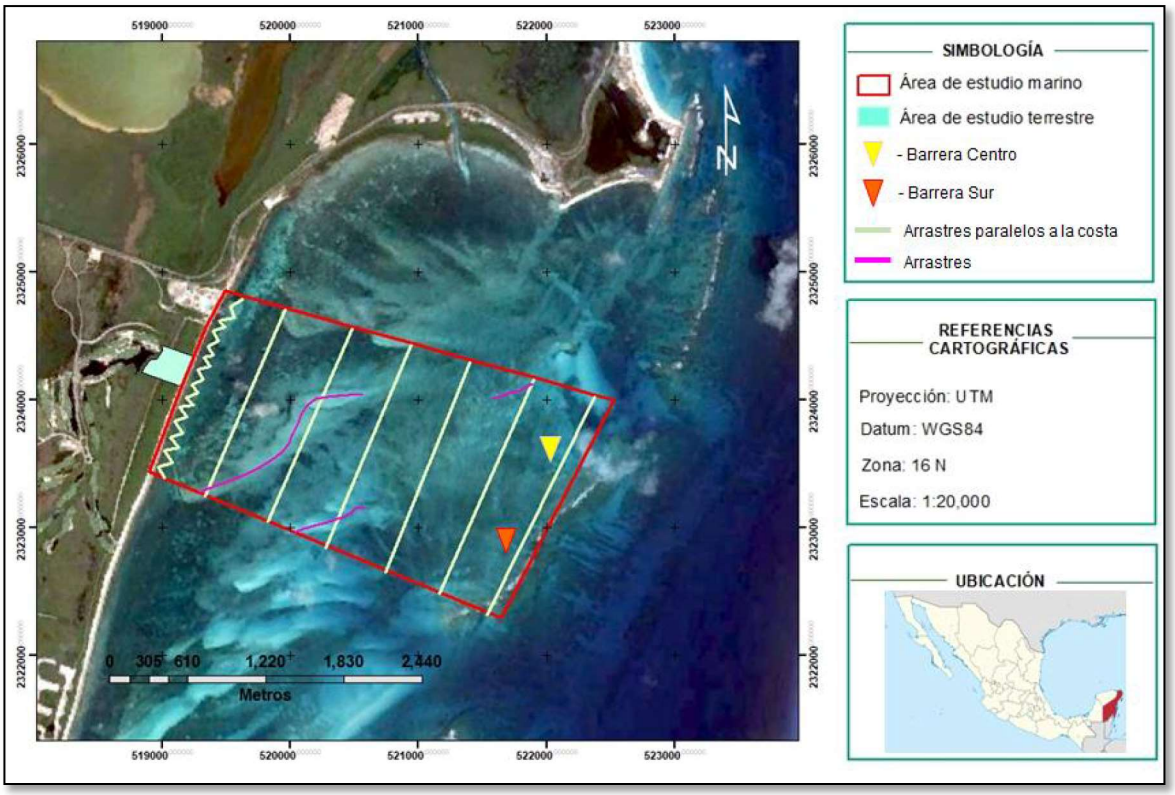
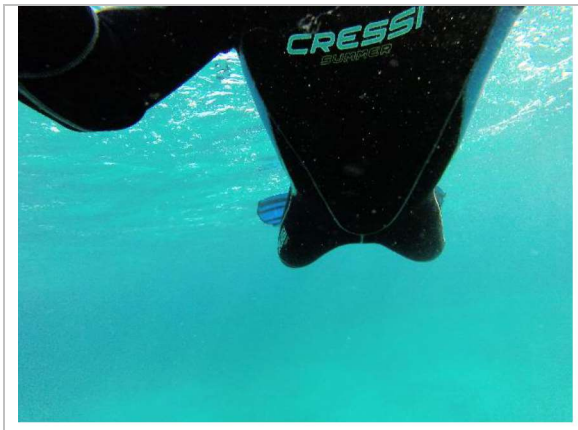
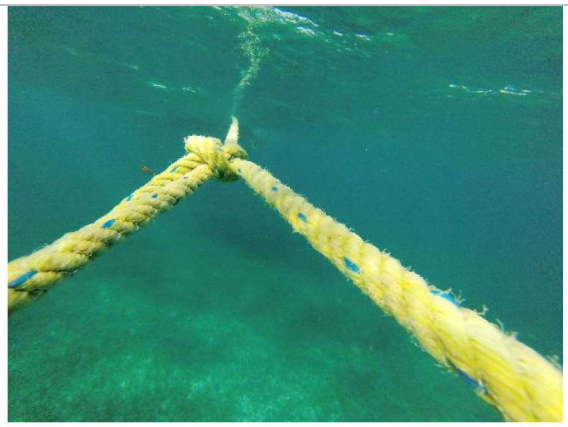


Figura 116. Ubicación de los arrastres en el área de estudio marino.

Con estos recorridos se pudo registrar de manera visual los grupos biológicos presentes (ictiofauna, corales y vegetación acuática, principalmente), y se generó una idea preliminar de los tipos de fondos marinos que prevalecen en el sitio. Con base en esto se pudo desarrollar una estrategia de muestreo y registro de datos para cada grupo.

Los recorridos se realizaron mediante la ayuda de una embarcación menor, la cual avanzó a velocidad constante y baja dibujando las trayectorias señaladas en la figura anterior.


CRESSI







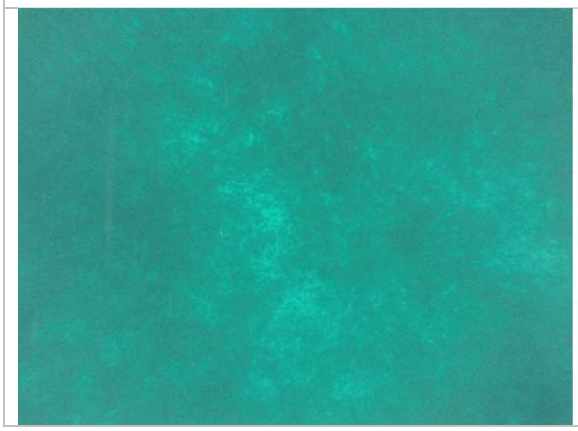






Figura 117. Imagen de arrastres y observaciones de los sitios a verificar.

- ***Muestreo***

Con el polígono de estudio ya definido y conociendo los tipos de fondos y la estructura arrecifal que además fueron muy semejantes a los señalados por la CONABIO, dentro del polígono de 529.63 Ha, se planteó una matriz de muestreo de acuerdo con los tipos de fondos. Así el área de estudio se dividió en 2 partes: la primera que es la zona este donde se incluyó el arrecife posterior y las zonas con mayor cantidad de corales, y la segunda que es la porción centro y oeste del área de estudio, donde se encuentra la laguna arrecifal donde se encuentran zonas dominadas por pastos marinos y blanquizales.

Es importante mencionar que durante la caracterización se emplearon diferentes métodos de muestreo debido a la heterogeneidad del sitio. Así en la zona esta denominada laguna arrecifal, se dibujó una matriz donde se asignaron sitios de muestreo numerados para cada celda de la matriz. Adicionalmente en los blanquizales se colocaron transectos de 20 m lineales. En la figura siguiente se muestran los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

Por una parte, en las secciones del arrecife posterior denominadas "*Barreras Arrecifales Centro y Sur*", se realizaron transectos de 20 m lineales para los grupos biológicos de peces, corales (octocorales e hidrocorales) y vegetación marina, considerando distintas superficies de registro para cada grupo biológico.

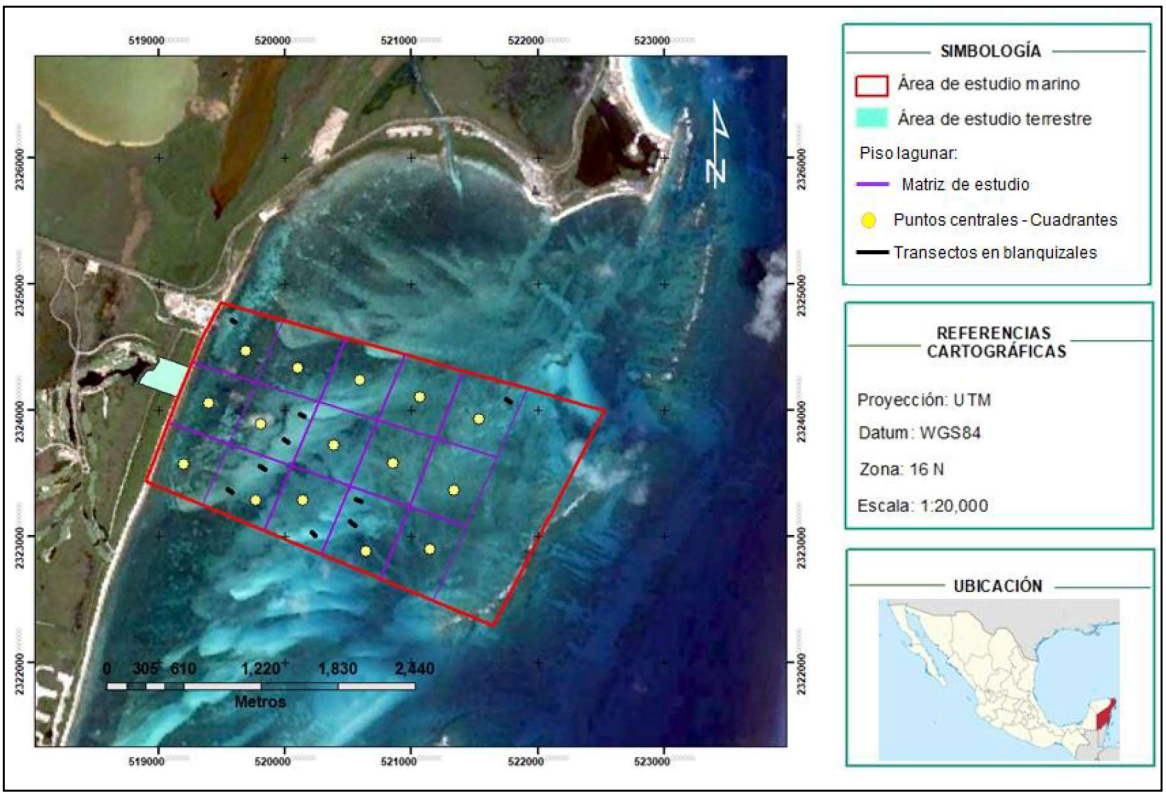


Figura 118. Imagen de la matriz de estudio en el piso lagunar, ubicación de los puntos centrales de los cuadrantes para el monitoreo de bentos y vegetación marina, y de los transectos en el área de blanquizales, dentro del área de estudio marino.

Arrecife posterior

En los dos sitios de muestreo que se establecieron para las zonas de barrera arrecifal (Barrera Centro y Barrera Sur), se colocaron tres transectos elegidos aleatoriamente sobre cada sitio del arrecife. La longitud de cada transecto fue de 20m lineales, orientados paralelamente a la línea de costa. En el caso del grupo de las algas y pastos marinos se utilizó además un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m. El cuadrante fue colocado a lo largo del transecto, a cada 5 m.

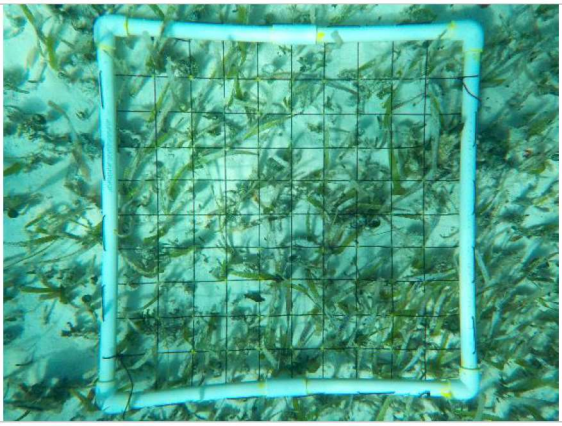
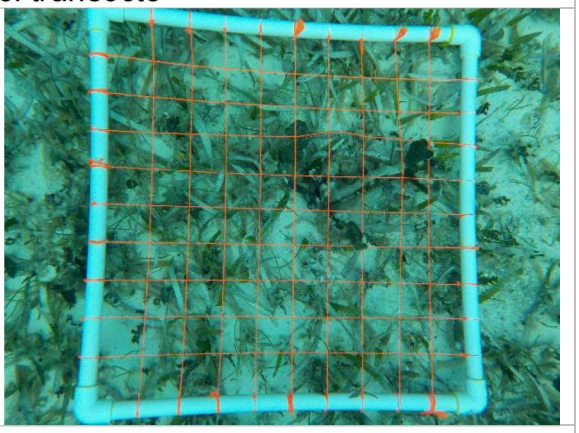
Así mismo, sobre los 20 m lineales del transecto se registró el número de individuos de corales duros, y sus dimensiones (largo, ancho y alto) sobre una superficie de un metro a cada lado del transecto. Y en el caso de los corales blandos se consideró medio metro de cada lado del transecto. Para peces se registró el número de individuos y tallas por especie, en una superficie de un metro a cada lado del transecto. La identificación de las especies de los diferentes taxa, se realizaron *in situ.*

En el caso de que no fuera posible identificar algún organismo *in situ* se tomaron fotografías específicas para su posterior identificación, para lo cual se emplearon 3 cámaras fotográficas subacuáticas. En ningún momento se realizó la colecta de organismos ni se perturbó la flora o fauna marina.

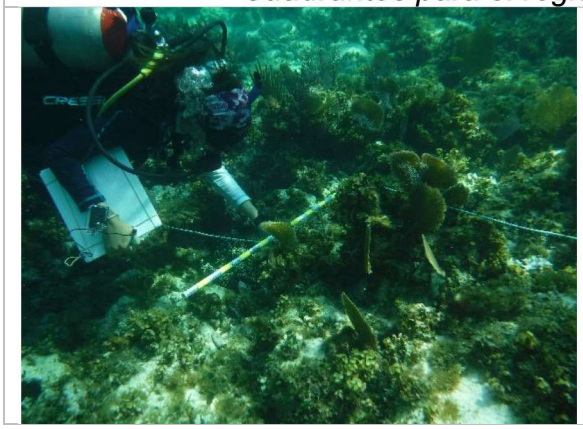
En las siguientes imágenes se muestra la dinámica durante el muestreo en esta zona.




Colocación del transecto

Cuadrantes para el registro de vegetación marina







Registro de corales duros y blandos






Registro de peces

Figura 119. Imágenes del método de muestreo en la Zona Este en el arrecife posterior (Barrera Centro y Barrera Sur).

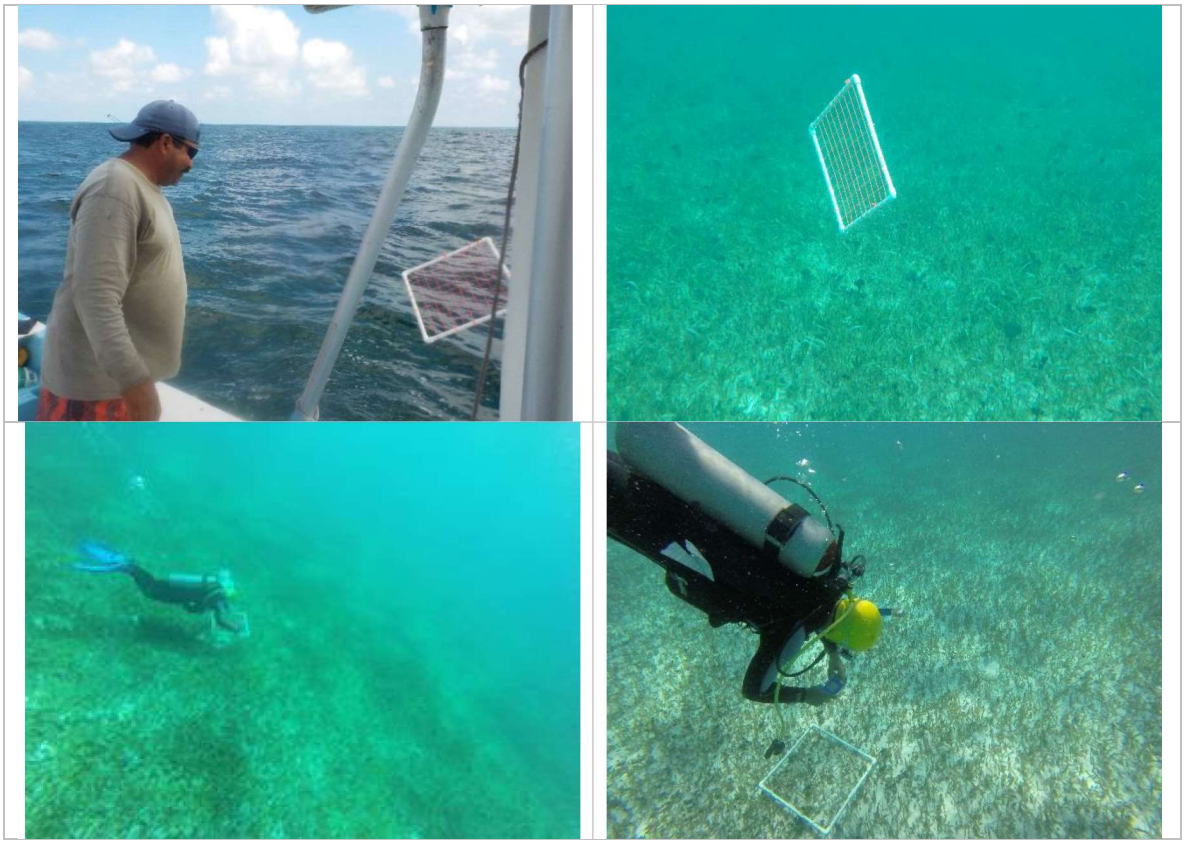
Laguna Arrecifal

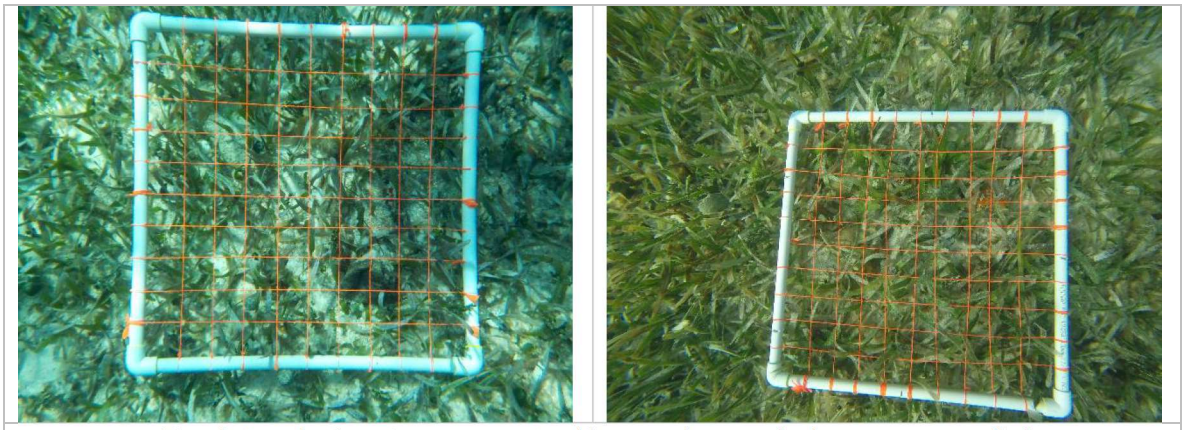
Con base en la matriz de estudio establecida en la laguna arrecifal dominada por pastos marinos y algas, el registro de bentos y vegetación marina del sitio se realizó empleando un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m. El cuadrante fue tirado aleatoriamente 4 veces en cada una de las cuadrículas de la matriz y al centro de cada sitio de muestreo preestablecido (ver figura siguiente). Para que fuera de manera aleatoria, el cuadrante fue lanzado desde la embarcación y posteriormente se hacían las anotaciones y fotografías necesarias.

Adicionalmente en cada sitio de muestreo preestablecido se colocaron transectos de 20 m para el registro de peces, considerando el número de individuos y tallas por especie, en una superficie de un metro a cada lado del transecto y en la columna de agua. La identificación de las especies de los diferentes taxa, se realizaron *in situ.*

En los sitios de la laguna donde se encontraron arenales y/o zonas con laja expuesta y sin dominancia de pastos marinos denominados “blanquizales” se colocaron transectos de 20 m lineales empleando un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m colocado a cada 5 m a lo largo del transecto (0, 5, 10, 15 y 20 m). Paralelamente, se empleó un transecto de 20 m para el registro de peces en cada sitio.

En las siguientes imágenes se muestra el proceso de muestreo en la laguna arrecifal dentro del área de estudio (Figura 120).





Registro de bentos y vegetación marina en la laguna arrecifal



Registro de peces en la laguna arrecifal

Figura 120. Imágenes del muestreo en la laguna arrecifal del área de estudio.

Equipo empleado

Se utilizó un transecto de 20 m lineales marcado a cada metro para el levantamiento de Bentos-corales y vegetación marina. Para el levantamiento de peces se empleó una cinta métrica sumergible. El levantamiento de datos se realizó empleando equipo Scuba (Figura 121).



Figura 121. Imágenes del equipo que se utilizó para la caracterización de todos los sitios del área de estudio.

El cuadrante utilizado fue dividido en cuadros de 5 x 5 cm, para poder realizar un conteo más rápido y eficiente de la cobertura ocupada por los diferentes organismos presentes en cada cuadrante. En las siguientes imágenes se muestran un ejemplo del empleo del cuadrante para el registro *in situ* de las especies (Figura 122).

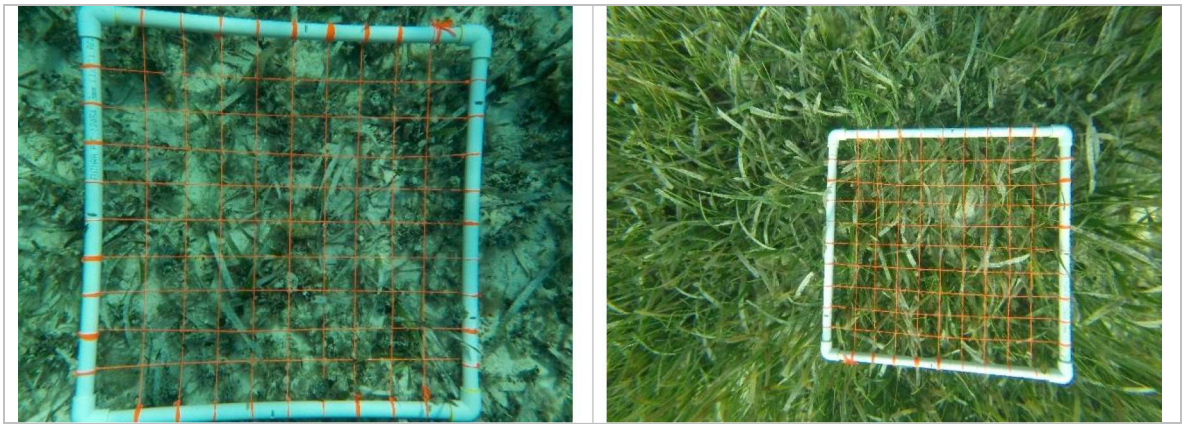


Figura 122. Imágenes del cuadrante de 0.5 * 0.5 m que se utilizó para la caracterización.

Además, se realizó un registro fotográfico de los diferentes organismos presentes en el área de estudio durante los muestreos, con ayuda de tres cámaras digitales sumergibles, una de la marca NIKON modelo COOLPIX W100, una de la marca FUJIFILM modelos FinePix XP80 y una GoPro Hero2.

Identificación de ejemplares

La identificación de las especies de peces, corales, bentos y vegetación marina fue realizada *in situ.* Para confirmar la identificación de algunas de estas especies fueron tomadas fotografías que se revisaron con las guías de identificación de la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994), “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (http://www.fishbase.org/).

No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.

Trabajo de gabinete

Procesamiento de datos

Como resultado de la suma de las propiedades inherentes a los individuos que conforman las comunidades, junto con sus interacciones, tenemos como resultado lo que en ecología de comunidades se conoce como propiedades emergentes. Los ejemplos más típicos de las propiedades emergentes, o atributos de las comunidades son:

Distribución específica, formas de crecimiento, estructura trófica, riqueza específica, diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia (Begon *et al*., 1986).

Algunos de estos aspectos son útiles para calcular valores de importancia ecológica por especie y además permite comparar la importancia ecológica del resto de ellas. En este sentido, con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros que se describen mediante las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica

Es el número de especies encontradas en una comunidad en particular, en un área determinada y se define con la letra "S".

Abundancia

Se define como el número de individuos por especie presente en un determinado lugar (abundancia). Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, las formas de crecimiento no permiten contabilizar el número de individuos de cada especie de forma independiente, por lo que también puede ser medida en términos de la cobertura.

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 se denota con la letra "D" que es el número de individuos de una especie, presente en un área determinada. Este parámetro, además 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:

$$Dr = \frac{\text{No. Individuos de la especie "X"} * 100}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

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:

$$Da = \frac{\text{No. De individuos de la especie "X"}}{\text{Área muestreada en } m^2}$$

Este parámetro fue utilizado para medir la abundancia en el grupo de peces.

Cobertura

La cobertura también se utiliza para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad se dificulta, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies. La cobertura es ampliamente utilizada en especies vegetales, en este caso pastos marinos, macroalgas y organismos bentónicos.

En el método de cuadrantes, la cobertura está expresada en términos del porcentaje del espacio ocupado por una especie dentro de la unidad de muestreo.

La cobertura también se empleó para estimar la abundancia en corales blandos y duros, y en otros organismos bentónicos.

Para las algas y bentos se midió como:

$$\frac{\text{Cor = Número de cuadros de 5 cm}^2\text{ ocupados por la especie “X”}}{\text{Número de cuadros de 5 cm}^2\text{ ocupados por el total de las especies}}$$

Para los corales se calculó la cobertura mediante los datos de largo y ancho aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Cor= Cantidad de cm}^2\text{ ocupados por la especie “X”}}{\text{Cantidad de cm}^2\text{ ocupados por el total de las especies}}$$

Frecuencia

La frecuencia está referida como la probabilidad de encontrar una especie dentro de una unidad de muestreo, en otras palabras, el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente. Por tanto, la frecuencia relativa (Fr) pondera el número de veces que una especie es encontrada en un área dada en relación con el resto de las demás especies, es además una medida porcentual, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ x\ (100)}{\sum de\ la\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}$$

Índice de Valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, con base a la abundancia (ya sea en forma de cobertura o número de individuos) y frecuencia. El índice de valor de importancia (IVI) es la suma de estos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de una comunidad.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es el mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI, se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en 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 IVI, es igual a 200 o 300 dependiendo del grupo.

Una vez que los datos son expresados como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas (cobertura y área o densidad) de cada especie, se ordenan de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies.

Cálculo del IVI para el grupo de los corales duros y/o hidrocorales

I.V.I = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Cobertura relativa

Cálculo del IVI para el grupo de Macroalgas, pastos marinos y organismo bentónicos muestreados con cuadrantes:

I.V.I = Frecuencia relativa + Cobertura relativa

Cálculo del IVI para el grupo de los peces:

I.V.I = Abundancia relativa + Frecuencia relativa

Resultados

Descripción del Área de estudio

Como ya se mención, con base al catálogo de metadatos geográficos del relieve submarino y cobertura bentónica del ecosistema arrecifal coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche-Xcalak de la Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO-2018), aunado a la información obtenida del monitoreo y de las observaciones en campo, se realizó un mapa con los tipos de fondo del área de estudio, resultando un mapa de tipo de fondos, tal y como se muestra en la siguiente imagen (Figura 123).

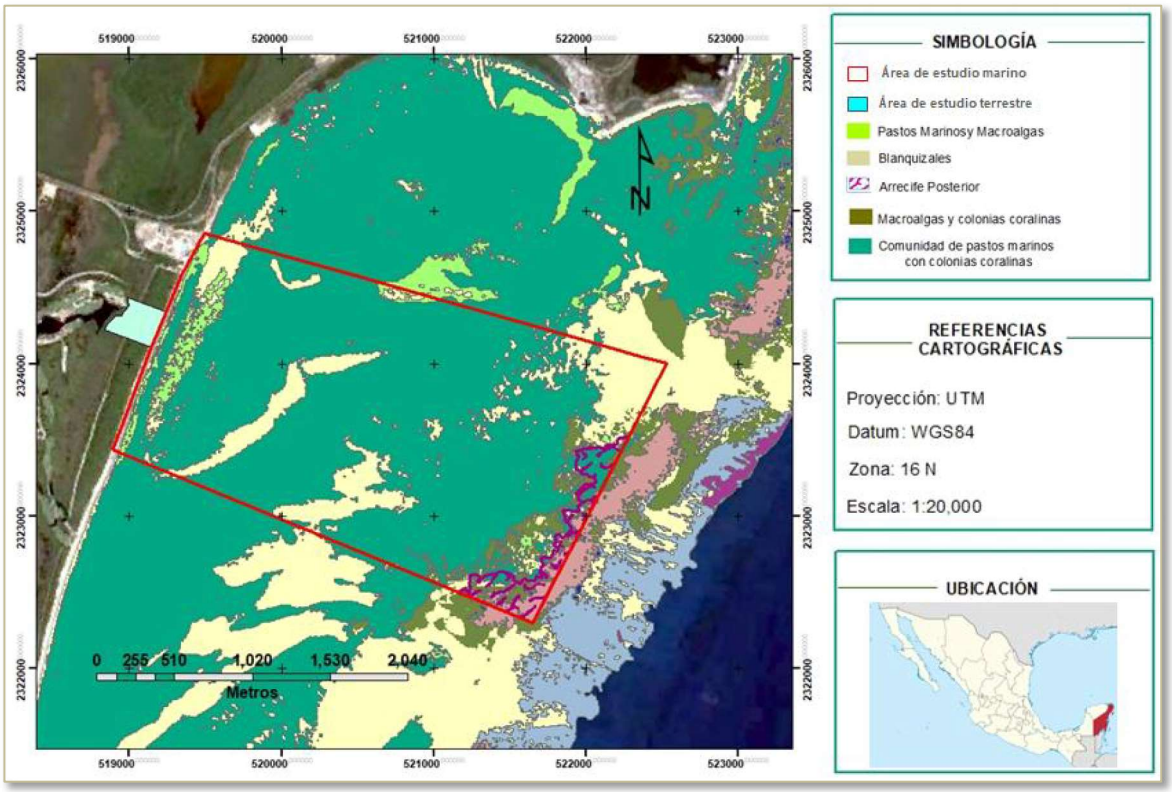


Figura 123. Tipos de fondo dentro del polígono de estudio con base a las capas de cobertura bentónica y relieve submarino del Caribe Mexicano de CONABIO (2018) y el trabajo de campo.

En la siguiente figura se muestra una panorámica de los diferentes tipos de fondo, caracterizados en el área de estudio tras la prospección.

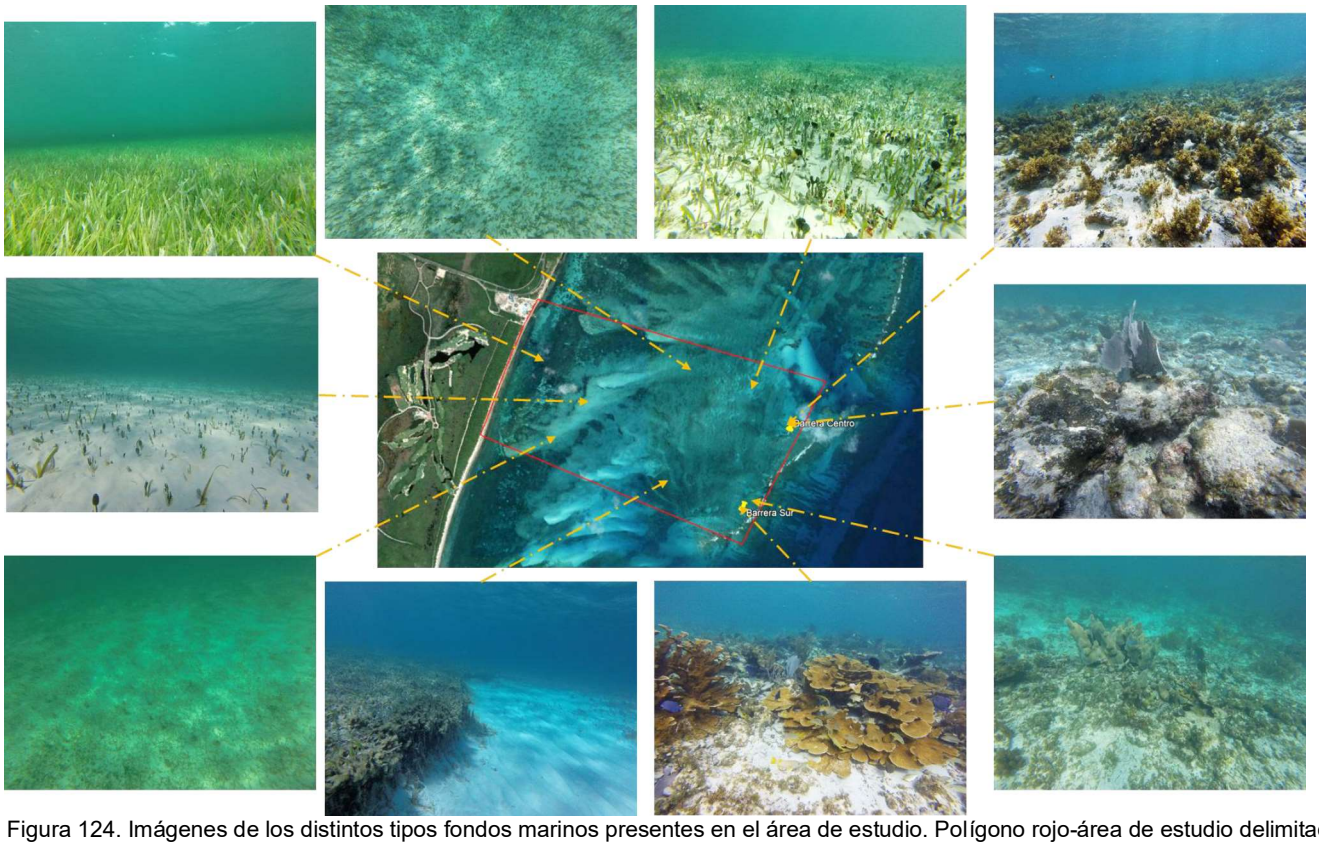


Figura 124. Imágenes de los distintos tipos fondos marinos presentes en el área de estudio. Polígono rojo-área de estudio delimitado para la caracterización biológica.

A continuación, se describe cada uno de los tipos de fondo y estructuras registrados en el área de estudio.

Zona Este

Debido a la estructura arrecifal que se desarrolla en el área de estudio, esta se dividió en tres secciones. Así en términos de relieve en esta sección se encuentra el arrecife posterior misma que es una zona donde se inicia una elevación hacia la cresta arrecifal (Ver figura siguiente). En esta se incluyó una zona donde se encuentra la mezcla de pastos marinos y crecimiento coralino, además de la zona del lado oeste de la cresta arrecifal (Figura 125).

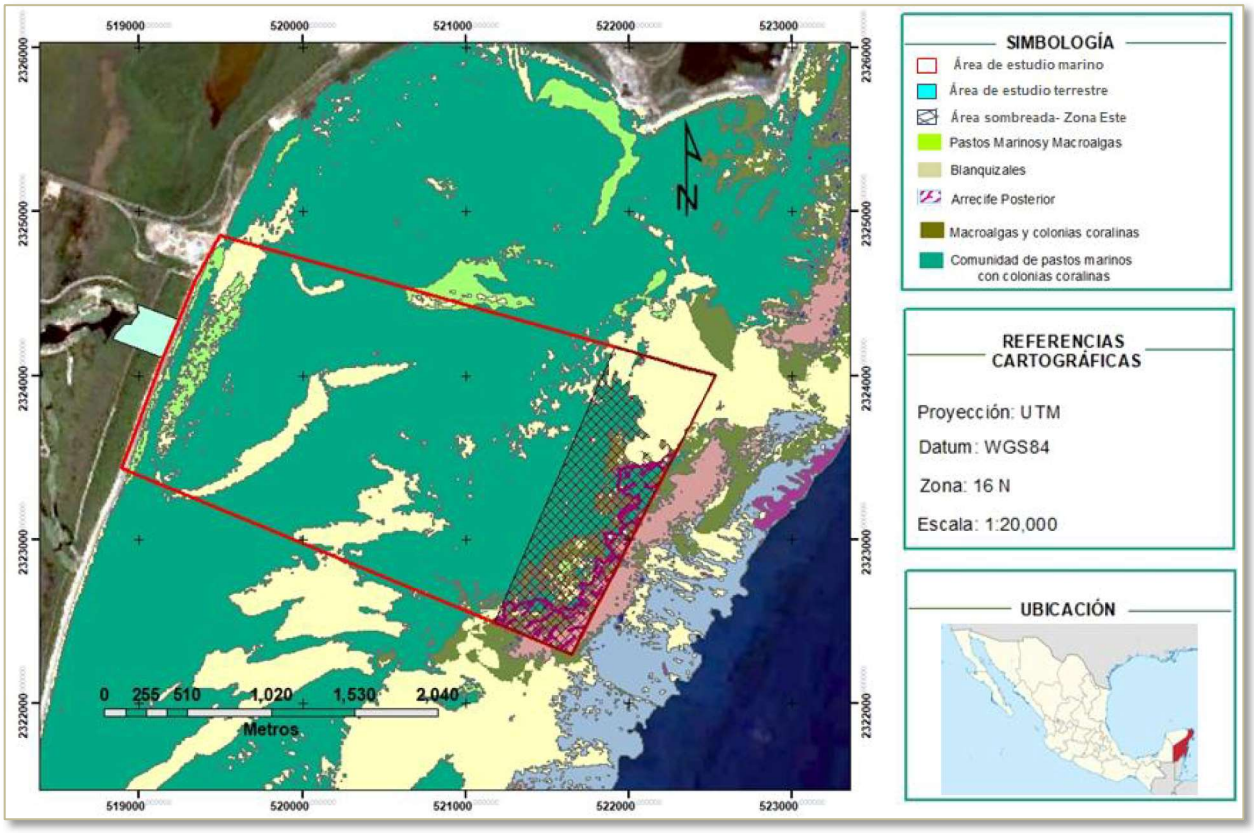


Figura 125. Ubicación de la zona Este dentro del área de estudio. Se observan los tipos de fondo que se encuentran en esta sección.

Arrecife posterior

Tal y como ya se mencionó en el área de estudio, únicamente se incluyó la laguna arrecifal y el arrecife posterior. Considerando la zonificación del arrecife en Punta Nizuc y recorriendo de oeste a este se encuentra en primer lugar la zona arrecifal denominada arrecife posterior que se ubica en promedio a 3 km de distancia de la línea de costa. Es una zona donde domina un tipo de fondo conformado por lajas expuestas muy irregulares, cubiertas de una capa delgada de arena, donde los crecimientos coralinos se empiezan a hacer evidentes, dominando hacia la cresta arrecifal y disminuyendo hacia la laguna.

En esta sección se eligieron dos sitios importantes señalados dentro de la cartografía del Parque nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (Parque marino) como son la Barrera Arrecifal Centro y Sur, mismas que a continuación se describen:

- **Barrera Centro**

Corresponde la sección centro de la barrera arrecifal del polígono del parque marino conocida como Punta Nizuc. Específicamente esta zona se encuentra entre las coordenadas 21° 0'41.59"N y 86°47'13.38"O. Es un sitio donde predomina la presencia de coral de fuego (*Millepora complanata*), *Acropora palmata y* algunos hidrocorales (coral blando), además de una cierta proporción de pastos marinos y algas. La profundidad del sitio va de 3 a 4 m en promedio.

En la figura 126 se muestran los alrededores y características de este sitio.



Figura 126. Imágenes del sitio Barrera Centro.

- **Barrera Sur**

Es la sección de la barrera arrecifal sur de Punta Nizuc, específicamente se encuentra entre las coordenadas 21° 0'14.28"N y 86°47'30.71"O. Es un sitio con una profundidad de 2 a 3 m, con cobertura coralina principalmente conformada por *Acropora palmata* y

algunos corales blandos como *Gorgonia sp.* Además, es un sitio donde se encuentran numerosas especies de algas marinas.

en la figura 127 se muestran imágenes panorámicas características de este sitio.



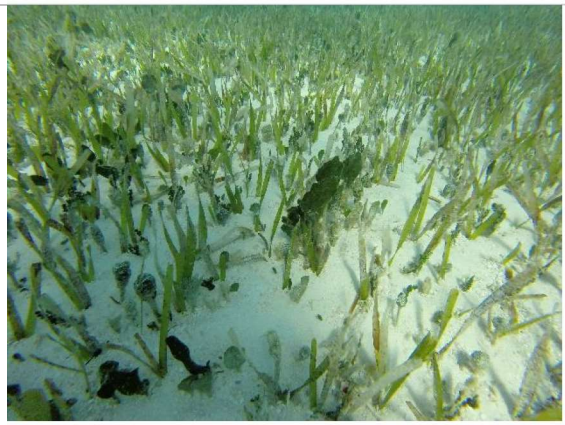
Figura 127. Imágenes del sitio Barrera Sur.

Laguna Arrecifal

Continuando al Oeste del área de estudio, se encuentra una cuenca geológicamente muy heterogénea. Esta cuenca se extiende desde el arrecife posterior hasta la línea de costa. En esta zona predominan los pastos marinos y las macroalgas sobre un suelo conformado básicamente por arenas y fragmentos gruesos de lajas al que se denominan "***pastizales***". No obstante, en esta cuenca se encuentran áreas que localmente son denominadas como "***blanquizales***", los cuales por su topografía permiten la acumulación de arenas finas en una capa muy profunda, algunos presentan escasa vegetación marina y otras secciones son lajas expuestas con una cierta depositación de arenas más delgada, mismas que desde la superficie se observan como secciones blancas. En el límite entre los pastizales y los blanquizales se observa un cambio en la topografía del suelo marino, lo que se denomina "*escalón*".

En esta zona las profundidades van del 0.5 a 5 m. Se observa heterogeneidad en la zona, en las siguientes imágenes se observan las diferentes panorámicas que se encuentran en el área de estudio (Figura 128).













Pastizales con macroalgas



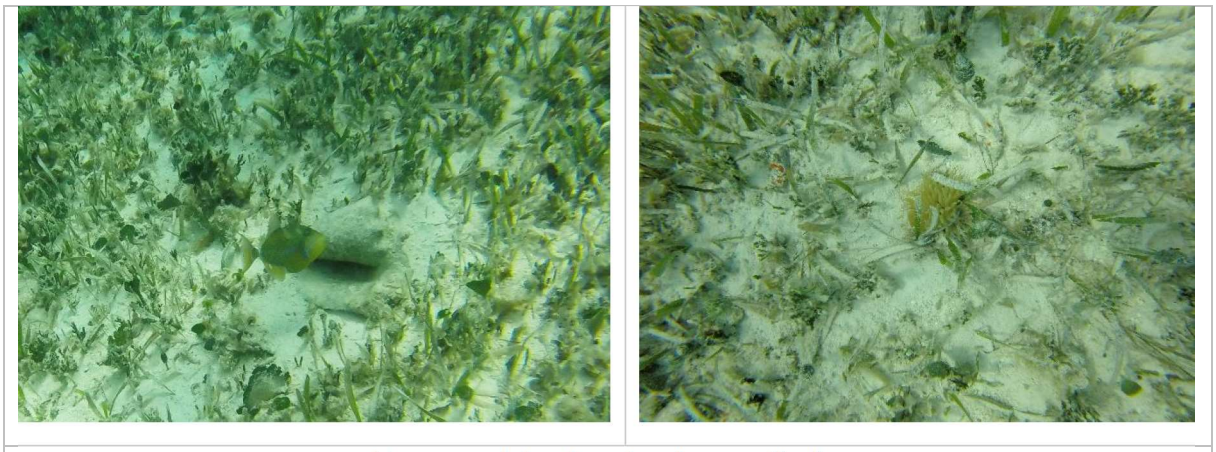






Blanquizales con escasa vegetación marina y la presencia de un escalón en el margen



Fauna registrada sobre los pastizales

Figura 128. Imágenes de la laguna arrecifal y sus diferentes tipos de fondos.

Arrecife Posterior

- ***Barrera Centro***

La Barrera Centro resultó ser un sitio cuya cobertura está dominada por macroalgas, con baja cobertura coralina. En las siguientes imágenes se muestran otras imágenes de los alrededores y características de este sitio (Figura 129).

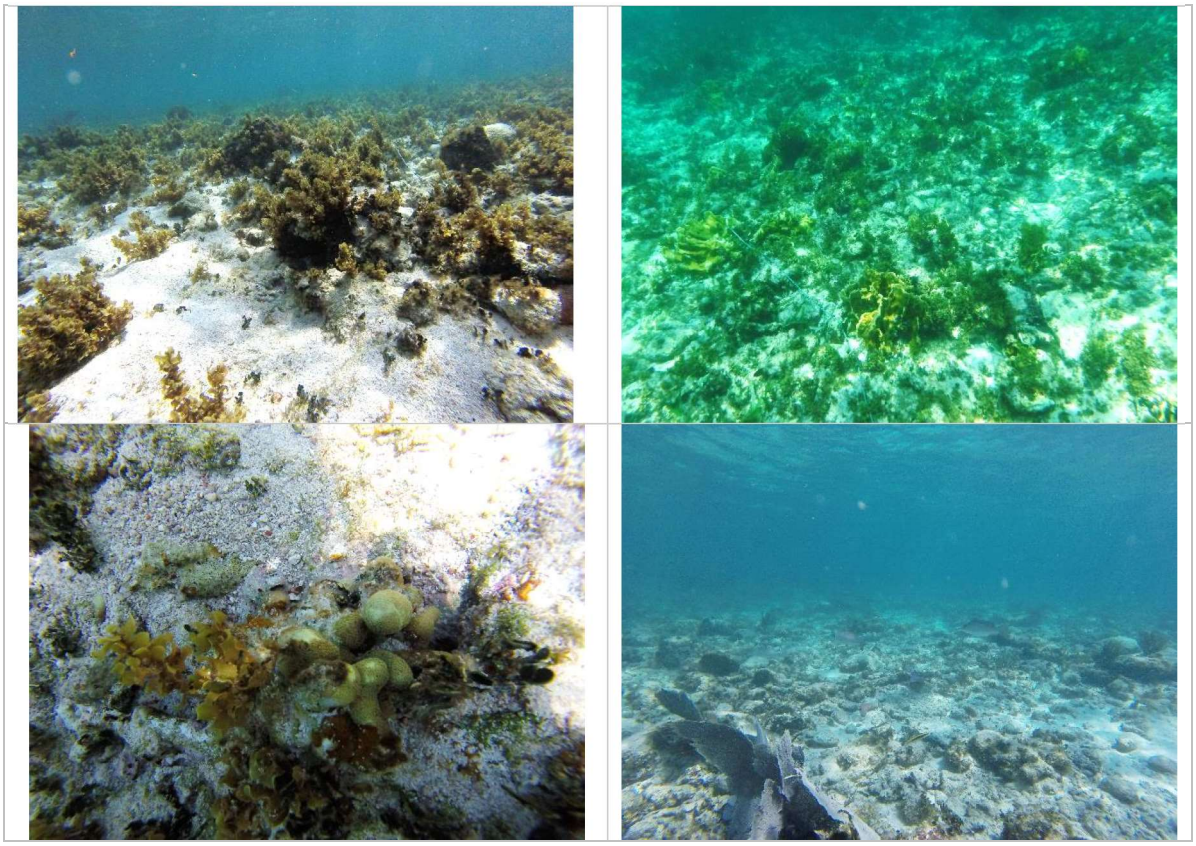


Figura 129. Imágenes del sitio de monitoreo de la Barrera Centro.

Vegetación marina

Riqueza de especies

En la siguiente tabla se enlistan las especies que se registraron durante el monitoreo del sitio Barrera Centro (Cuadro 62). Siendo las Phaeophytas las algas con mayor número de especies en el sitio.

Cuadro 62. Lista de especies de vegetación marina presente en el sitio de la Barrera Centro.

División	Nombre científico
Chlorophyta	*Halimeda discoidea*
	Halimeda incrassata
	Penicillus pyriformis
	Rhipocephalus phoenix
Phaeophyta	*Dictyota divaricata*
	Dictyota cervicornis
	Dictyota humifusa
	Padina boergesenii
	Sargassum polyceratium
	Turbinaria tricostata
Rhodophyta	Ceramiales-gelidiales
	Haematocelis sp.
	Peyssonnelia sp.
	Porolithon pachydermum
	S= 14

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el sitio se registraron 14 especies de vegetación marina, ***Sargassum polyceratium*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia y cobertura. En segundo lugar, se encuentra ***Dictyota humifusa*** y en tercer lugar ***Halimeda discoidea*** (Cuadro 63 y Figura 130).

Cuadro 63. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de la vegetación marina en la Barrera Centro. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre científico	Cor	Fr	IVI
1	*Sargassum polyceratium*	**30.53**	12.5	**43.03**
2	*Dictyota humifusa*	**14.74**	13.89	**28.63**
3	*Halimeda discoidea*	**11.05**	**16.67**	**27.72**

OIR	Nombre científico	Cor	Fr	IVI
4	*Dictyota cervicornis*	14.74	11.11	25.85
5	*Dictyota divaricata*	7.37	6.94	14.31
6	*Rhipocephalus phoenix*	3.55	8.33	11.89
7	*Turbinaria tricostata*	5.26	5.56	10.82
8	*Porolithon pachydermum*	4.47	5.56	10.03
9	*Halimeda incrassata*	1.45	5.56	7.00
10	*Penicillus pyriformis*	1.71	4.17	5.88
11	*Padina boergesenii*	2.63	2.78	5.41
12	*Ceramiales-gelidiales*	1.05	2.78	3.83
13	*Peyssonnelia sp.*	0.39	2.78	3.17
14	*Haematocelis sp.*	1.05	1.39	2.44
	S=14	**100**	**100**	**200**

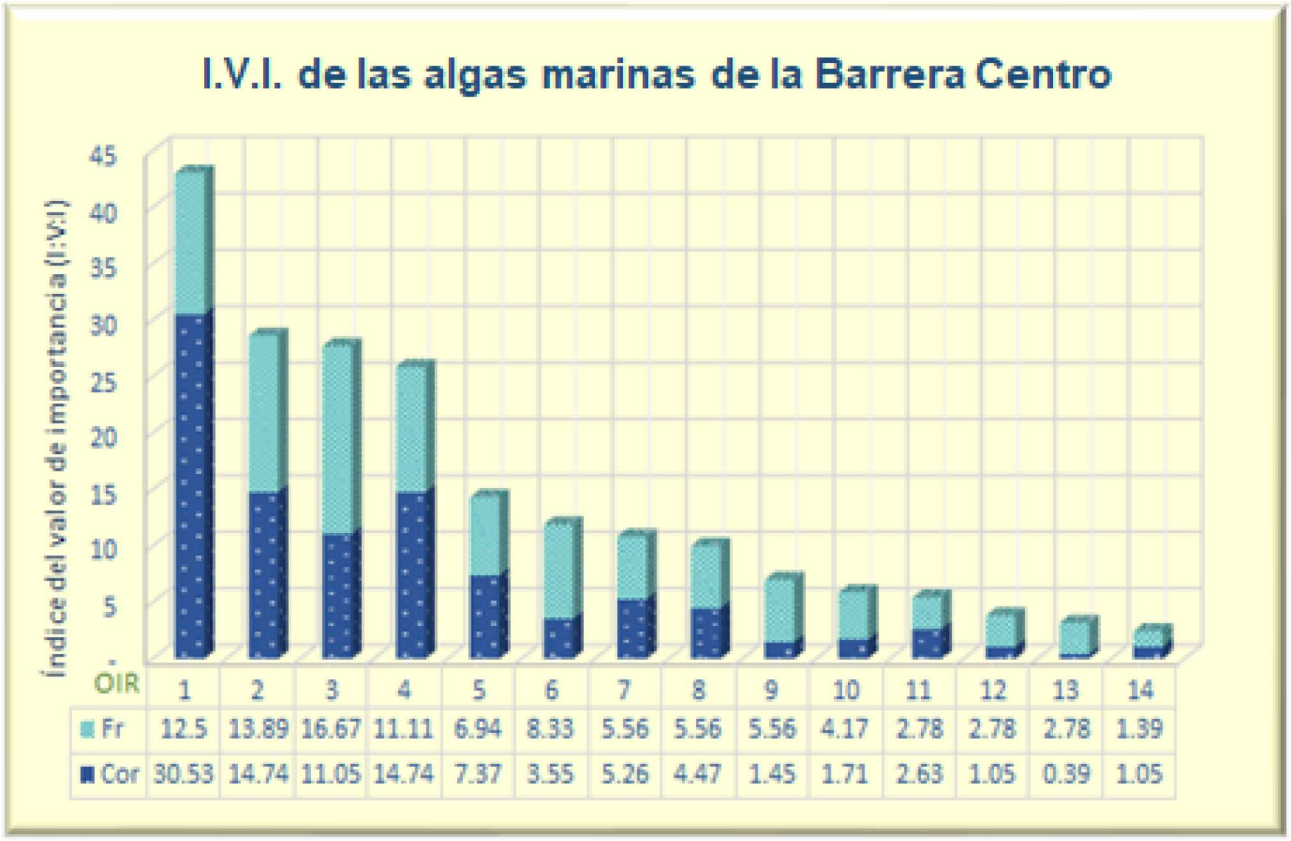


Figura 130. Grafico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de vegetación marina del sitio de la Barrera Centro. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Corales duros

Riqueza específica y Abundancia

Se registró un total de 5 especies de corales, de las cuales una especie corresponde a coral de fuego (*Millepora complanata),* siendo la especie con mayor número de colonias

registradas, seguido del coral escleractinio- *Acropora palmata* (Cuadro 64). Este último se encuentra en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de protección especial (Pr). Dentro del polígono de Punta Nizuc fue la especie más importante en términos de cobertura, proporciona mayor heterogeneidad en el arrecife y sirve de refugio a peces de diferentes tamaños dentro del ecosistema arrecifal.

Cuadro 64. Lista de corales duros y coral de fuego registrados en Barrera Centro durante el monitoreo. Δ Especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Coral de fuego.

Nombre científico	Número
Porites astreoides	7
Siderastrea siderea	2
Acropora palmata Δ	15
Pseudodiploria clivosa	1
Millepora complanata *	25
S= 5	**50**

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En este sitio se registraron solo 5 especies de corales escleratinios durante el monitoreo. El coral de fuego *M. complanata* fue la especie con el mayor índice de valor de importancia, seguido del coral *A. palmata.* Sin embargo, este último fue el coral con mayor cobertura registrada (Cuadro 65 y Figura 131).

Cuadro 65. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de los corales escleractinios del sitio Barrera Centro. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	Cor	IVI
1	*Millepora complanata**	50	25	45.44	120.44
2	*Acropora palmata*	30	25.00	52.68	107.68
3	*Porites astreoides*	14	25.00	0.99	39.99
4	*Siderastrea siderea*	4	16.67	0.89	21.56
5	*Pseudodiploria clivosa*	2	8.33	0.01	10.34
	S=5	100	100	100	300

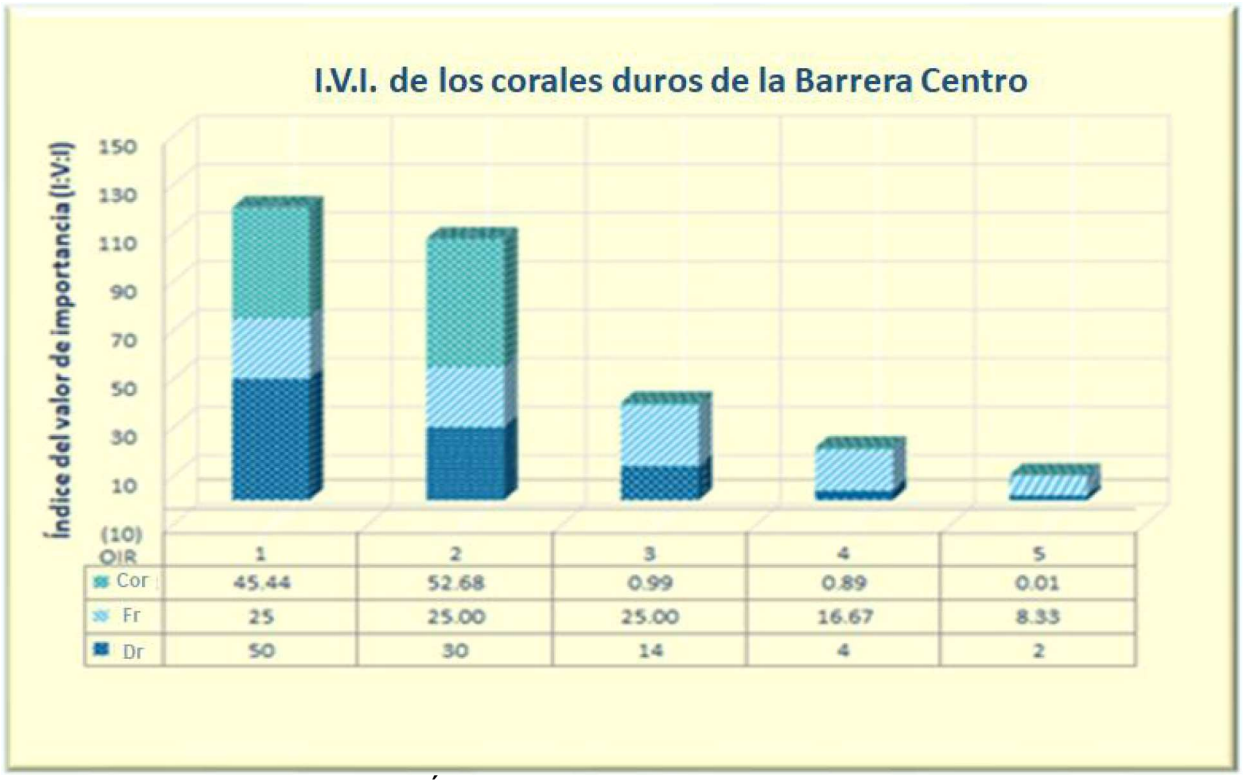


Figura 131. Grafico del Índice de valor de importancia (I.V.I) de las especies de corales duros del monitoreo en la Barrera Centro. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Mortalidad parcial

De las 50 colonias coralinas de 5 especies registradas solo se registró una colonia con mortalidad parcial de la especie *S. siderea* en el sitio. Todas las demás colonias coralinas estaban en un buen estado. Sin embargo, se observó que algunas presentaban síntomas de blanqueamiento poco severo y palidez, pero sin tejido muerto.

En la figura 132 se puede observar que es mayor el número de colonias sanas de cada una de las especies de corales registradas en el sitio. Solo el 2% de las colonias con mortalidad parcial fue registrado de las 50 colonias.

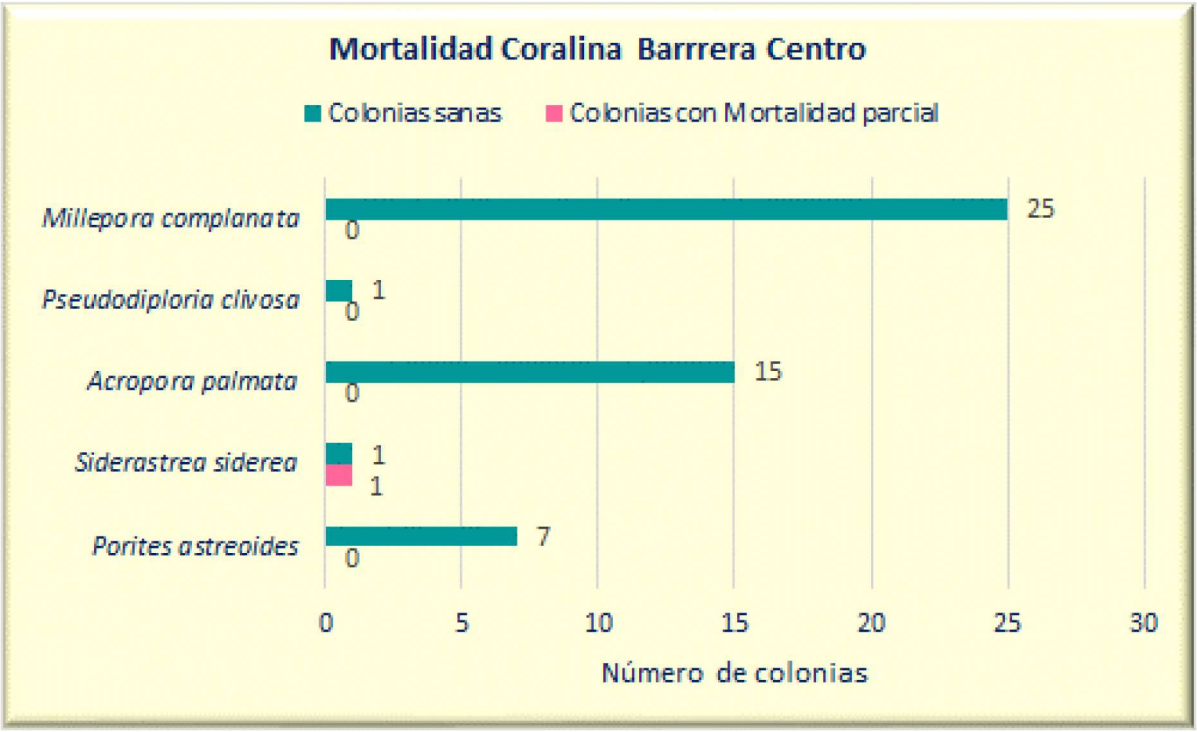


Figura 132. Gráfico del número de colonias sanas *vs* número de colonias con mortalidad parcial registradas en el monitoreo en el sitio Barrera Centro.

Corales blandos

Riqueza específica y Abundancia

Se registraron 12 colonias de 5 especies de hidrocorales (corales blandos) en el sitio, de las cuales ***Gorgonia sp.*** fue la especie con mayor número de colonias, seguida de ***Plexaura homomalla*** con dos colonias (Cuadro 66).

Cuadro 66. Lista de hidrocorales registrados en el monitoreo del sitio Barrera Centro.

Nombre científico	Número
Gorgonia sp.	7
Pseudopterogorgia americana	1
Eunicea succinea	1
Gorgonia mariae	1
Plexaura homomalla	2
S=5	12

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 5 especies registradas en el sitio ***Gorgonia sp.*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia, en segundo lugar, encontramos la especie de ***P. homomalla***, misma que presenta mayor cobertura, y en tercer lugar a ***P. americana*** (Cuadro 67 y Figura 133).

Cuadro 67. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de los hidrocorales en la Barrera Centro. Dr (diversidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Nombre científico	Dr	Fr	Cor	IVI
Gorgonia sp.	58.33	33.33	38.83	130.49
Plexaura homomalla	16.67	16.67	40.57	73.90
Pseudopterogorgia americana	8.33	16.67	12.68	37.68
Eunicea succinea	8.33	16.67	7.61	32.61
Gorgonia mariae	8.33	16.67	0.32	25.32
S=5	100	100	100	300

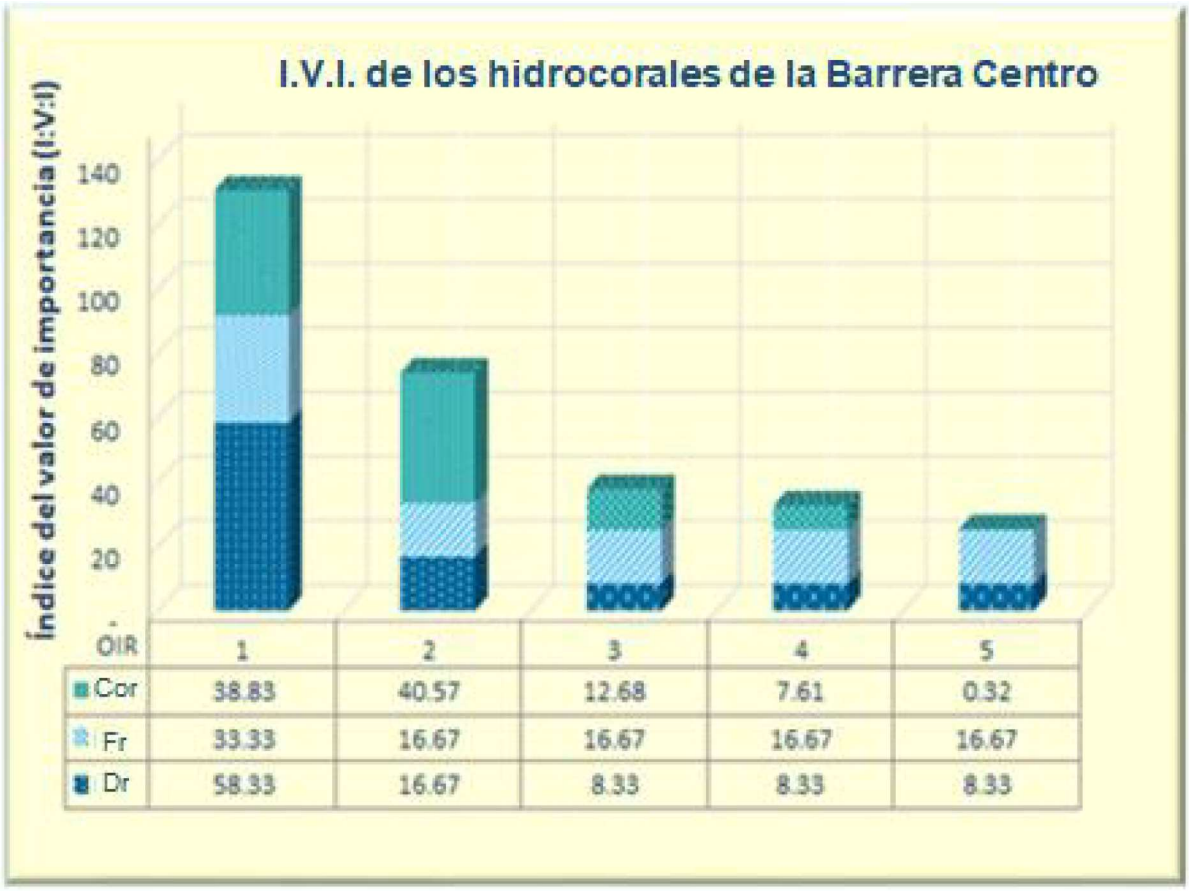
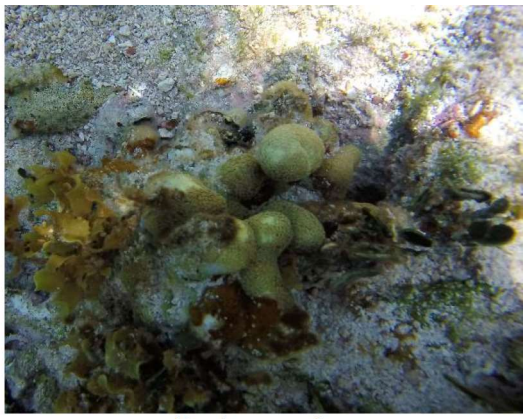


Figura 133. Grafico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de hidrocorales del monitoreo en la Barrera Centro. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

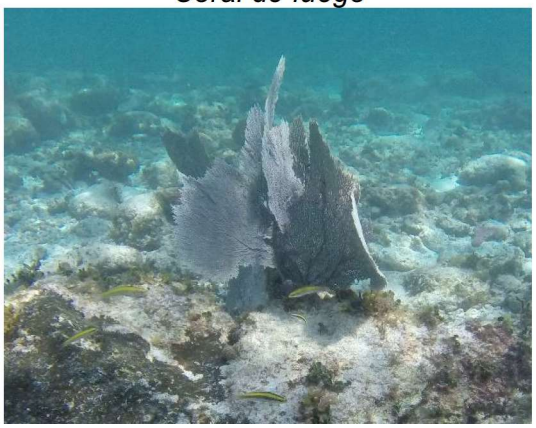
En las siguientes imágenes se observan algunas especies de corales (corales duros y blandos) registradas en el sitio de la Barrera Centro (Figura 134).



Millepora complanata
Coral de fuego



Porites porites
Coral duro



Gorgonia sp.



Plexaura sp.

Corales blandos

Figura 134. Imágenes de corales duros y blandos del sitio Barrera Centro.

Peces

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 564 individuos de 28 especies de peces, entre las cuales *Sphyraena barracuda* (101 indv), *Lutjanus griseus* (83 indv) y *Haemulon sciurus* (68 indv) fueron las especies con mayor número de individuos registrados.

En la siguiente tabla se enlistan las 28 especies de peces en el sitio.

Cuadro 68. Lista de peces registrados en el sitio de Barrera Centro.

Nombre científico	Número de individuos
Abudefduf saxatilis	17
Acanthurus bahianus	3
Aspidontus. tractus	8
Acanthurus coeruleus	10
Bodianus rufus	3
Canthigaster rostrata	2

Nombre científico	Número de individuos
Canthidermis sufflamen	2
Haemulon carbonarium	8
Haemulon chrysargyreum	13
Haemulon flavolineatum	14
Haemulon plumieri	3
Haemulon macrostomum	1
Haemulon sciurus	68
Halichoeres bivittatus	53
Halichoeres garnoti	10
Halichoeres radiatus	5
Lutjanus griseus	83
Lutjanus mahogoni	4
Microspathodon chrysurus	1
Ocyurus chrysurus	1
Scarus guacamaia	56
Stegastes variabilis	5
Sparisoma aurofrenatum	6
Sparisoma viride	7
Sphyraena barracuda	101
Stegastes adustus	10
Stegastes partitus	15
Thalassoma bifasciatum	55
S=28	564

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 28 especies de peces registradas en el sitio, el pez ***L. griseus*** fue la especie con el mayor índice de valor de importancia, seguido del pez ***S. barracuda*** y en tercer lugar ***H. sciurus*** (Cuadro 69 y Figura 135).

Es importante mencionar que es temporada de reproducción para la especie de ***L. griseus*** y esto puede ser que haya sido un factor por el cual hubo un mayor número de individuos de esta especie.

Cuadro 69. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de peces del sitio de Barrera Centro. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

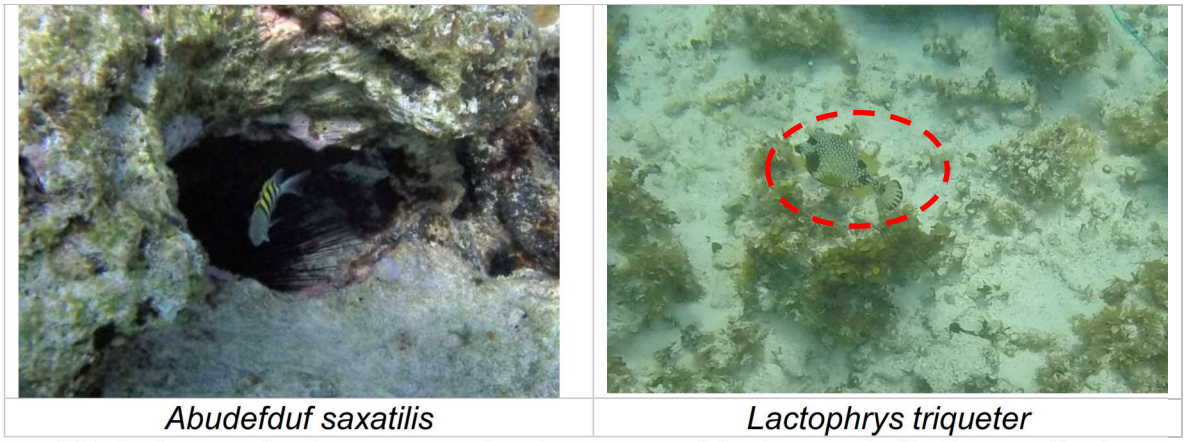
OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
1	*Lutjanus griseus*	14.72	6.25	20.97
2	*S. barracuda*	17.91	2.08	19.99
3	*H. sciurus*	12.06	4.17	16.22
4	*H. bivittatus*	9.40	6.25	15.65

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
5	*T. bifasciatum*	9.75	4.17	13.92
6	*S. guacamaia*	9.93	2.08	12.01
7	*A. coeruleus*	1.77	6.25	8.02
8	*H. garnoti*	1.77	6.25	8.02
9	*A. saxatilis*	3.01	4.17	7.18
10	*S. partitus*	2.66	4.17	6.83
11	*H. flavolineatum*	2.48	4.17	6.65
12	*S. adustus*	1.77	4.17	5.94
13	*S. viride*	1.24	4.17	5.41
14	*S. aurofrenatum*	1.06	4.17	5.23
15	*S. variabilis*	0.89	4.17	5.05
16	*H. radiatus*	0.89	4.17	5.05
17	*A. bahianus*	0.53	4.17	4.70
18	*C. sufflamen*	0.35	4.17	4.52
19	*H. chrysargyreum*	2.30	2.08	4.39
20	*H. carbonarium*	1.42	2.08	3.50
21	*A. tractus*	1.42	2.08	3.50
22	*L. mahogoni*	0.71	2.08	2.79
23	*H. plumierii*	0.53	2.08	2.62
24	*B. rufus*	0.53	2.08	2.62
25	*C. rostrata*	0.35	2.08	2.44
26	*H. macrostomum*	0.18	2.08	2.26
27	*O. chrysurus*	0.18	2.08	2.26
28	*M. chrysurus*	0.18	2.08	2.26
	S= 28	**100**	**100**	**200**



Figura 135. Gráfico del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) de peces del sitio Barrera Centro. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

En las siguientes imágenes se observan algunas especies de peces registradas en el sitio:



Abudefduf saxatilis	*Lactophrys triqueter*

Figura 136. Imágenes de algunas especies de peces registradas en el sitio Barrera Centro.

- ***Barrera Sur***

La Barrera Sur es un sitio con poca cobertura coralina y se encontró con variedad de vegetación marina. Solamente se encontraron colonias aisladas de mayor tamaño de diferentes especies de corales. En las siguientes imágenes se muestran los alrededores y características de este sitio (Figura 137).

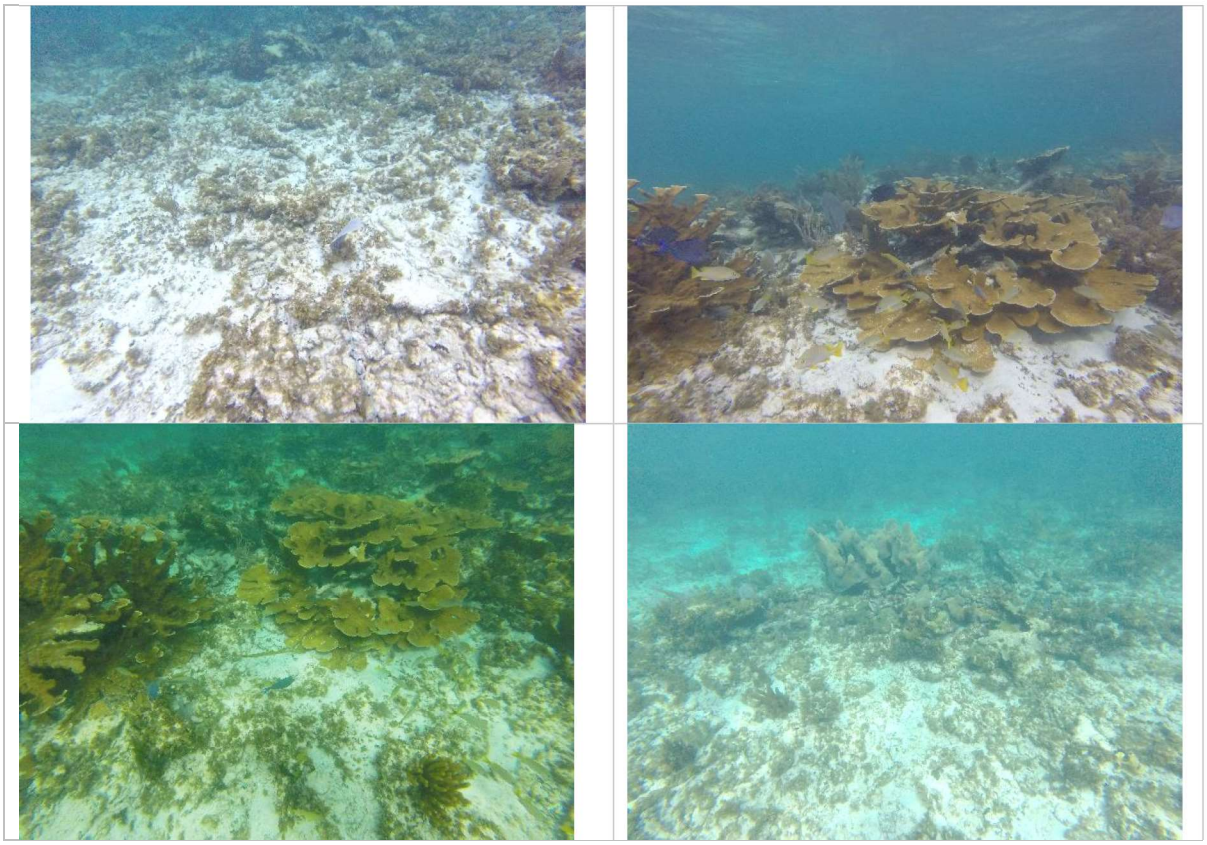


Figura 137. Imágenes del sitio Barrera Sur.

Vegetación marina

Riqueza de especies

En este sitio se registraron 23 especies de vegetación marina entre pastos marinos y algas. En el cuadro 70 se enlistan las especies registradas en el sitio, siendo las algas Phaeophytas con mayor número de especies registradas.

Cuadro 70. Lista de especies de vegetación marina en el sitio Barrera Sur.

División	Nombre científico
Magnoliophyta	*Syringodium filiforme*
	Thalassia testudinum
Clorophyta	*Halimeda discoidea*
	Halimeda incrassata
	Halimeda opuntia
	Neomeris sp.
	Rhipocephalus phoenix
	Udotea cyathiformis
	Udotea flabellum
Phaeophyta	*Padina boergesenii*
	Sargassum hystrix
	Sargassum polyceratium
	Turbinaria tricostata
	Dictyota caribaea
	Dictyota cervicornis
	Dictyota divaricata
	Dictyota humifusa
Rhodophyta	*Amphiroa rigida*
	Ceramiales-gelidiales
	Jania adhaerens
	Laurencia intricata
	Lithophyllum sp
	Peyssonnelia sp
	S=23

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 23 especies de vegetación mariana registradas entre algas y pastos marinos, ***Dictyota humifusa*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia y cobertura; en segundo lugar, encontramos a la especie ***Sargassum polyceratium*** y tercer lugar a ***Turbinaria tricostata*** (Cuadro 71 y Figura 138).

Cuadro 71. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de la vegetación marina en el sitio de Barrera Sur. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre científico	Cor	Fr	IVI
1	*Dictyota humifusa*	24.93	15.05	39.99
2	*Sargassum polyceratium*	9.92	10.75	20.67
3	*Turbinaria tricostata*	8.04	7.53	15.57
4	*Halimeda opuntia*	7.51	7.53	15.03
5	*Dictyota divaricata*	8.85	5.38	14.22
6	*Rhipocephalus phoenix*	4.83	7.53	12.35
7	*Halimeda discoidea*	5.36	5.38	10.74
8	*Lithophyllum sp*	4.83	5.38	10.20
9	*Thalassia testudinum*	4.96	2.15	7.11
10	Laurencia intricata	3.49	3.23	6.71
11	*Ceramiales-gelidiales*	5.36	1.08	6.44
12	*Amphiroa rigida*	1.88	4.30	6.18
13	*Jania adhaerens*	1.61	4.30	5.91
14	*Peyssonnelia sp*	0.67	4.30	4.97
15	*Dictyota cervicornis*	1.61	3.23	4.83
16	*Sargassum hystrix*	1.61	3.23	4.83
17	*Dictyota caribaea*	1.61	2.15	3.76
18	*Padina boergesenii*	0.80	2.15	2.95
19	*Udotea cyathiformis*	1.07	1.08	2.15
20	*Halimeda incrassata*	0.54	1.08	1.61
21	*Udotea flabellum*	0.27	1.08	1.34
22	*Neomeris sp*	0.13	1.08	1.21
23	Syringodium filiforme	0.13	1.08	1.21
	S=23	100	100	200

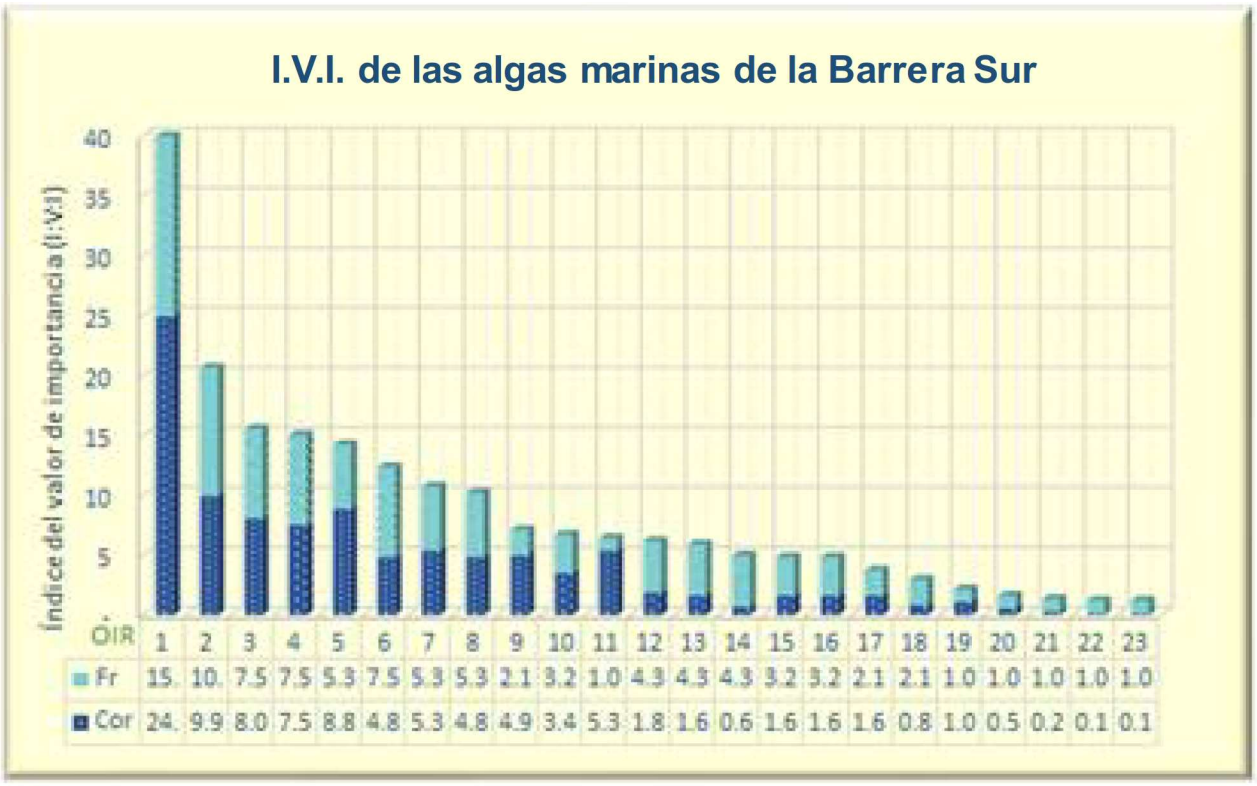


Figura 138. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de vegetación marina del sitio Barrera Sur. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Corales duros

Riqueza específica y Abundancia

Se registraron 9 especies de corales entre los cuales una especie es de coral de fuego (*Millepora complanata*), el resto corresponden a especies de corales escleractinios o duros. El coral de fuego fue el más abundante en el sitio con 17 registros, seguido de *Porites astreoides* con 12 registros (Cuadro 72).

En el sitio se registró la presencia de la especie de coral *Acropora palmata*. Como se mencionó anteriormente esta especie se encuentra en la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de protección especial (Pr).

Cuadro 72. Lista de corales duros y coral de fuego registrados en la Barrera Sur. $^{\Delta}$ Especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Coral de fuego.

Nombre científico	Número
Siderastrea radians	1
Pseudodiploria strigosa	2
Siderastrea siderea	10
Porites astreoides	12
Dendrogyra cylindrus	1
Acropora palmata $^{\Delta}$	7

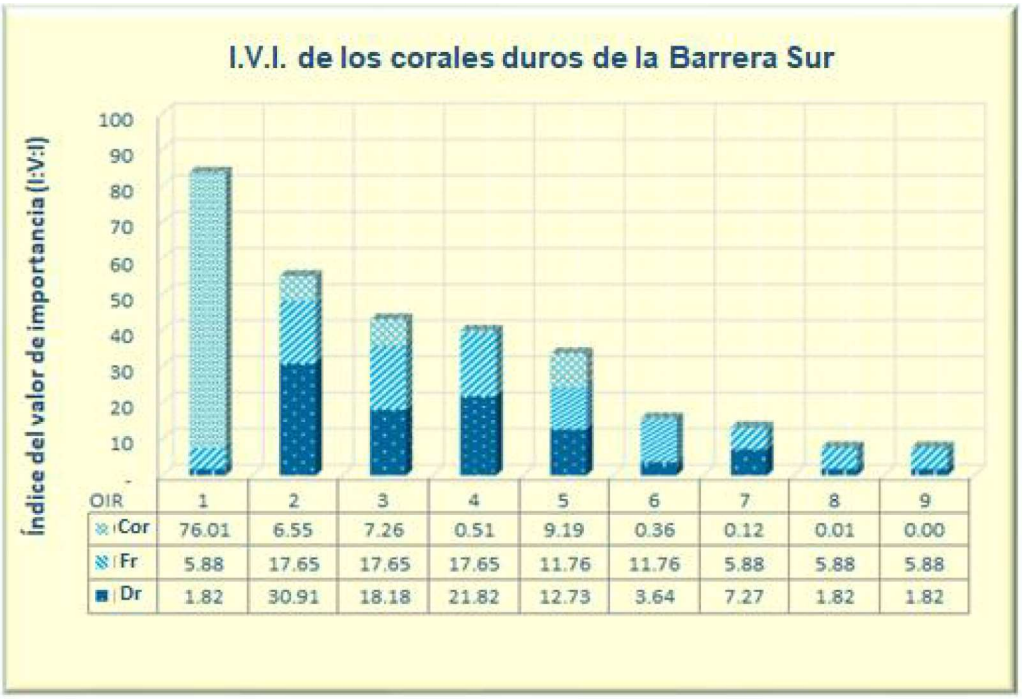
Nombre científico	Número
Porites porites	1
Porites divaricata	4
Millepora complanata *	17
S=9	**55**

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 9 especies de corales escleratinios registradas en el sitio (Barrera Sur) ***Dendrogyra cylindrus*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia, en segundo lugar, el coral de fuego ***M. complanata*** y, en tercer lugar ***S. siderea*** (Cuadro 73 y Figura 139).

Cuadro 73. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de los corales escleractinios del sitio Barrera Sur. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).**¡Error! Vínculo no válido.**

OIR	Nombre científico	DR	FR	COR	IVI
1	*Dendrogyra cylindrus*	1.82	5.88	76.01	83.71
2	*Millepora complanata*	30.91	17.65	6.55	55.10
3	*Siderastrea siderea*	18.18	17.65	7.26	43.09
4	*Porites astreoides*	21.82	17.65	0.51	39.98
5	*Acropora palmata*	12.73	11.76	9.19	33.68
6	*Pseudodiploria strigosa*	3.64	11.76	0.36	15.76
7	*Porites divaricata*	7.27	5.88	0.12	13.27
8	*Porites porites*	1.82	5.88	0.01	7.71
9	*Siderastrea radians*	1.82	5.88	0.00	7.70
	S= 9	100	100	100	300



OIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cor	76.01	6.55	7.26	0.51	9.19	0.36	0.12	0.01	0.00
Fr	5.88	17.65	17.65	17.65	11.76	11.76	5.88	5.88	5.88
Dr	1.82	30.91	18.18	21.82	12.73	3.64	7.27	1.82	1.82

Figura 139. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I) de las especies de corales escleractinios de la Barrera Sur. Dr (densidad relativa), Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Mortalidad parcial

En este sitio se registraron 55 colonias coralinas de 9 especies, de las cuales tres colonias se registraron con mortalidad parcial, las especies fueron *S. radians, P. strigosa* y *A. palmata*. Todas las demás colonias coralinas estaban en un buen estado, sin embargo, se observó que algunas presentaban síntomas de blanqueamiento poco severo y palidez, pero sin tejido muerto.

En la figura 140 se puede observar que es mayor el número de colonias sanas de cada una de las especies de corales registradas en el sitio. Se registró un 5.45% de las colonias con mortalidad parcial de las 55 colonias registradas en la Barrera Sur.

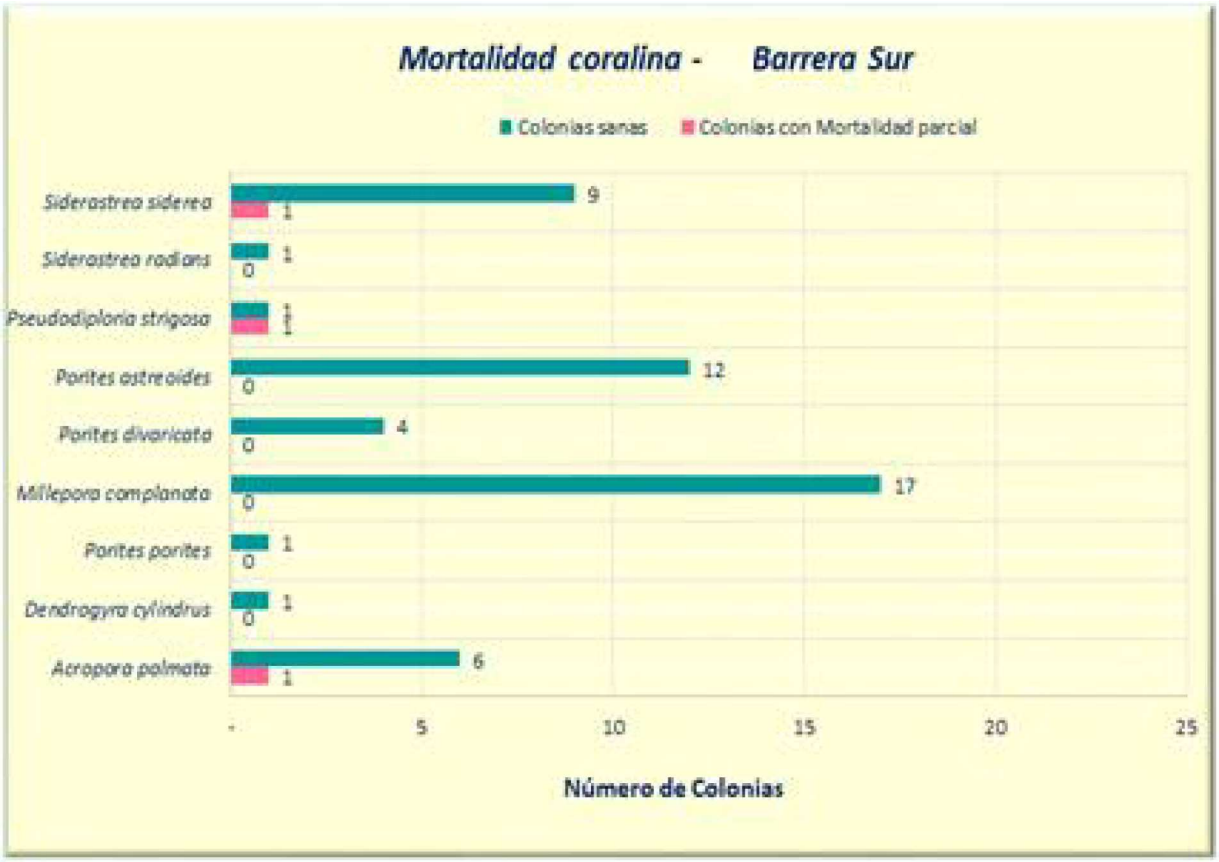


Figura 140**.** Gráfico del número de colonias sanas *vs* número de colonias con mortalidad parcial registradas en la Barrera Sur.

Corales blandos

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 30 colonias de 7 especies de hidrocorales (corales blandos). La especie más abundante fue *Gorgonia sp.* con 9 registros, seguida de *Briareum asbestinum* con 8 registros (Cuadro 74).

Cuadro 74**.** Lista de hidrocorales registrados en la Barrera Sur.

Nombre científico	Número
Briareum asbestinum	8
Plexaurella nutans	3
Plexaura homomalla	1
Pseudopterogorgia americana	2
Pterogorgia guadalupensis	5
Gorgonia sp.	9
Plexaura flexuosa	2
S=7	**30**

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En el registro realizado en agosto, se encontraron 7 especies para el sitio. De las cuales *P. guadalupensis* fue la especie con mayor índice de valor de importancia y cobertura, seguido de *Gorgonia sp.* y de *B. asbestinum* (Cuadro 75 y Figura 141).

Cuadro 75. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de los corales escleractinios del sitio Barrera Sur. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	Cor	IVI
1	*Pterogorgia guadalupensis*	16.67	16.67	77.07	110.40
2	*Gorgonia sp.*	30	25	0.45	55.45
3	*Briareum asbestinum*	26.67	8.33	18.49	53.49
4	*Pseudopterogorgia americana*	6.67	16.67	1.52	24.86
5	*Plexaura flexuosa*	6.67	16.67	0.16	23.49
6	*Plexaurella nutans*	10	8.33	1.88	20.22
7	*Plexaura homomalla*	3.33	8.33	0.42	12.09
	S= 7	100	100	100	300

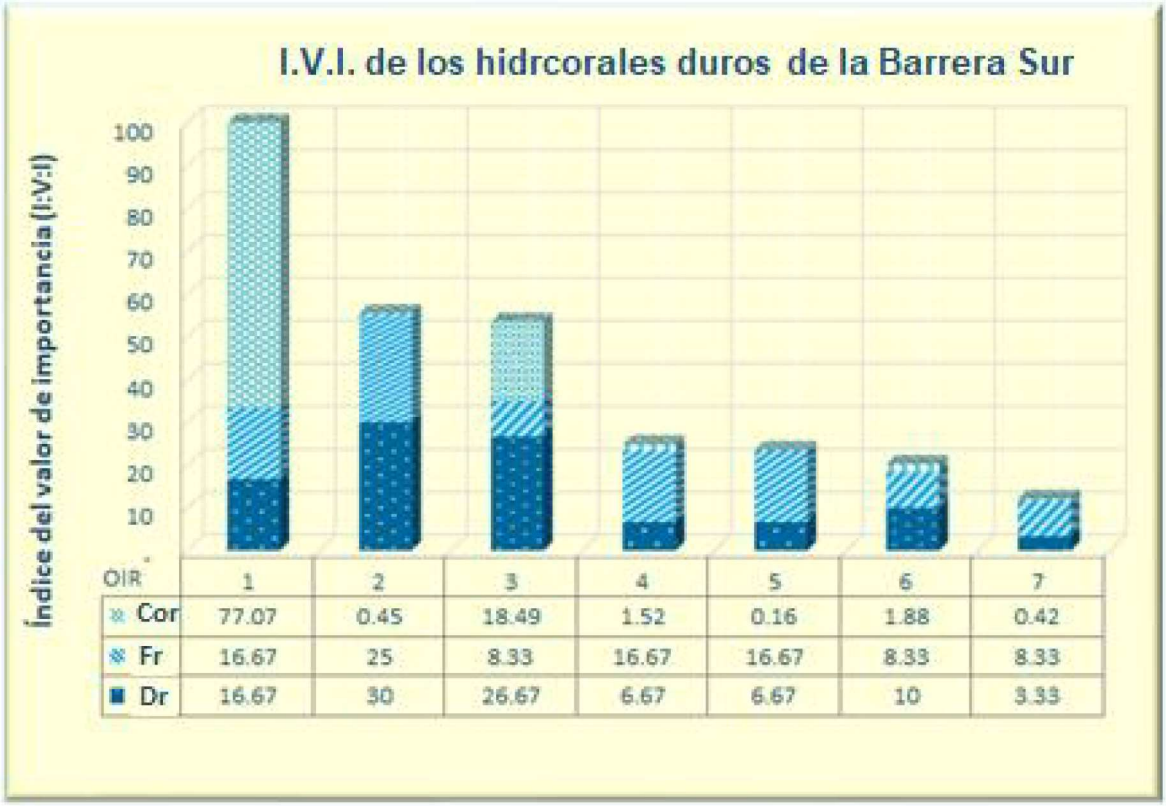


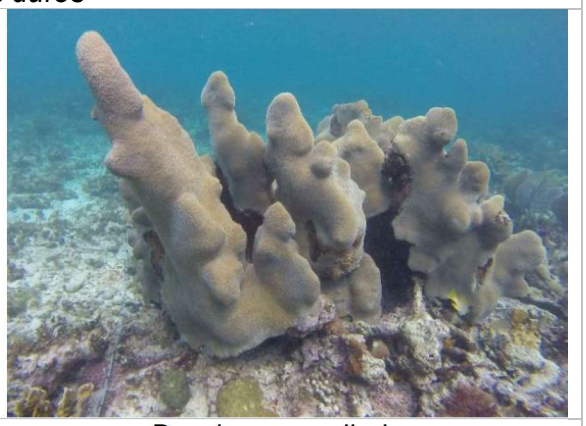
Figura 141. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de hidrocorales del monitoreo de agosto en el sitio de la Barrera Sur. Dr (densidad relativa); Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

En las imágenes se observan algunas especies de corales (duros y blandos) del sitio Barrera Sur.

Corales duros



Acropora palmata



Dendrogyra cylindrus

Corales blandos



Gorgonia sp.



Plexaura sp.

Figura 142. Imágenes de corales duros y blandos del sitio Barrera Sur.

Peces

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 239 individuos de 24 especies de peces. Entre las cuales *Lutjanus analis* (32 indv), *Scarus iseri* (29 indv) y *Stegastes partitus* (27 indv) fueron las especies con mayor número de registros (Cuadro 76).

Cuadro 76. Lista de especies de peces registrados en el sitio Barrera Sur.

Nombre científico	Número de individuos
Abudefduf saxatilis	4
Acanthurus bahianus	6
Acanthurus coeruleus	19
Balistes vetula	1
Caranx ruber	5

Nombre científico	Número de individuos
Carangoides bartholomaei	1
Haemulon carbonarium	2
Haemulon flavolineatum	6
Haemulon plumieri	25
Haemulon sciurus	17
Halichoeres bivittatus	21
Halichoeres garnoti	2
Halichoeres radiatus	2
Lutjanus analis	32
Ocyurus chrysurus	2
Pomacanthus paru	1
Scarus iseri	29
Sparisoma atomarium	1
Stegastes variabilis	2
Sparisoma aurofrenatum	14
Sparisoma rubripinne	1
Sparisoma viride	2
Stegastes partitus	27
Thalassoma bifasciatum	17
S=24	239

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 24 especies de peces registradas en el sitio, el pez ***S. iseri*** fue la especie con el mayor índice de valor de importancia con 19.28 del IVI, seguido del pez ***S. partitus*** con 18.44 del IVI, y en tercer lugar ***H. bivittatus*** con 15.93 del IVI (Cuadro 77 y Figura 143).

Cuadro 77. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de los peces del sitio de la Barrera Sur. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
1	*Scarus iseri*	12.13	7.14	**19.28**
2	*Stegastes partitus*	11.30	7.14	**18.44**
3	*Halichoeres bivittatus*	8.79	7.14	**15.93**
4	*Lutjanus analis*	13.39	2.38	15.77
5	*Acanthurus coeruleus*	7.95	7.14	15.09
6	*Sparisoma aurofrenatum*	5.86	7.14	13.00
7	*Haemulon plumieri*	10.46	2.38	12.84
8	*Haemulon sciurus*	7.11	4.76	11.87
9	*Thalassoma bifasciatum*	7.11	4.76	11.87
10	*Acanthurus bahianus*	2.51	7.14	9.65
11	*Haemulon flavolineatum*	2.51	7.14	9.65

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
12	*Halichoeres garnot*	0.84	4.76	5.60
13	*Sparisoma viride*	0.84	4.76	5.60
14	*Caranx ruber*	2.09	2.38	4.47
15	*Abudefduf saxatilis*	1.67	2.38	4.05
16	*Haemulon carbonarium*	0.84	2.38	3.22
17	*Halichoeres radiatus*	0.84	2.38	3.22
18	*Ocyurus chrysurus*	0.84	2.38	3.22
19	*Stegastes variabilis*	0.84	2.38	3.22
20	*Balistes vetula*	0.42	2.38	2.80
21	*Carangoides bartholomaei*	0.42	2.38	2.80
22	*Pomacanthus paru*	0.42	2.38	2.80
23	*Sparisoma atomarium*	0.42	2.38	2.80
24	*Sparisoma rubripinne*	0.42	2.38	2.80
	S=24	**100**	**100**	**200**

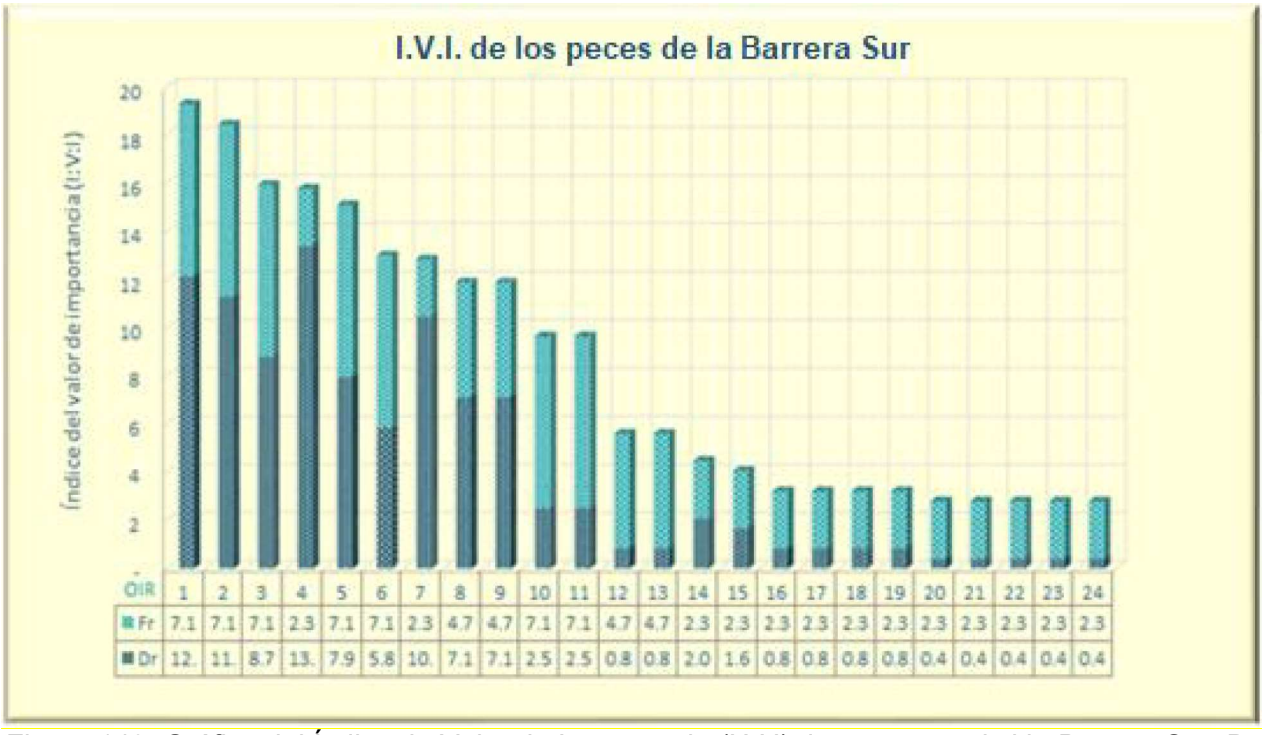


Figura 143. Gráfico del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de peces en el sitio Barrera Sur. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

En las siguientes imágenes se observan algunas especies de peces registradas en el sitio.



A. *coeruleus, L. apodus y Bodianus rufus*



A. coeruleus, L. apodus y Bodianus rufus

Figura 144. Imágenes de las algunas especies de peces registradas en el sitio Barrera Sur.

Piso Lagunar o Laguna arrecifal

La zona denominada piso lagunar o laguna arrecifal comprende desde el borde oeste del arrecife posterior hasta la línea de costa. Dicha zona ocupa un área de 422.263 ha. Considerando la extensión y la cobertura bentónica de la zona se dividió en tres secciones para el muestreo y análisis de los datos.

En la siguiente imagen se muestra la división que se consideró de la zona: La primera sección del piso lagunar comprende la línea de costa hasta aproximadamente 500 m (área sombreada de color amarillo); la segunda sección comprende desde el límite este de la primera sección hasta borde oeste del arrecife posterior (área sombreada de color rojo). Además, se encuentran los “blanquizales” como zonas diferentes dentro de la laguna arrecifal (Figura 145).

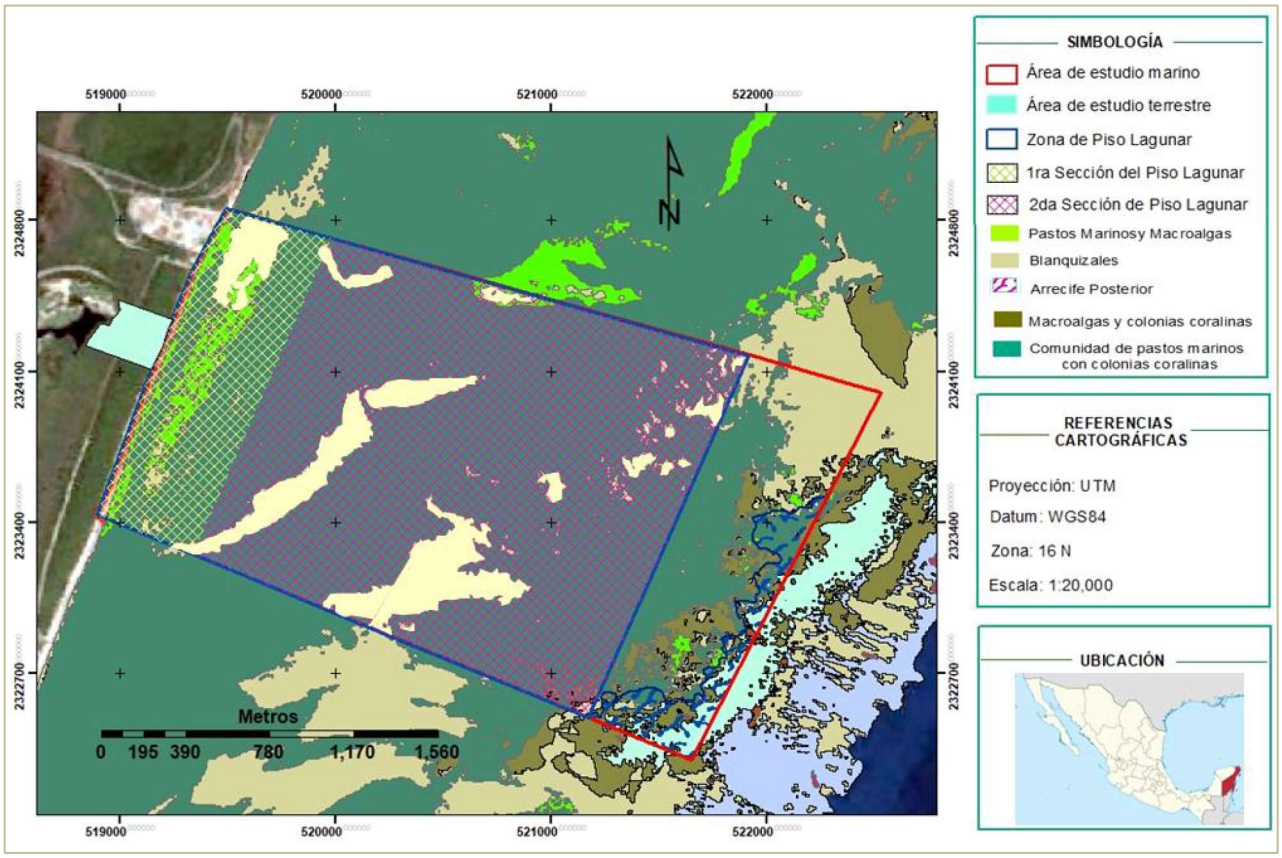


Figura 145. Ubicación de la primera, segunda sección y blanquizales en la laguna arrecifal del área de estudio.

- ***Primera sección de la Laguna Arrecifal***

La primera sección de la laguna arrecifal es un sitio que está cubierto por pastos marinos y muy pocas macroalgas. En esta se encuentran montículos de arena realizados principalmente por gusanos tubícolas y peces del grupo de los góbidos. La profundidad va de 0.5 a 2.5 m aproximadamente. En la siguiente figura se muestran los alrededores de este sitio.





Figura 146. Imágenes del sitio de la primera sección de la laguna arrecifal del área de estudio.

Vegetación marina

Riqueza de especies

En la siguiente tabla se enlistan las especies de vegetación marina que se registraron durante el monitoreo del sitio (Cuadro 78). Siendo solo cuatro especies registradas en esta sección.

Cuadro 78. Lista de especies de vegetación marina presente en la 1ra sección de la laguna arrecifal.

División	Nombre Científico
Chlorophyta	*Penicillus capitatus*
	Rhipocephalus oblongus
Magnoliophyta	*Syringodium filiforme*
	Thalassia testudinum

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las cuatro especies de vegetación marina registradas en esta zona, ***Thalassia testudinum*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia y cobertura. En segundo lugar, se encuentra ***Syringodium filiforme,*** siendo ambos pastos marinos. En tercer y cuarto lugar se encuentran las algas Chlorophytas *Penicillus capitatus* y *Rhipocephalus oblongus* (Cuadro 79 y Figura 147).

Cuadro 79. Índice de valor de importancia (I.V.I.) para vegetación marina de la primera sección de la laguna arrecifal. Cor (cobertura relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Nombre Científico	Cor	Fr	IVI
1	*Thalassia testudinum*	94.42	52.17	146.59
2	*Syringodium filiforme*	5.26	34.78	40.05
3	*Penicillus capitatus*	0.20	8.69	8.90
4	*Rhipocephalus oblongus*	0.10	4.34	4.45
	S= 4	100	100	200

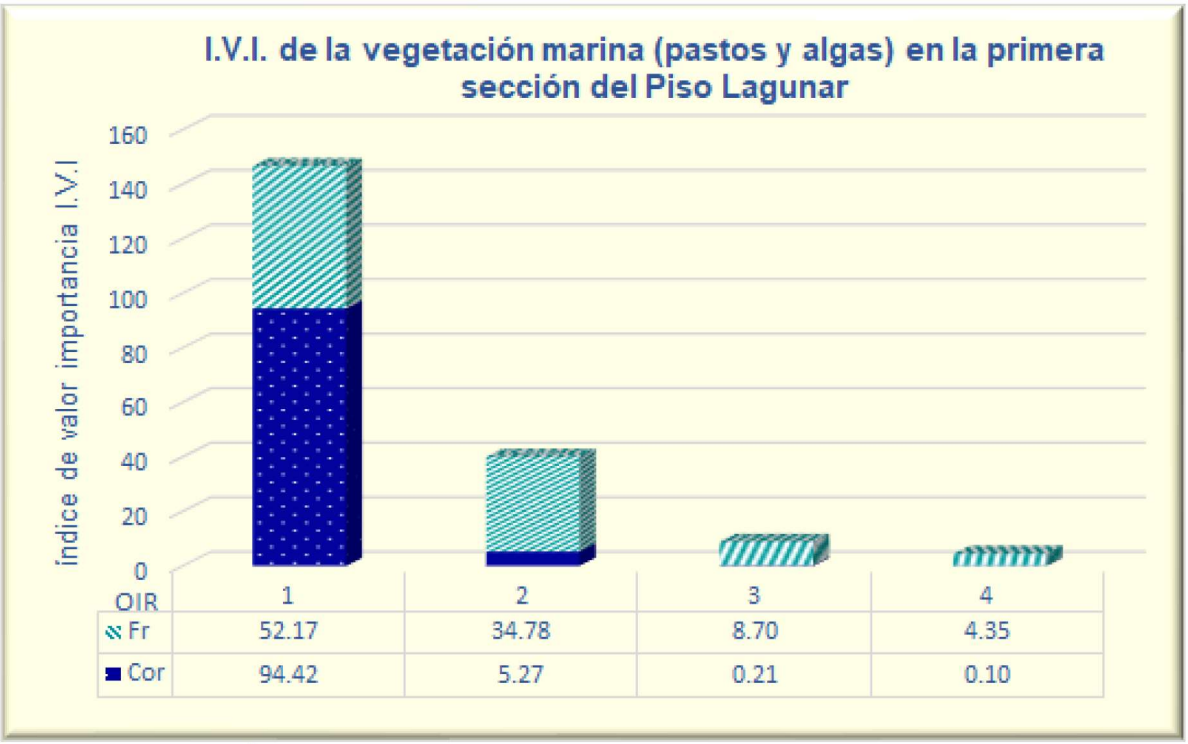


Figura 147. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de vegetación marina del sitio de la primera sección de la laguna arrecifal. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Bentos

En este sitio solo hubo registro de una esponja *Tedania sp.,* organismo que se observó tanto en la prospección como en el muestreo de toda el área del Piso Lagunar (figura 39).



Esponja en cuadrante

Figura 148. Imagen del bentos registrado en el sitio 1ra sección de la laguna arrecifal en el área de estudio.

Peces

Riqueza específica y Abundancia

En esta sección se registraron solo 6 individuos de dos especies de peces, de las cuales *Halichoeres bivittatus* fue la especie con mayor número de individuos registrados (4 individuos), seguido de la especie *Scarus iseri* con dos registros (Cuadro 80). Todos los individuos registrados fueron juveniles.

Cuadro 80. Lista de peces registrados en la primera sección de la laguna arrecifal.

Nombre Científico	Número de individuos
Halichoeres bivittatus	4
Scarus iseri	2
S=2	**6**

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las dos especies registradas en el sitio, *H. bivittatus* fue la especie con el mayor índice de valor de importancia seguido *S. iseri* (Cuadro 81 y Figura 149).

Cuadro 81. Índice de valor de importancia (I.V.I.) para peces de la primera sección de la laguna arrecifal. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).**¡Error! Vínculo no válido.**

OIR	Nombre Científico	Dr	Fr	IVI
1	*Halichoeres bivittatus*	66.67	50	116.67
2	*Scarus iseri*	33.33	50	83.33
	S= 2	100	100	200

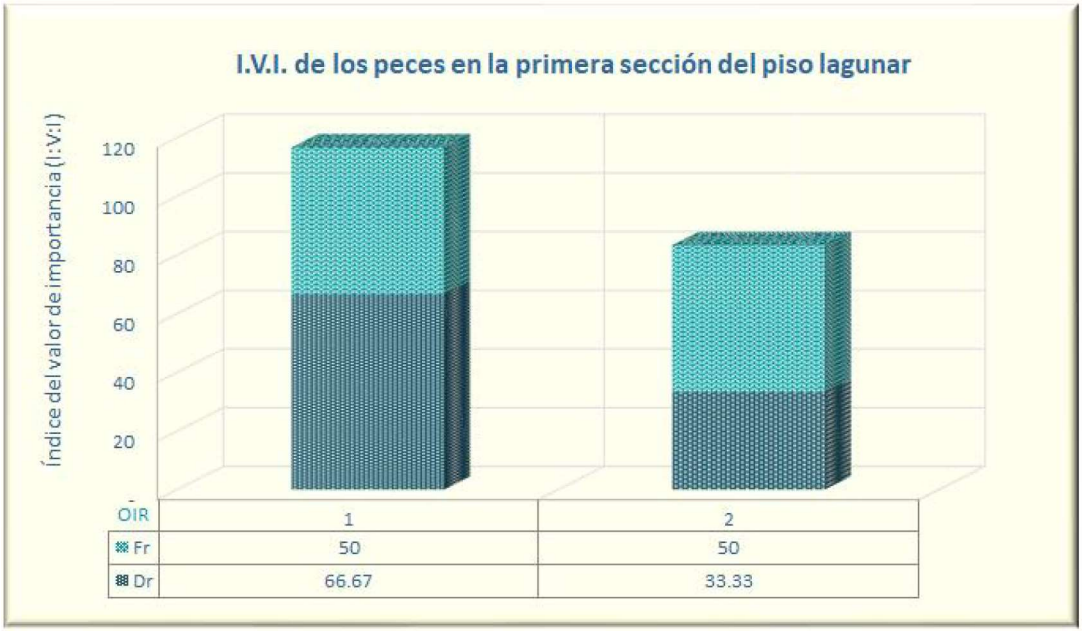


Figura 149. Gráfico del Índice de valor de Importancia (I.V.I.) de peces de la primera sección del Piso Lagunar. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

- ***Segunda sección de la Laguna Arrecifal.***

La segunda sección de la laguna arrecifal, es un sitio dominado por pastos marinos y macroalgas. La extensión de esta sección es mucho mayor que la primera sección, con un área de 341.8215 ha. En las siguientes imágenes se muestran los alrededores y características de este sitio (Figura 150).







Figura 150. Imágenes de la segunda sección de la laguna arrecifal del área de estudio.

Vegetación marina

Riqueza de especies

En esta sección de la laguna, se registraron 18 especies de vegetación marina. De estas las algas Chlorophytas fueron las que tuvieron mayor número de especies (S=14; 77.7 %), seguidas de los pastos marinos (Magnoliophyta) con dos especies registradas (11.1%). Ver Cuadro 82 y Figura 151.

Cuadro 82. Lista de especies de vegetación marina en la segunda sección de la laguna arrecifal.

División	Nombre Científico
Chlorophyta	*Acetabularia sp*
	Avrainvillea longicaulis
	Avrainvillea nigricans
	Caulerpa paspaloides
	Caulerpa prolifera
	Halimeda incrassata
	Penicillus capitatus
	Penicillus dumetosus
	Penicillus pyriformis
	Rhipocephalus oblongus

División	Nombre Científico
	Rhipocephalus phoenix
	Udotea cyathiformis
	Udotea flabellum
	Valonia ventricosa
Rhodophyta	*Wrangelia argus*
Phaeophyta	*Padina sp*
Magnoliophyta	*Syringodium filiforme*
	Thalassia testudinum

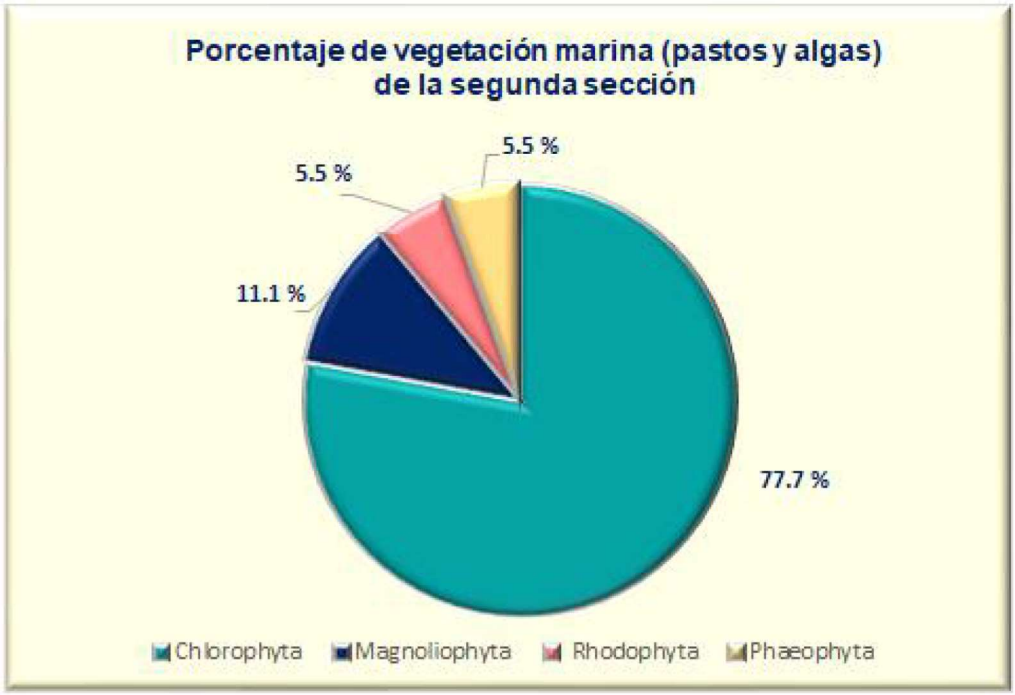


Figura 151. Gráfico del porcentaje de vegetación marina (pastos y algas) de la segunda sección del Piso Lagunar.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 18 especies de vegetación marina registradas entre algas y pastos marinos, ***Thalassia testudinum*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia ya que tuvo la mayor cobertura y frecuencia. En segundo lugar, se encontró el alga ***Halimeda incrassata***, seguida en importancia del pasto marino ***Syringodium filiforme*** (Cuadro 83 y Figura 152).

Cuadro 83. Índice de valor de importancia (I.V.I) de vegetación marina de la segunda sección de la laguna arrecifal, Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre Científico	Cor	Fr	IVI
1	*Thalassia testudinum*	**61.59**	**17.19**	**78.79**
2	*Halimeda incrassata*	**16.31**	**14.74**	**31.04**
3	*Syringodium filiforme*	6.47	12.28	18.76

OIR	Nombre Científico	Cor	Fr	IVI
4	*Padina sp*	5.72	6.32	12.03
5	*Rhipocephalus phoenix*	1.78	8.77	10.55
6	*Penicillus pyriformis*	1.57	7.72	9.29
7	*Avrainvillea longicaulis*	1.66	7.37	9.03
8	*Penicillus capitatus*	1.01	7.02	8.03
9	*Rhipocephalus oblongus*	0.61	6.32	6.93
10	*Udotea cyathiformis*	0.42	3.16	3.58
11	*Avrainvillea nigricans*	0.54	2.46	3.00
12	*Udotea flabellum*	0.68	2.11	2.79
13	*Caulerpa paspaloides*	0.77	1.75	2.53
14	*Caulerpa prolifera*	0.45	1.05	1.51
15	*Wrangelia argus*	0.27	0.70	0.97
16	*Acetabularia sp.*	0.07	0.35	0.42
17	*Penicillus dumetosus*	0.05	0.35	0.40
18	*Valonia ventricosa*	0.02	0.35	0.37
	S= 18	**100**	**100**	**200**

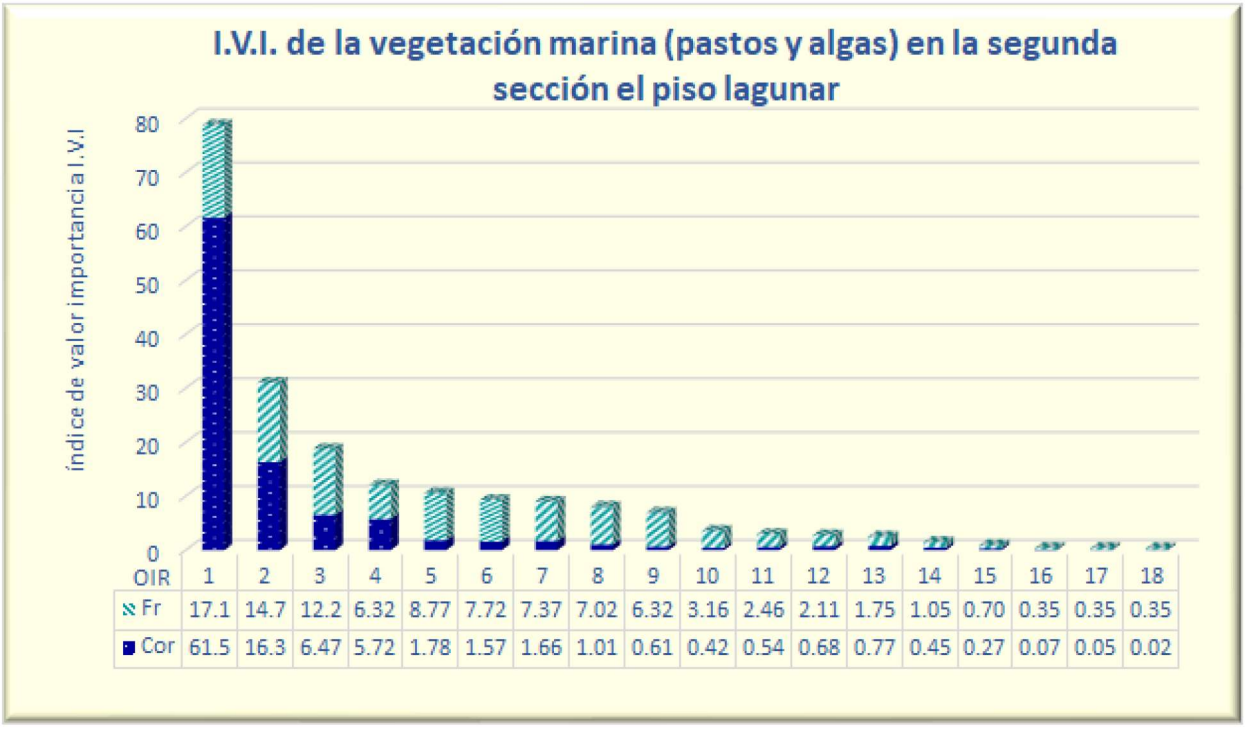


Figura 152. Gráfico del Índice de valor de importancia (IVI) de la vegetación marina de la segunda sección de la laguna arrecifal, Fr- Frecuencia relativa, Cor- Cobertura relativa.

Bentos

Riqueza específica y Abundancia

Se registraron 10 especies bentónicas, entre las cuales la mayoría de las especies son esponjas de mar (Porífera), seguido de algunos corales (Cnidarios) y una especie de molusco (Cuadro 84).

Cuadro 84. Lista de especies bentónicas en la segunda sección de la laguna arrecifal.

FILO	Nombre Científico
Porifera	*Tedania sp.*
	Chondrosia sp.
	Cliona sp.
	Cliona sp 2
	Axinyssa sp.
	Amphimedon sp.
Cnidarios	*Isophyllia sp.*
	Solenastrea bournoni
	Antillogorgia sp.
Molusco	*Lobatus gigas*
3	S= 10

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 10 especies registradas, la esponja *Chondrosia sp.* fue la especie con mayor índice de valor de importancia, ya que presentó la mayor cobertura y frecuencia relativa, seguida de *Chondrosia sp.,* y el tercer lugar *Cliona sp 1* (Cuadro 85 y Figura 153).

Cuadro 85. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de bentos en la segunda sección del Piso Lagunar, Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

OIR	Nombre Científico	Cor	Fr	IVI
1	*Chondrosia sp.*	**50.56**	**26.47**	**77.03**
2	*Chondrosia sp.*	**16.31**	**20.59**	**36.90**
3	*Cliona sp 1.*	**10.56**	**17.65**	**28.21**
4	*Antillogorgia sp.*	10.67	2.94	13.61
5	*Axinyssa sp.*	1.23	8.82	10.05
6	*Lobatus gigas*	6.15	2.94	9.10
7	*Isophyllia sp.*	1.85	5.88	7.73
8	*Amphimedon sp.*	1.23	5.88	7.11
9	*Solenastrea bournoni*	0.51	5.88	6.40
10	*Cliona sp 2.*	0.92	2.94	3.86
	S=10	**100**	**100**	**200**

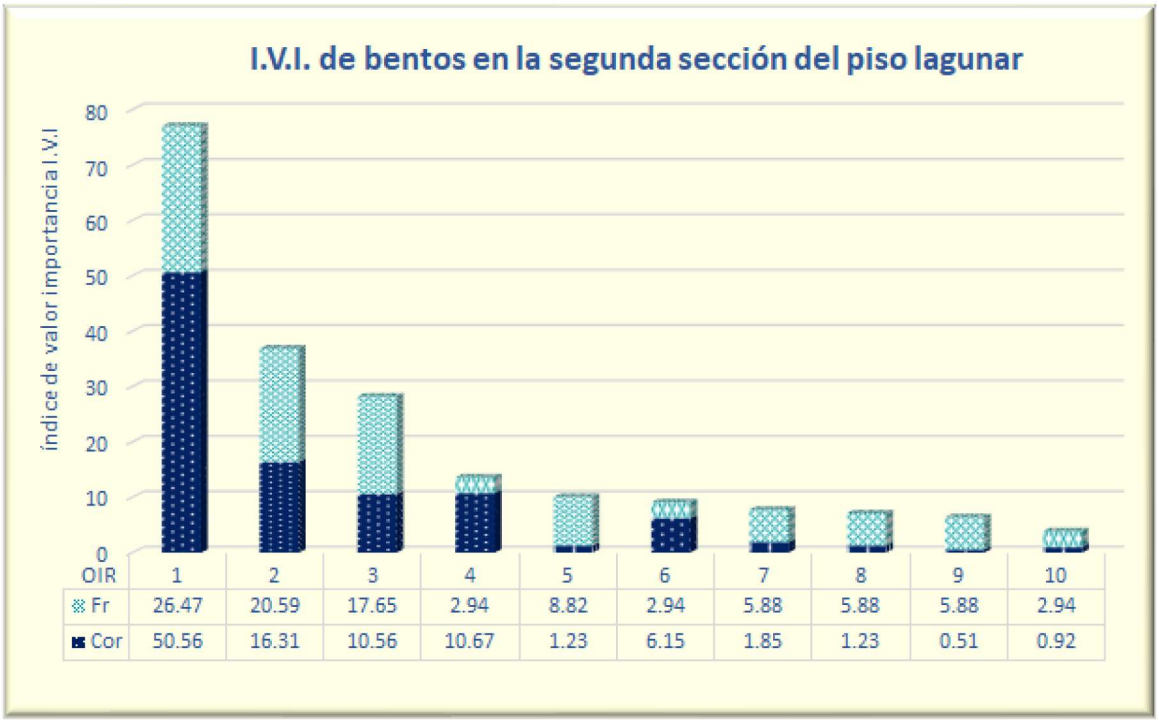


Figura 153. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies bentónicas de la segunda sección del piso lagunar. Fr (frecuencia relativa) y Cor (cobertura relativa).

Peces

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 38 individuos de 10 especies de peces. Entre las cuales ***H. bivittatus*** (12 indv), *C. ruber* (7 indv) y ***S. radians*** (5 indv) fueron las especies con mayor número de registros (Cuadro 86).

Cuadro 86. Lista de especies de peces registrados en la segunda sección del Piso Lagunar.

Nombre Científico	Número de individuos
Acanthurus bahianus	4
Ballistes vetula	1
Carangoides bartholomaei	1
Caranx ruber	**7**
Equetus acuminatus	2
Halichoeres bivittatus	**12**
Halichoeres poeyi	1
Scarus iseri	1
Sparisoma radians	**5**
Xyrichtys splendens	4
Sp=10	**38**

De los 38 individuos registrados en el sitio el 74.5 % eran juveniles y el resto se encuentran en etapa adulta (25.5%; Figura 154).



Figura 154. Gráfico del porcentaje de peces por estadio en la segunda sección del Piso Lagunar.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 10 especies de peces registradas en el sitio. ***H. bivittatus*** fue la especie con el mayor índice de valor de importancia con 51.31, seguido del pez ***X.splendens*** con 43.79, y en tercer lugar ***S. radians*** con 20.92 (Cuadro 87 y Figura 155).

Cuadro 87. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de peces de la segunda sección del piso lagunar. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
1	*Halichoeres bivittatus*	23.53	27.78	51.31
2	*Xyrichtys splendens*	21.57	22.22	43.79
3	*Sparisoma radians*	9.80	11.11	20.92
4	*Caranx ruber*	13.73	5.56	19.28
5	*Scarus iseri*	11.76	5.56	17.32
6	*Acanthurus bahianus*	7.84	5.56	13.40
7	*Equetus acuminatus*	3.92	5.56	9.48
8	*Halichoeres poeyi*	3.92	5.56	9.48
9	*Ballistes vetula*	1.96	5.56	7.52
10	*Carangoides bartholomaei*	1.96	5.56	7.52
	S=10	**100**	**100**	**200**



OIR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fr	27.78	22.22	11.11	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56	5.56
Dr	23.53	21.57	9.80	13.73	11.76	7.84	3.92	3.92	1.96	1.96

Figura 155. Gráfico del Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de peces de la segunda sección del piso Lagunar. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

- ***Blanquizales***

Los Blanquizales se distribuyen en todo el piso Lagunar rodeados por zonas de pastos y algas; son áreas donde la base es laja y por la topografía del sitio hay acumulación de arenas finas. Por lo que, en estos sitios se registró vegetación marina. En las siguientes imágenes se muestran los alrededores y características de este sitio (Figura 156).











Figura 156. Imágenes de los blanquizales del área de estudio.

Vegetación marina

Riqueza de especies

En estos sitios se registraron 23 especies de vegetación marina entre pastos marinos y algas. En el cuadro 88 se enlistan las especies registradas en el sitio, siendo las algas Chlorophytas con mayor número de especies registradas (15 spp).

Cuadro 88. Lista de especies de vegetación marina en los blanquizales del área de estudio.

División	Nombre científico
Chlorophyta	*Avrainvillea longicaulis*
	Avrainvillea nigricans
	Caulerpa racemosa
	Caulerpa paspaloides
	Halimeda incrassata
	Penicillus capitatus
	Penicillus sp.
	Penicillus dumetosus
	Penicillus pyriformis
	Rhipocephalus oblongus
	Rhipocephalus phoenix
	Udotea conglutinata
	Udotea cyathiformis
	Udotea flabellum
	Valonia ventricosa
Rhodophyta	*Wrangelia argus*
	Laurencia intricata
	Liagora megagyna
Phaeophyta	*Lobophora variegata*
	Padina sp.
Magnoliophyta	*Halodule wrightii*
	Syringodium filiforme
	Thalassia testudinum
4	***S=23***

De las 23 especies de vegetación marina las algas Chlorophytas representan el 65.21%, seguidas de los pastos marinos (Magnoliophytas) y de las algas Rhodophytas con un 13.04% cada una. Por último, con un 8.7% las algas Phaeophytas (Figura 157).

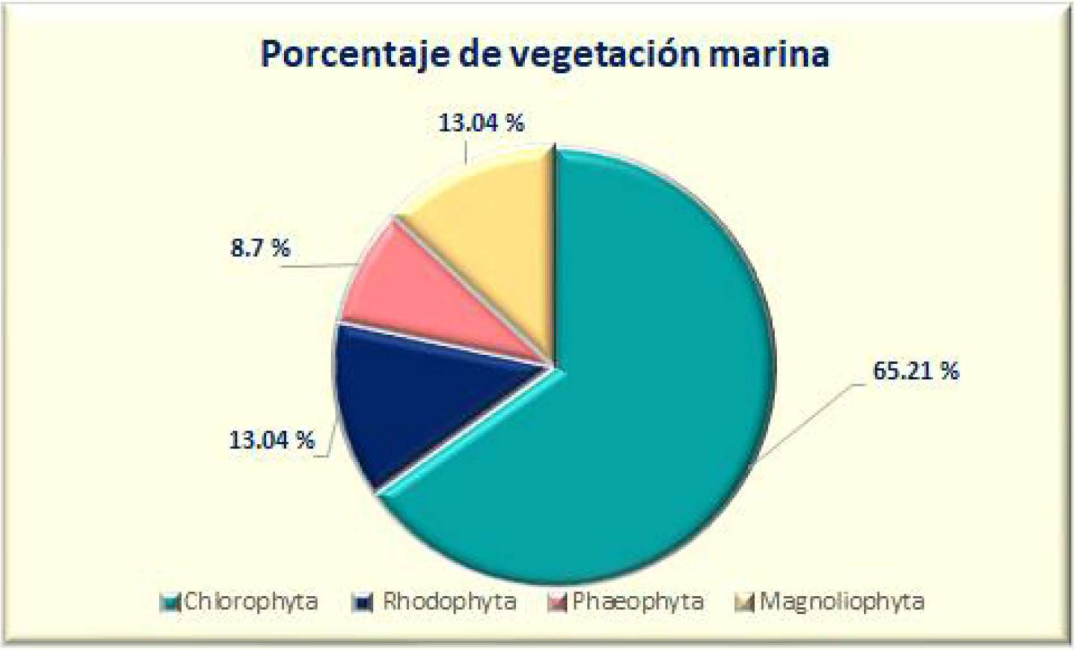


Figura 157. Gráfico del porcentaje de vegetación marina de los blanquizales en el área de estudio.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 23 especies de vegetación marina registradas entre algas y pastos marinos, ***Thalassia testudinum*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia; en segundo lugar, se encuentra la especie de ***Syringodium filiforme***, dicha especie presenta el mayor valor de cobertura y, en tercer lugar, a ***Halimeda incrassata*** (Cuadro 89 y Figura 158).

Cuadro 89. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de vegetación marina en los blanquizales. Cor (cobertura relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Nombre científico	Cor	Fr	IVI
1	*Thalassia testudinum*	**22.8**	14.8	**37.7**
2	*Syringodium filiforme*	**24.1**	8.8	**32.9**
3	*Halimeda incrassata*	13.2	**12.1**	**25.3**
4	*Avrainvillea nigricans*	8.3	8.8	17.1
5	*Padina sp.*	7.9	4.4	12.3
6	*Rhipocephalus phoenix*	3.5	8.2	11.8
7	*Caulerpa paspaloides*	6.6	4.4	11.0
8	*Halodule wrightii*	1.8	6.0	7.9
9	*Rhipocephalus oblongus*	2.4	4.9	7.4
10	*Penicillus sp.*	1.7	4.9	6.7
11	*Penicillus capitatus*	1.3	4.4	5.7
12	*Penicillus dumetosus*	1.0	3.3	4.3
13	*Avrainvillea longicaulis*	1.0	2.7	3.7

OIR	Nombre científico	Cor	Fr	IVI
14	*Udotea flabellum*	0.9	2.7	3.7
15	*Wrangelia argus*	0.7	2.2	2.9
16	*Penicillus pyriformis*	0.6	1.6	2.2
17	*Laurencia intricata*	0.5	1.6	2.1
18	*Lobophora variegata*	0.6	1.1	1.7
19	*Liagora megagyna*	0.6	0.5	1.1
20	*Udotea conglutinata*	0.4	0.5	0.9
21	*Caulerpa racemosa*	0.1	0.5	0.6
22	*Udotea cyathiformis*	0.0	0.5	0.6
23	*Valonia ventricosa*	0.0	0.5	0.6
	S= 23	**100**	**100**	**200**

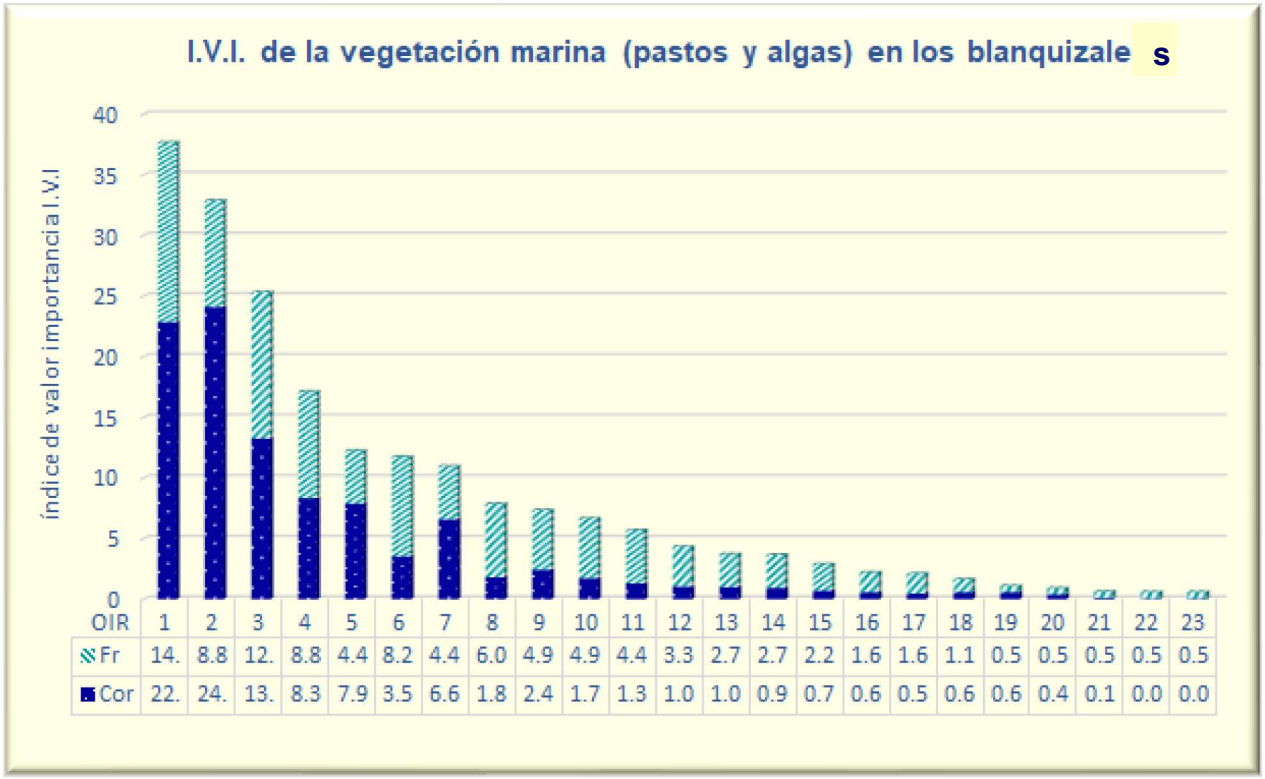


Figura 158. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies de vegetación marina de los blanquizales. Cor (cobertura relativa) y Fr (frecuencia relativa).

Bentos

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 4 especies bentónicas, dos especies de esponjas marinas (Porifera) y dos especies de corales (Cnidarios), uno de ellos recluta de un coral de fuego (Cuadro 90).

Cuadro 90. Lista de especies bentónicas registradas en los blanquizales del área de estudio.

Filo	Especie
Porifera	*Chondrosia sp.*
	Axinyssa sp.
Cnidarios	*Millepora sp.*
	Isophyllia sp.
2	**S= 4**

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 4 especies registradas en el sitio, la esponja ***Axinyssa sp.*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia. En segundo lugar, se encuentran las especies de coral ***Isophyllia sp.*** y *Millepora sp.* (Cuadro 91 y Figura 159).

Cuadro 91. Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies bentónicas de los blanquizales. Cor (cobertura relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Especie	Cor	Fr	IVI
1	*Axinyssa sp.*	45.28	40	**85.28**
2	*Isophyllia sp.*	18.87	20	**38.87**
3	*Millepora sp.*	18.87	20	**38.87**
4	*Chondrosia sp.*	16.98	20	36.98
	S=4	**100**	**100**	**200**

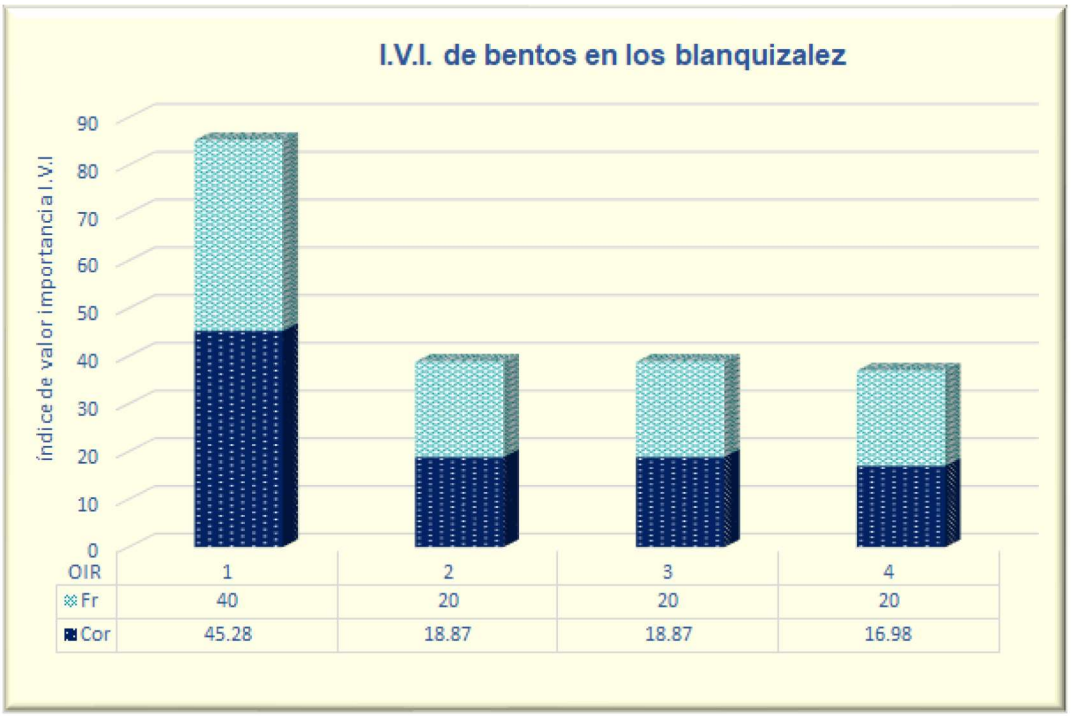


Figura 159. Gráfico del Índice de valor de importancia (I.V.I.) de las especies bentónicas de los blanquizales. Cor (cobertura relativa) y Fr (frecuencia relativa).

Peces

Riqueza específica y Abundancia

En este sitio se registraron 31 individuos de 10 especies de peces, entre las cuales ***H. bivittatus*** (14 indv), ***X.splendens*** (4 indv) y ***S. radians*** (4 indv) fueron las especies con mayor número de registros (Cuadro 92).

Cuadro 92. Lista de especies de peces registrados en los blanquizales.

Nombre científico	Número de individuos
Caranx ruber	1
Xyrichtus splendens	**4**
Halichoeres bivittatus	**14**
Carangoides bartholomaei	1
Abudefduf saxatilis	1
Acanthurus bahianus	2
Sphoeroides spengleri	1
Canthigaster rostrata	2
Lutjanus synagris	1
Sparisoma radians	**4**
S=10	**31**

De los 31 registros de peces el 80.6% fueron de peces juveniles y el resto de peces en etapa adulta (19.4%; Figura 160).

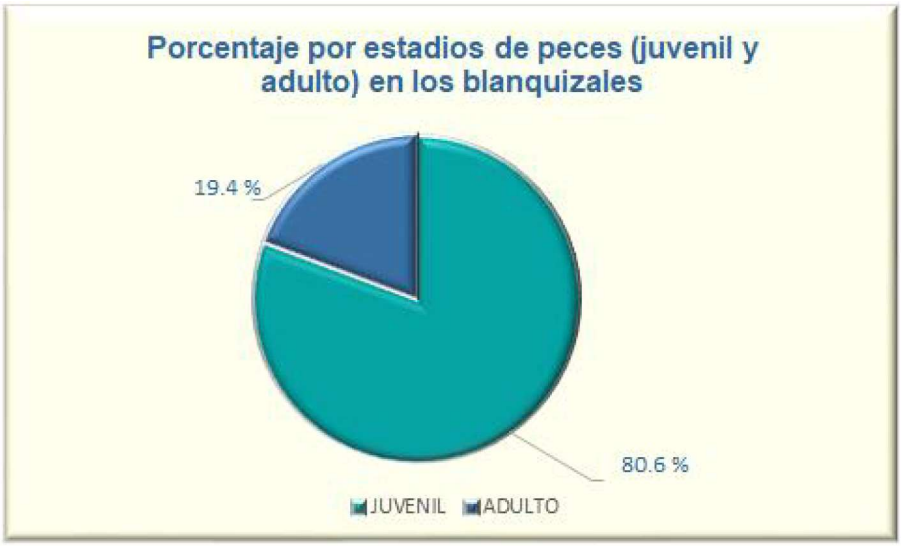


Figura 160. Gráfico del porcentaje de peces por estadio en los blanquizales.

Índice de Valor de Importancia (IVI)

De las 10 especies de peces registradas en el sitio, ***H. bivittatus*** fue la especie con mayor índice de valor de importancia de 72.94, seguido de ***X. splendens*** con 29.57, y en tercer lugar ***S. radians*** con 24.01 (Cuadro 93 y Figura 161).

Cuadro 93. Índice de valor de importancia (I.V.I.) para peces en los blanquizales. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

OIR	Nombre científico	Dr	Fr	IVI
1	*Halichoeres bivittatus*	45.16	27.78	72.94
2	*Xyrichtys splendens*	12.90	16.67	29.57
3	*Sparisoma radians*	12.90	11.11	24.01
4	*Canthigaster rostrata*	6.45	11.11	17.56
5	*Acanthurus bahianus*	6.45	5.56	12.01
6	*Caranx ruber*	3.23	5.56	8.78
7	*Carangoides bartholomaei*	3.23	5.56	8.78
8	*Abudefduf saxatilis*	3.23	5.56	8.78
9	*Sphoeroides spengleri*	3.23	5.56	8.78
10	*Lutjanus synagris*	3.23	5.56	8.78
	S= 10	**100**	**100**	**200**

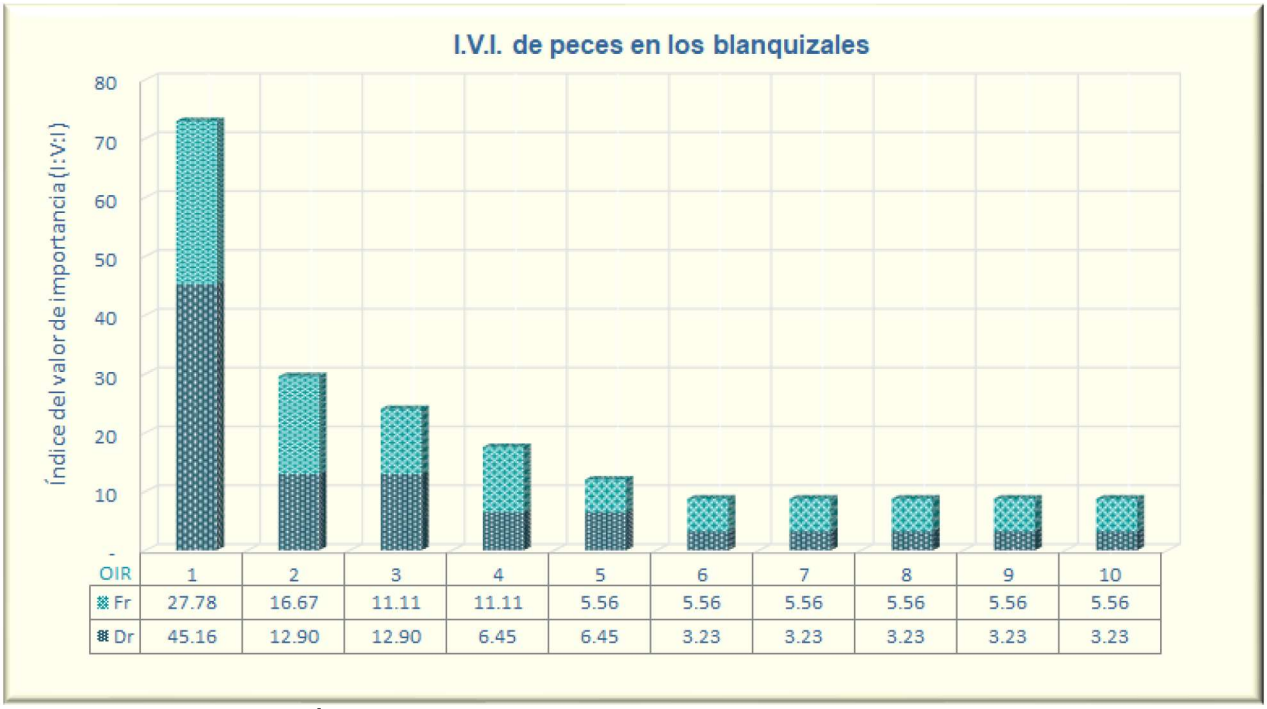


Figura 161. Gráfico del Índice de Valor de Importancia (I.V.I) de peces de los blanquizales. Dr (densidad relativa) y Fr (frecuencia relativa).

7.5 DISCUSIÓN.

Como se ha mencionado anteriormente en este documento, el área de estudio fue dividida por sus características, considerando el relieve y cobertura bentónica del sitio con base a la información obtenida en CONABIO-2018. De acuerdo con el proyecto a desarrollar, se consideró la realización de la caracterización de un área de influencia del proyecto en la porción marina. No obstante, se considera que dicho proyecto no tendrá efecto adverso en esta zona. En el caso contrario, el presente estudio sentará las bases técnicas para detectar posibles cambios y en su caso evaluar la influencia del proyecto.

El área de estudio comprendió una superficie total de 529.63 ha, dividiéndola en secciones para el análisis, debido a las características ambientales de las diferentes zonas que se encontraron, como son la zona Este (que incluyó la Barrera Centro y Barrera Sur), el Piso lagunar o laguna arrecifal dividiéndola en dos secciones más los blanquizales. Los diferentes tipos de fondo que se encuentran lo hace un sitio heterogéneo donde la zona lagunar básicamente está dominada por vegetación y donde la fauna marina es característica de los pastizales. En la zona Este es donde se hacen evidentes los crecimientos coralinos que aumentan hacia la cresta arrecifal.

Considerando los grupos incluidos en el presente estudio como pastos, algas, hexacorales, hidrocorales, peces y otro tipo de bentos, se analizó la densidad, frecuencia y cobertura relativas.

En el caso de la zona Este donde se incluye el arrecife posterior, se observó un gradiente de cobertura coralina que va de Norte a Sur, siendo en el Norte el sitió con mayor registro de cobertura coralina. Los corales que destacan en estas zonas fueron: ***Millepora complanata, Acropora palmata*** *y* ***Dendrogyra cylindrus****,* en cuanto a los hidrocorales ***Gorgonia sp., Plexaura homomalla*** *y* ***Pterogorgia guadalupensis*** fueron los de mayor I.V.I. Por otro lado, la vegetación marina predominante en esta zona fueron las especies: ***Dictyota humifusa*** y ***Sargassum polyceratium****,* y de los peces fueron: ***Lutjanus griseus, S. barracuda, Scarus iseri*** y ***Stegastes partitus.***

La primera sección del piso lagunar o laguna arrecifal está dominada por pastos marinos y algas Chlorophytas (***Thalassia testudinum, Syringodium filiforme, Penicillus capitatus*** y ***Rhipocephalus oblongus***). De organismos bentónicos solo se registró ***Tedania sp****.,* una esponja marina. Las especies de peces registradas fueron dos (***Halichoeres bivittatus*** y ***Scarus iseri***). Esta sección es la más cercana a la costa y la que tiene la mayor influencia antropogénica.

La segunda sección del piso lagunar, se caracteriza por la cobertura de vegetación marina entre pastos marinos y algas (Chlorophytas, Rhodophytas y Phaeophytas) como: ***Thalassia testudinum, Halimeda incrassata, Syringodium filiforme****,* ***Wrangelia argus, Padina sp****.,* entre otras. En el área de esta sección se registraron organismos bentónicos como: esponjas de mar, moluscos y corales. Además, unas 10 especies de peces entre los cuales destacan ***Halichoeres bivittatus, Xyrichtys splendens*** *y* ***Sparisoma radians*****.**

En el caso de los blanquizales, estos se encontraban distribuidos en toda el área de estudio, siendo sitios que topográficamente permiten la acumulación de arena sobre la laja. En ellos se registró vegetación marina como: ***Thalassia testudinum, Syringodium filiforme, Halimeda incrassata,*** aunque con muy baja cobertura***.*** Los registros de organismos bentónicos correspondieron a esponjas marinas y corales (***Chondrosia sp****,* ***Axinyssa sp***., ***Millepora sp.*** y ***Isophyllia sp.***). En el caso de los peces se registraron 10 especies entre las que destacan: ***Halichoeres bivittatus, Xyrichtys splendens*** y ***Sparisoma radians.***

Es importante resaltar que los muestreos en todas las secciones del Piso lagunar se realizaron durante el día, y esto puede ser un factor que limite el número tan bajo de

registros de peces y otros grupos bentónicos, ya que la laguna no cuenta con muchos refugios. Sin embargo, también esto puede estar ligado al proceso de la temporalidad y es posible que en algunos otros periodos del año aumente la densidad de la fauna en general. Por otro lado, también se debe señalar que, en el análisis por estadios para el grupo de peces, siempre los juveniles fueron el grupo más importante, lo que refuerza la idea de que la laguna continúa siendo un sitio de alevines y crecimiento de peces arrecifales, que al ser adultos migran a las zonas del arrecife posterior e incluso hacia zonas del arrecife exterior. De ahí la importancia de la laguna.

Considerando todos estos registros, se propone monitorear esta área de influencia posterior al desarrollo del proyecto, para comparar y evaluar cualquier posible cambio que eventualmente pudiera ser atribuible al proyecto.

7.6 CONCLUSIÓN.

Es importante resaltar que el área de estudio designada para el análisis se encuentra dentro del Polígono denominado Punta Nizuc del Área natural protegida (ANP) del Parque Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres- Punta Cancún y Punta Nizuc, dado que el proyecto colinda con dicha ANP, lo que coloca al proyecto en la necesidad de cumplir con las especificaciones y normativa aplicable al caso, lo que garantizará el bajo o nulo impacto que dicho proyecto podrá tener sobre la zona marina colindante.

Generalmente todos los proyectos que se realizan en la zona costera tienden a aprovechar las bondades de la cercanía y los encantos del Mar Caribe, adicionando actividades acuáticas a sus servicios. Por ello es importante señalar que en particular la sección denominada primera sección de la laguna arrecifal es la más próxima a la línea de costa y por lo tanto la de mayor accesibilidad. Actualmente se encuentra dominada por crecimientos de algas y pastos marinos, lo que puede albergar numerosos grupos faunísticos en diferentes temporadas del año.

Por ello la recomendación específica para disminuir los posibles impactos de esta franja de la laguna arrecifal de los bañistas, es colocar un reglamento, donde se especifique lo siguiente:

La prohibición de tocar o molestar y perturbar cualquier planta o animal marino.

Debido a la gran cantidad de hidrozoarios que albergan los pastos y algas marinos recomendar no entrar caminando al mar, entrar nadando o con botas de buceo.

8 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.

No se debe olvidar que un paisaje, conceptualmente, existe como recurso solo si existen observadores que puedan apreciarlo.

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.

Cuadro 94. 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 carreteras, núcleos urbanos, puntos escénicos y demás zonas con población temporal o estable deben ser tomados en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto “Hotel Lote 15-18”
Área de estudio y zona de influencia	El área de estudio corresponde al predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos en un edificio de 12 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves,

Actividad	Aplicación al proyecto "Hotel Lote 15-18"
	sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad uniformen, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación. La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental definido para el proyecto que abarca una porción terrestre y una porción marina. El SA tiene una superficie total de 4,157.86 ha, de la cual 2,143.26 ha corresponden a la porción terrestre y 2,014.61 ha a la parte marina. Dentro de este sistema ambiental se definió un área de estudio donde quedó inserto el proyecto que se propone. El SA se encuentra con áreas de vegetación natural, zonas con infraestructura y sin vegetación. En general tiene cierta fragmentación, sin embargo aún no es tan evidente como el de otras zonas de la costa, ya parte del área que comprende ya está protegido como ANP's públicas o privadas lo que promueve su mantenimiento, y otra parte aún no se desarrolla por parte de los propietarios (en el caso del SA terrestre). Sin embargo, el SA es ampliamente usado por los turistas, ya que se mueven en el área marina por las actividades acuáticas de los prestadores de servicios, y en la parte terrestre por el Blvd. Kukulcán que comunica el aeropuerto con la tercera etapa de la zona hotelera. Adicional, a que hay pocos hoteles operando en esta área.
Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.	La concentración demográfica más cercana se encuentra al Norte, predio del parque acuático Ventura Park y al Oeste con el Club de Golf Riviera Cancun. Fuera del SA pero muy cercana al límite sur se encuentra el Hotel Moon Palace. La accesibilidad al predio es por el Boulevard Kukulkan y la Carretera Federal 307. El paisaje que los observadores perciben es el de una zona turística, playa con arena blanca, y el mar Caribe. Las personas que lograrán percibir el desarrollo del proyecto, son aquellas que visiten el parque acuático desde su límite Este y el campo de golf ubicado al oeste, las que se hospeden en el hotel Moon Palace, las que transiten por la zona de playa, y las que transiten a bordo de embarcaciones cerca de la zona.

Actividad	Aplicación al proyecto "Hotel Lote 15-18"
Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP)	Para definir el componente central de este proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que transitan por el área de estudio y del SA lo hacen caminando, o bien, a través de embarcaciones en la zona marina. La zona marina frente al predio del proyecto, es usada por los prestadores de servicios turísticos para esnorqueleo, sin embargo es una actividad que no se encuentra directamente relacionada con el desarrollo del proyecto por lo que el fondo marino no se consideró como componente central para el análisis del paisaje. La vegetación y uso de suelo donde se proponen las obras, son el componente central para el análisis del paisaje de la zona de influencia y el predio del proyecto. De ahí que en la zona de influencia terrestre hay 6 unidades de paisaje donde la infraestructura y las áreas sin vegetación rompen la continuidad del paisaje, estas unidades son: vegetación manglar, vegetación tular, vegetación graminoide, selva baja subcaducifolia, vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia y matorral costero, así como urbano costruido, cuerpos de agua, vialidades, áreas desprovistas de vegetación y caminos. El componente central del área de estudio está conformado por 4 unidades ambientales: vegetación hálofita, matorral costero, manglar de borde y manglar mixto. En el terreno se identifica un primer cordón de duna con vegetación halófita principalmente, seguido de una zona de matorral costero con un suelo orgánico estable y consolidado, y seguido por una sección de manglar que queda dentro de sus límites. Este manglar se extiende hacia el oeste fuera de los límites del predio.
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 que transitan por el campo de golf, los que acceden por el camino existente, que divide al predio y que da acceso al desarrollo del sur el Hotel Lote 15-15; los que visitan el parque acuático ventura park, por la playa o la zona marina en las embarcaciones. Las actividades no son percibidas desde la carretera debido a que esta se encuentra a 4.0 km al oeste del área donde pretende desplantarse el proyecto.

Actividad	Aplicación al proyecto "Hotel Lote 15-18"
	 Figura 161. Área de influencia del proyecto. Desde las embarcaciones, el proyecto será perceptible en sus tres etapas, durante la etapa de construcción será visible el equipo y maquinaria que serán empleados asi como la presencia del personal.
Análisis de calidad y fragilidad paisajística	Calidad del paisaje El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PDU del centro de poblacion de Cancún. Todo el proyecto sobresaldrá al paisaje natural, ya que los edificios sobrepasan la altura de la vegetación. Sin embargo, mantendrá la primera duna y su continuidad con franjas de amortiguamiento con vegetación natural en los lotes vecinos al norte y sur. Fragilidad 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, tular y matorral costero, por lo que tienen un valor de fragilidad bajo siendo que presentan condiciones

Actividad	Aplicación al proyecto “Hotel Lote 15-18”
	más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación, vegetación secundaria, infraestructura, caminos y brechas.

En la siguiente Figura se puede observar el desplante del proyecto sobre los tipos de vegetación existente en el predio.

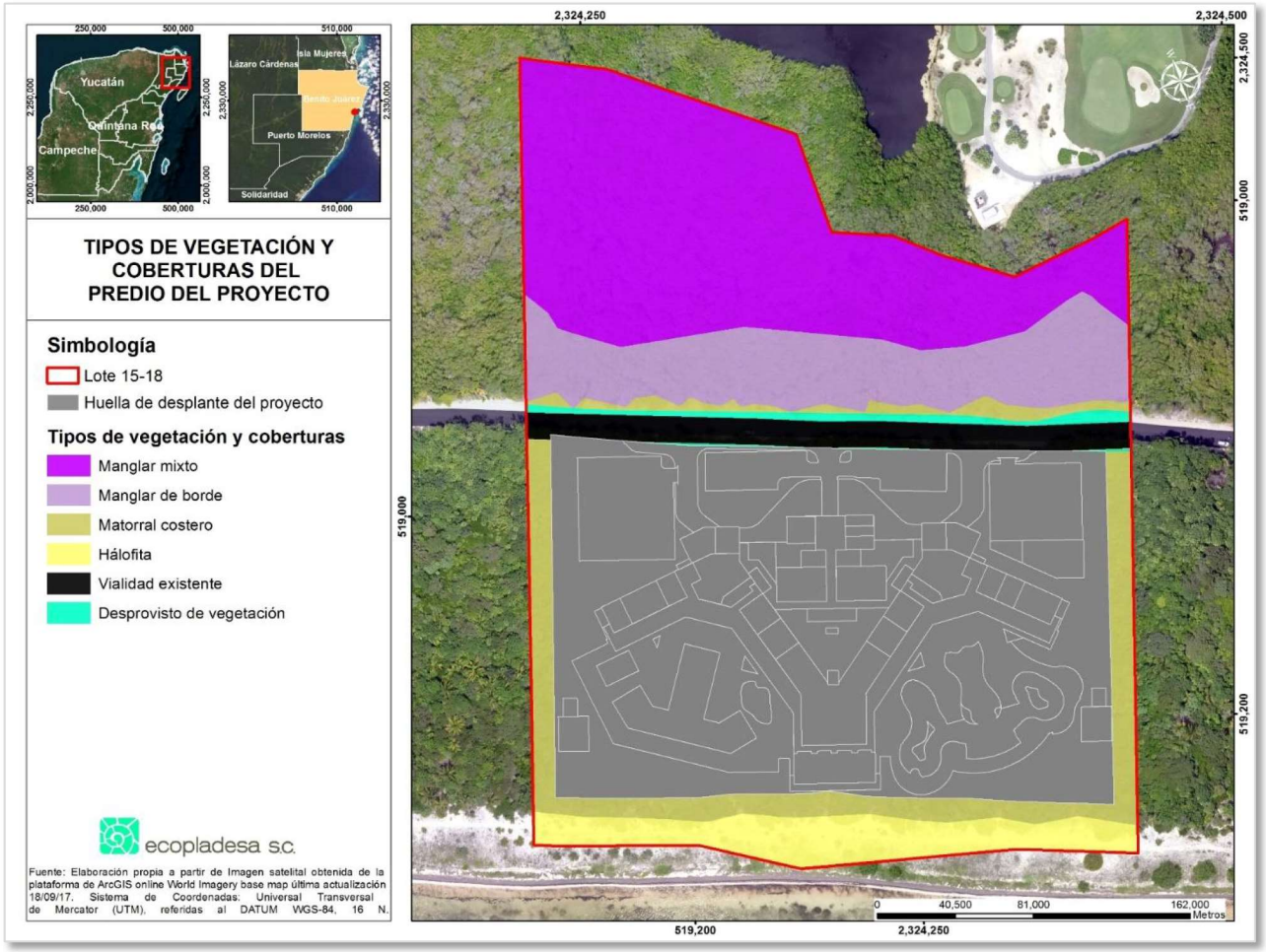


Figura 161. Desplante del proyecto sobre la vegetación en el predio.

Se visualiza un corte transversal de la vegetación en el predio, el establecimiento del proyecto no contempla afectación en la vegetación de manglar. Se desplantará en vegetación matorral costero y se habilitará el derecho de vía de la vialidad que aún tiene vegetación de matorral.



Figura 161. Corte transversal de la vegetación existente en el predio.

Con base en la descripción de la vegetacion 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 la zona costera de la ciudad de Cancún, y que ha ido desarrollándose paulatinamente en apego a los usos del suelo y parámetros urbanos específicos para el Programa de Desarrollo Urbano de Cancún. En la siguiente imagen se puede visualizar la ubicación del predio y la huella del proyecto a la vez que se muestran los elementos naturales y antrópicos del SA.

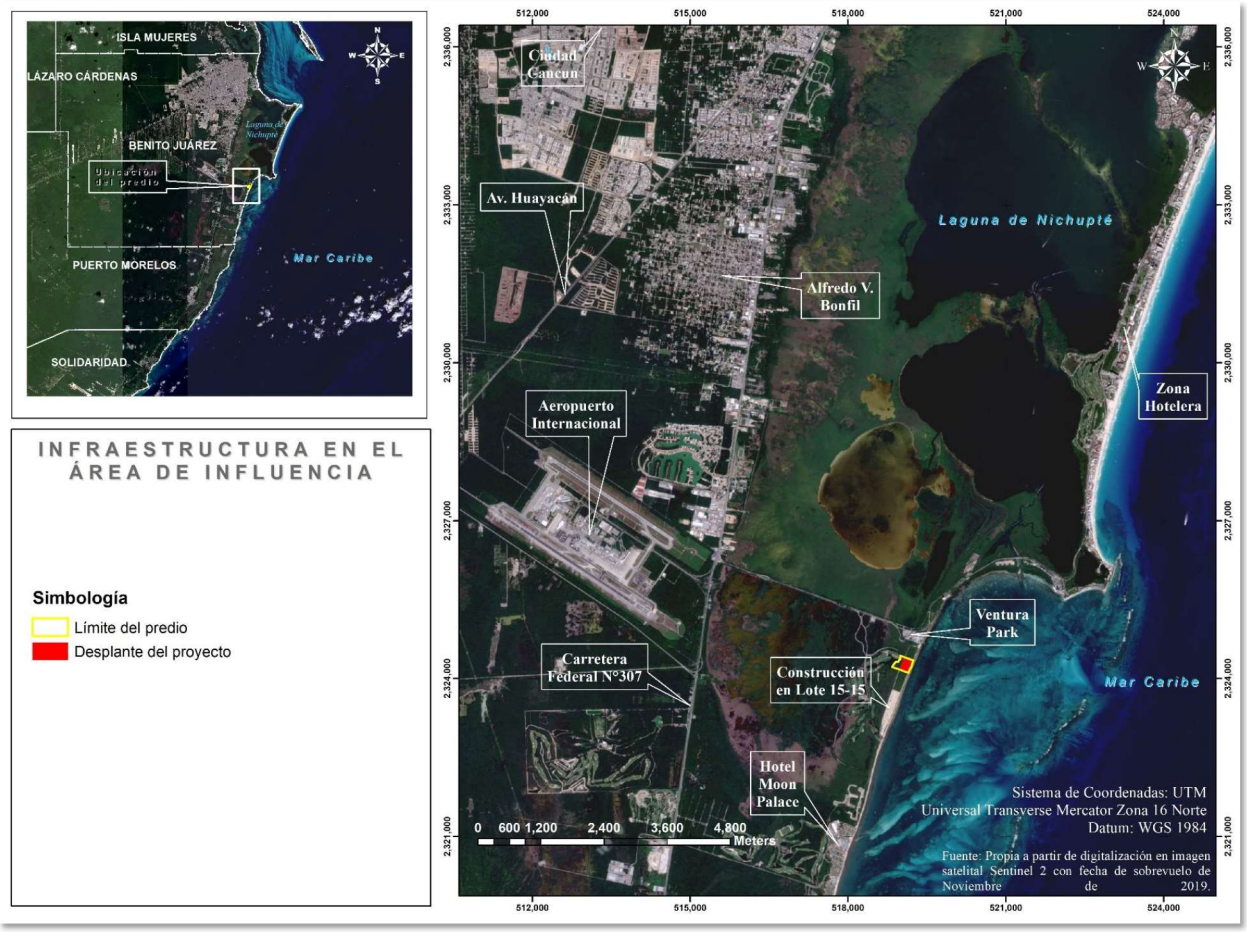


Figura 161. Ubicación del predio y la huella del proyecto a la vez que se muestran los elementos naturales y antrópicos del SA.

8.1 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 95. 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. Lo anterior se muestra que el SA presenta un 79.06 % de su superficie con un grado de conservación alto, mismo que comprende la vegetación de manglar, vegetación selva baja subcaducifolia, vegetación tular y vegetación de matorral costero. El 14.94 % del SA presenta un grado de conservación medio, determinado por la presencia de cuerpos de agua, vegetación graminoide y vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia. Y 6% un grado de conservación bajo condicionado camino, áreas desprovistas de vegetación, urbano cosntruido y vialidades.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación medio a alto.

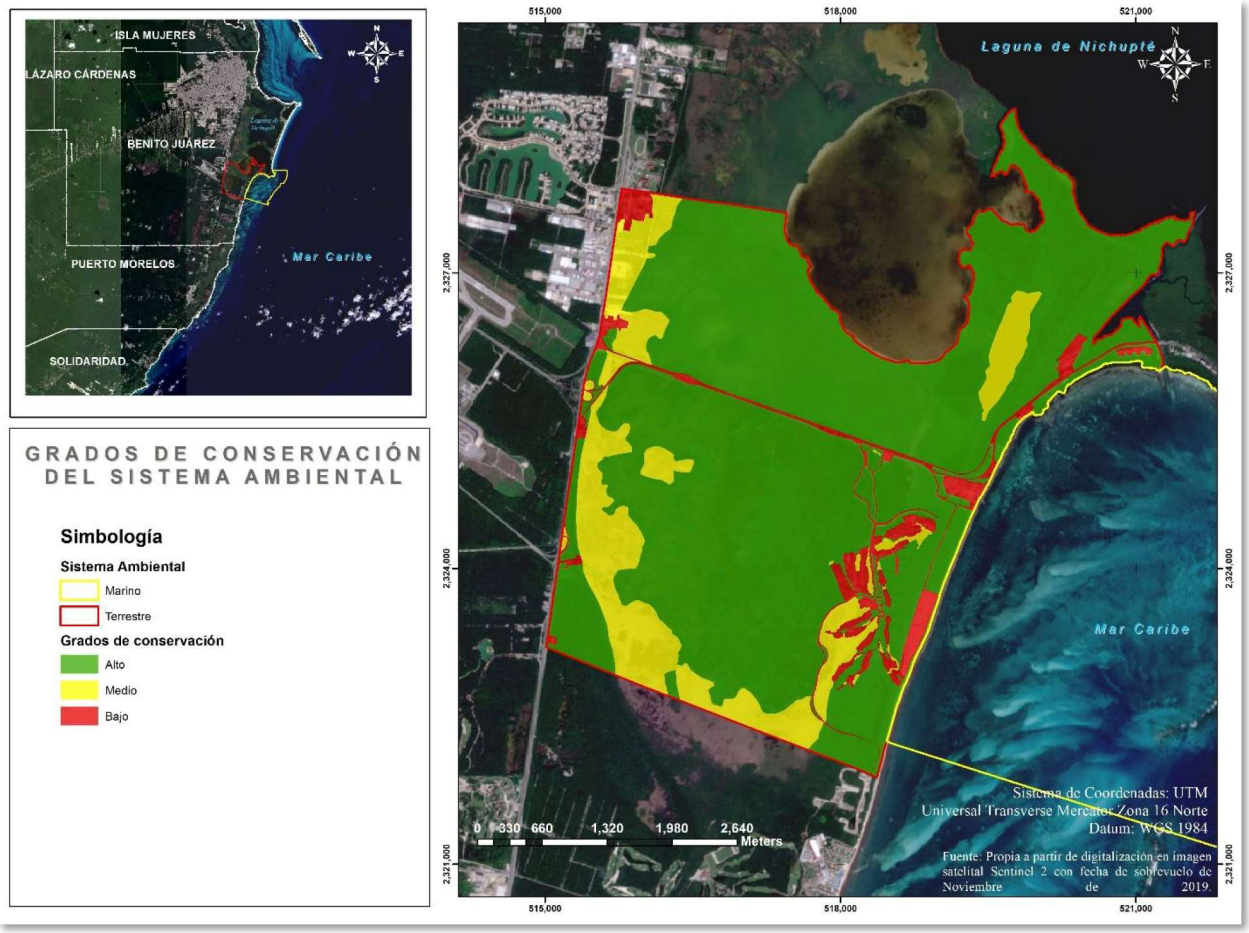


Figura 161. Grado de conservación del Sistema Ambiental.

9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

En términos generales el estado de conservación de los ambientes del SA definido para el Proyecto “Hotel Lote 15-18” se encuentran en una condición entre alto a medio, teniendo un registro con los valores más altos en la zona correspondiente a las áreas donde se desarrolla la vegetación de Manglar, la Asociación de Pastizal/ Tular/ Manglar, y la de Selva Baja, mismas que forman parte del polígono del ANP Manglares de Nichupté, y de una porción de la Reserva Privada de Moon Palace ubicada al suroeste del SA.

Si bien la porción norte del sistema ambiental pertenece al ANP, está reportado que el Sistema Lagunar Nichupté presenta un grado de conservación Medio a Bajo, debido a los grados de afectación derivado del asolvamiento e interrupción de los flujos y corrientes lagunares lo que se refleja en el poco intercambio de aguas con el mar abierto, así como por la contaminación que se genera por las descargas de aguas residuales de forma clandestina y escurrimientos pluviales que arrastran al cuerpo de agua gran cantidad de sedimentos y residuos, además de los escurrimientos de lixiviados y metales pesados ocasionados por el antiguo relleno sanitario ubicado en la zona oeste de la Laguna.

La parte norte del sistema ambiental que corresponde a la porción sur del Sistema Lagunar Nichupté está reportada con fuertes indicios de contaminación ambiental, determinado por los usos de suelo pasados que se dieron en la zona, y por la hidrología interna del sistema lagunar. De tal forma que la porción noroeste del sistema ambiental comprende un área donde en algún momento se asentó el basurero municipal y cuyos lixiviados contribuyeron a la contaminación de esa porción de la laguna, y aunque el manglar se observa en buenas condiciones, en general esa porción del sistema no lo tiene. Así se han registrado elevados niveles de plomo y cobre en la Laguna Río Inglés, la cual parece estar exportando estos metales pesados al cuerpo principal del SLN (Carbajal *et al*., 2009). Si bien la laguna Río Inglés está fuera del SA del proyecto, está en la colindancia inmediata. Esto determina que las condiciones de calidad de agua del sistema sean bajas y que el manglar y vegetación de humedal estén absorbiendo estos contaminantes, al menos en la porción norte del sistema. En los humedales que están ubicados hacia el sur del camino de acceso a la tercera etapa de la zona hotelera, no se tiene dicho reporte, por el contrario se reportan en buenas condiciones de conservación por parte de la Reserva Privada Moon Palace.

Las zonas con grado de conservación bajo están representadas por las áreas que ya tienen desarrollos turísticos o están desmontadas para ellos, tales como el campo de golf, el parque acuático Ventura Park y el predio en construcción que corresponde al Hotel 15-15. Estas áreas son pocas porque la zona aún no se ha desarrollado varias de las que aún cuentan con vegetación, siendo que ya tiene usos de suelo asignados por el PDU del Centro de Población de Cancún, con parámetros definidos para su desarrollo turístico o residencial ordenado.

En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SAR se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación se promueve porque la mayor parte del área corresponde a las ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace.

Como resultado de este diagnóstico, y de acuerdo a las características ambientales del SA, se concluye que es necesario establecer medidas de prevención, mitigación y compensación para atenuar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las diferentes etapas del proyecto, y preservar las condiciones de hábitat para la fauna y condiciones ambientales del sistema.

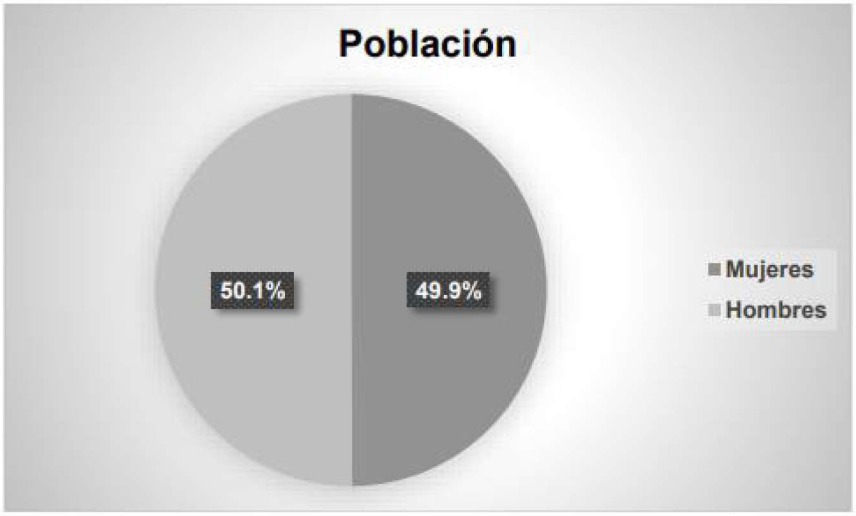
9.1 MEDIO SOCIOECONÓMICO CONTEXTO ESTATAL.

La región Caribe Norte del Estado de Quintana Roo, está conformada por la zona costera del Municipio de Benito Juárez (Cancún); 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.

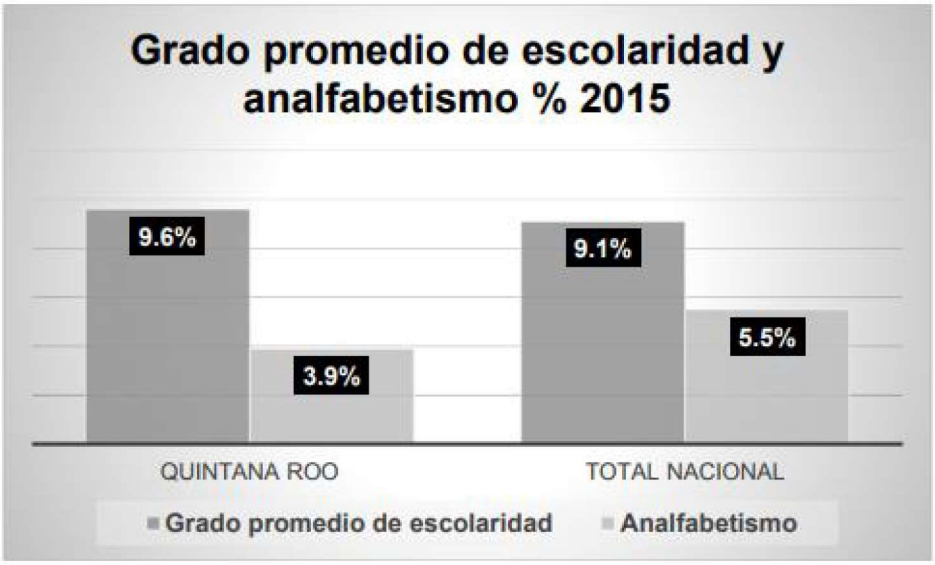
La información que se presenta en este apartado, se realizó tomado de referencia los resultados del censo de población y vivienda 2015 y el Censo Económico 2014, elaborados por el INEGI para el municipio de Benito Juárez.

9.2 DEMOGRAFÍA.

La población total es de 1, 501,562 personas, de las cuales el 49.9% son mujeres y el 50.1% hombres, según la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).



En lo que respecta al nivel educativo, en el 2015 tuvo un grado promedio de escolaridad de 9.6 por encima del promedio nacional que es de 9.1, y un bajo índice de analfabetismo (3.9%) en comparación con el total nacional (5.5%)[4].



[4] Instituto Nacional de Estadistica y Geografia (INEGI). Encuesta Intercensal 2015.

9.2.1 ACTIVIDAD ECONÓMICA.

El Producto Interno Bruto (PIB) de Quintana Roo en 2014 representó el 1.6% con respecto al total nacional y en comparación con el año anterior tuvo un incremento de 0.05%.

El indicador trimestral de la actividad económica estatal (ITAEE), ofrece un panorama de la situación y evolución económica del estado en el corto plazo. Para el segundo trimestre de 2015, Quintana Roo registró un incremento en su índice de actividad económica de 6.6% con respecto al mismo periodo del año anterior.

Indicador trimerstral de la actividad económica estatal		
Denomicación	**Variación % 2do trimestre 2015 *p/**	**Posición a nivel nacional**
Total nacional	2.2	
Quintana roo	6.6	3
Actividades primarias	16.0	3
Actividades secundarias	1.3	15
Actividades terciarias	7.4	2

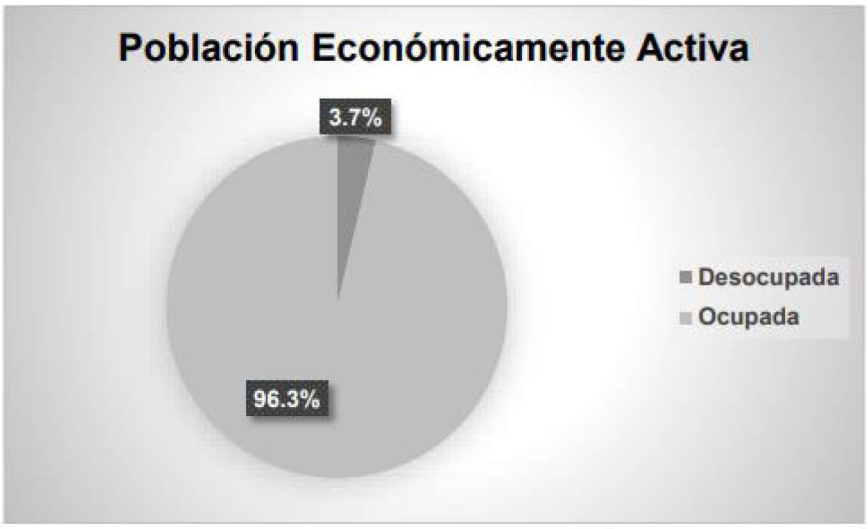
*variación porcentual real respecto al mismo periodo del año anterior.

Por grupo de actividad económica, las actividades primarias, secundarias y terciarias aumentaron 16.0, 1.3 y 7.4%, respectivamente. Siendo las primarias las que contribuyeron en mayor medida al comportamiento positivo en la entidad.

Según cifras del INEGI, al mes de febrero de 2016, la ciudad de Chetumal registró una tasa de inflación anual de 2.60%, por debajo de la inflación nacional (2.87%). De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, esta entidad federativa cuenta con 59,451 Unidades Económicas, lo que representa el 1.2% del total en nuestro país.

Al cuarto trimestre de 2015, la Población Económicamente Activa (PEA) ascendió a 790,255 personas, lo que representó el 67.5% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 96.3% está ocupada y el 3.7% desocupada[5].

[5] Resultados de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Cifras durante el cuarto trimestre 2015 [12 de febrero, 2016]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).



Entre las principales actividades se encuentran: servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (22.0%); comercio (17.1%); servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (12.4%); construcción (7.8%); y, transportes, correos y almacenamiento (6.5%). Juntas representan el 65.8% del PIB estatal.



Los sectores estratégicos en Quintana Roo son: agronegocios, forestal, pesca y acuacultura, manufactura, turismo y apoyo a negocios. Mientras que a futuro se espera que sean: Tecnologías de la Información, energía renovable y biomasa[6].
En el rubro de infraestructura productiva, el estado cuenta con los siguientes parques industriales:

- Parque industrial de Chetumal (Huay-Pix, Quintana Roo)
- Parque Industrial y Logistico de Puerto Morelos (Puerto Morelos, Quintana Roo)
- Parque Industrial IBC (Chetumal, Quintana Roo)

[6] Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

De acuerdo con el Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013, el estado de Quintana Roo contaba en 2012 con una longitud carretera de 5,443 km. Adicionalmente, cuenta con 14 puertos y terminales portuarias, seis de ellas cuya actividad preponderante es la comercial, seis turísticos y dos pesqueros, de los cuales, diez se clasifican como puertos de altura, es decir, atienden embarcaciones, personas y bienes de navegación entre puertos o puntos nacionales e internacionales. La entidad también cuenta con un aeropuerto nacional, tres aeropuertos internacionales y 18 aeródromos[17].

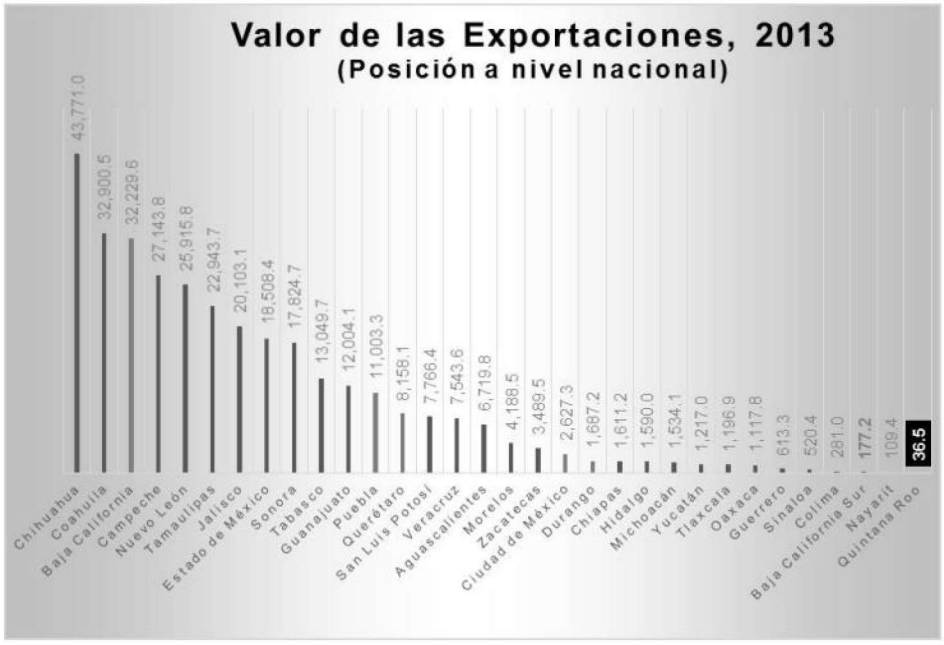
Según el informe Doing Business 2014[8], publicado por el Banco Mundial (BM) y la Corporación Financiera Internacional (CFI), que clasifica a las economías por su facilidad para hacer negocios, la ciudad de Cancún, Quintana Roo, ocupa el 25° lugar de las ciudades analizadas en México, a diferencia del informe anterior donde ocupó el 27°.

Asimismo, al desagregar este indicador, se observa que Quintana Roo ocupa el 30° lugar para apertura de un negocio, el 9° respecto al manejo de permisos de construcción, el 31° en registro de propiedades y el 18° en cumplimiento de contratos.

9.2.2 SECTOR EXTERNO.

Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de Economía (SE)[9], durante 2013 Quintana Roo ocupó el 32° lugar por el valor de sus exportaciones. Destacó como principal actividad la industria manufacturera con un valor en sus exportaciones de 36.5 mdd*. El subsector con mayor participación fue la industria alimentaria que representó el 95.4%. La entidad también exportó hortalizas, frutas miel de abeja y chicle natural[10] .

[7] Delegación Federal en Quintana Roo 2014.
[8] Infomación consultada en el sitio web http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/mexico el 13 de noviembre de 2017.
[9] nstituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Economía. Estadísticas de Exportaciones por Entidad Federativa (Resultados 2007-2013).
[10] Delegación Federal de Quintana Roo 2013.



De enero-diciembre de 2015, la entidad atrajo una Inversión Extranjera Directa (IED) de 284.9 mdd, lo que representó el 1.0% del total nacional[11].



Con respecto a las remesas, alcanzó un total de 117.4 mdd durante el periodo enero-diciembre de 2015, lo que significó un crecimiento de 11.7% respecto al mismo periodo del año anterior. Ocupó el 30° lugar en el país, ya que concentró el 0.5% del total nacional[12].

[11] Secretaría de Economía. Cifras notificadas y actualizadas al 31 de diciembre de 2015. <http://www.gob.mx/se/acciones-yprogramas/competitividad-y-normatividad-inversion-extranjera-directa>

[12] Banco de México (BANXICO), enero – diciembre 2015.

9.3 CONTEXTO MUNICIPAL.

9.3.1 POBLACIÓN.

En el año 2010, el municipio de Benito Juárez contaba con 661, 176 habitantes, dentro los cuales, 334,945 son hombres y 326,231 son mujeres. Para el 2010, el 68% de la población era mayor de 15 años, el 3% mayor de 60 y los jóvenes entre 18 y 24 años ocuparon el 13% del total de los habitantes.

Cuadro 96. Población del municipio de Benito Juárez y la ciudad de Cancún.

Nombre de la localidad	Población total	Población de 18 a 24 años	Población de 15 a 64 años	Población de 60 años y más	Relación hombres-mujeres*
Municipio de Benito Juárez	661,176	92,136	448,936	25,724	102.7
Cancun	628,306	87,590	428,415	24,227	102.4

Fuente: INEGI Censo de población y vivienda 2010 (2010b). * Por cada 100 hombres cuántas mujeres hay.

Cuadro 97. Proyección de la poblacion del municipio de Benito Juárez y la ciudad de cancun al 2030.

Localidades	2014	2015	2020	2025	2030
Municipio de Benito Juárez	760,364	782,398	892,026	998,461	1,101,010
Cancun	719,496	740,100	842,187	940,865	1,036,043

9.3.2 SERVICIOS Y EQUIPAMIENTO.

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.

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[13]

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).

13 http://cancun.gob.mx/gobierno-municipal/files/2014/10/MO-SIRESOL-2014p.pdf.

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.

9.3.3 GRADO DE MARGINACIÓN.

Un indicador empleado para diferenciar entidades federativas en función del impacto global de las carencias que padece la población como resultado de la falta de acceso a diferentes oportunidades, servicios o bienes, es el Índice de Marginación. A partir del análisis de los indicadores relacionados como educación básica, residencia en viviendas inadecuadas, residencia en localidades pequeñas, dispersas y aisladas, y la percepción de ingresos monetarios bajos, se construye éste índice de referencia. La estimación de este indicador permite acercarse al conocimiento de la desigualdad regional existente de las oportunidades sociales (CONAPO, 2010a).

En este sentido, la ciudad de Cancún presenta un grado de marginación bajo, mientras que las dos ciudades vecinas de Mérida y Campeche presentan un grado de marginación muy bajo, por lo que Cancún como ciudad se encuentra en un nivel de marginación ligeramente más alto que las dos capitales de los estados vecinos.

Cuadro 98. Indicadores socioeconómicos y grado de marginación de Cancun.

Localidad	Poblacion de 15 o más analfabeta (%)	Viviendas particulares habitasas sin excusado (%)	Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica (%)	Viviendas particulares habitadas sin disponibilidad de agua entubada (%)	Grado de marginación
Cancun	2.63	3.26	1.59	9.30	Bajo

En la ciudad de Cancún el grado de marginación es muy bajo en gran parte del territorio, particularmente en la zona hotelera y la zona centro; y es hacia la periferia que empieza a aumentar. Al norte de la carretera Mérida-Cancún se registran índices medios y altos, mientras que hacia el suroeste existe una zona de asentamientos irregulares que registra un grado muy alto de marginación.

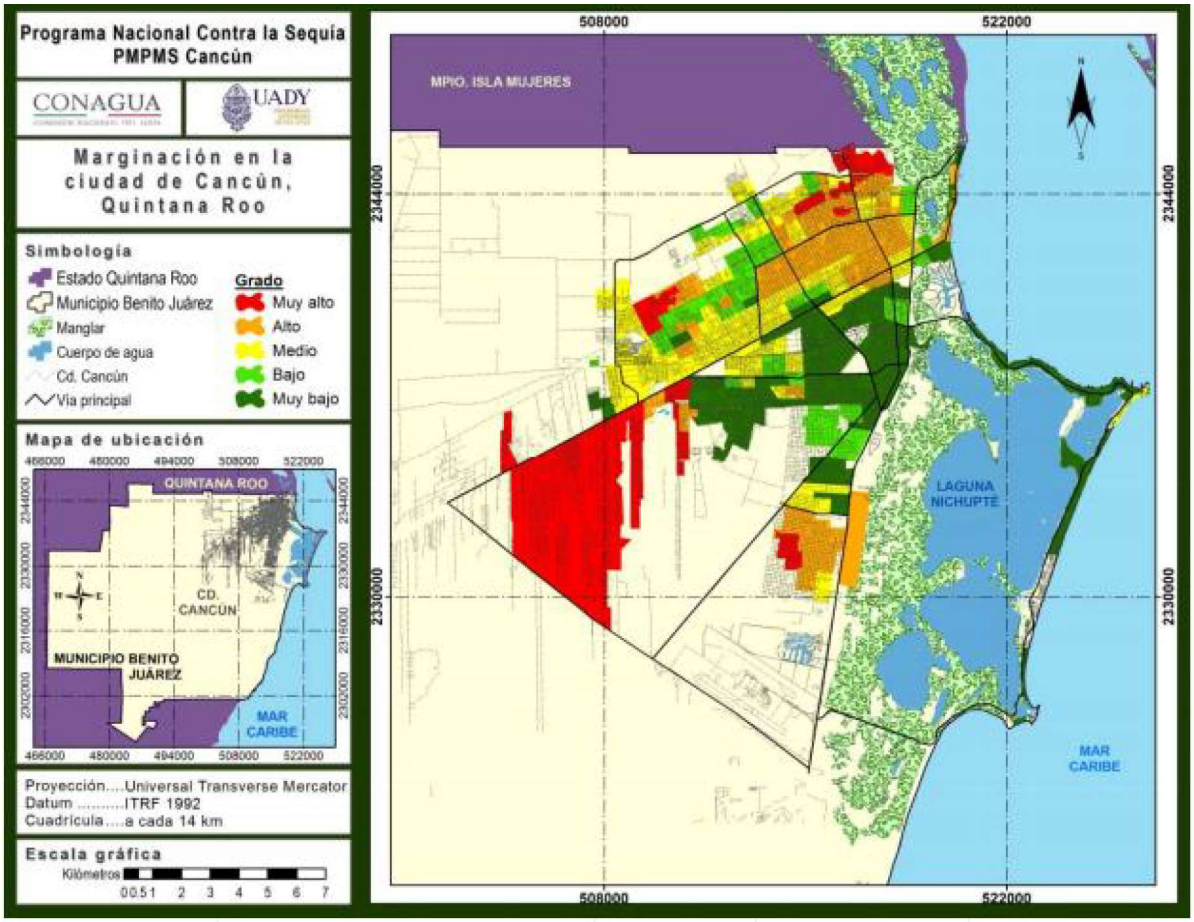


Figura 162. Se muestra el grado de marginación por zonas en la ciudad de Cancun. Fuente: imagen tomada del "Programa Nacional contra la Sequia PMPMS Cancun".

9.3.4 ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

Específicamente en el municipio de Benito Júarez las actividades primarias son muy escasas, se practica la agricultura con cultivo de maíz para autoconsumo sólo en algunas localidades, la ganadería también se realiza a pequeña escala, en su mayoría para autoconsumo, y muy poca producción de ganado bovino, porcino y aves de corral para comercializar con el resto del municipio. Por su parte, el aprovechamiento forestal se encuentra en crisis actualmente, ya que desde el paso del huracán Wilma (2005) ha mostrado una baja significativa debido al derribo del arbolado. Este problema va más allá de sólo afectar a la economía, ya que ha fomentado que ejidatarios vendan sus terrenos, propiciando la proliferación de asentamientos irregulares los cuales son una de las principales causas de incendios forestales debido al desmonte de los mismos. En el centro de la población de Cancún no se realiza ninguna de estas actividades. La pesca también está en declive, sólo existen pequeños proyectos de acuacultura de proyectos sociales y empresariales apoyados por el gobierno (PDUCP, 2014).

El sector secundario se enfoca a la comunicación y transporte, construcción y la industria manufacturera. Esta última comienza a cobrar relevancia, ya que se tienen talleres de producción de estructuras metálicas, mueblerías, vidrieras y confección de uniformes. Por

su parte, la industria de la construcción se ha vuelto la segunda actividad económica más importante debido al número de empleados que tiene (PDUCP, 2014).

El 92.4% de todas las actividades económicas de la ciudad de Cancún corresponden al sector terciario. Dentro de éste, los comercios al por menor son los más representativos (en 2010 se registraron 8,697 comercios, equivalentes al 43%), seguido de los servicios de alojamiento y preparación de alimentos, servicios, comercio al por mayor y servicios profesionales. La zona Centro y la Hotelera son las que generan mayor cantidad de empleo (PDUCP, 2014). La población económicamente activa de la ciudad de Cancún en el 2010 era del 46% del total de sus habitantes y ascendía a 293,994 individuos (INEGI, 2010b). Para el 2012 está cifra se elevó a 360,289 individuos (INEGI, 2012b).

Cuadro 99. Población Económicamente Activa en el municipio de Benito Juárez y Cancun.

Año	Indicador	Municipio de Benito Juárez	Cancun
2010	Población Económicamente Activa	307,649	293,994
	Población Económicamente No Activa	181,512	172,071
2012	Población Económicamente Activa	No determinado	360,289
	Población Económicamente No Activa	No determinado	175,855

En el 2010, el estado de Quintana Roo aportó el 1.4% del PIB nacional, con más de 176 mil millones de pesos. Las actividades terciarias fueron las que más aportaron al PIB estatal con un porcentaje de 88% (PDUCP, 2014).

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).

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. 32

4.3. Descripción de los Impactos por Factor Ambiental. 34

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensaciones 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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

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 proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental (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 **"Hotel 15-18"**, 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. Rescate de flora y fauna.
	3. Actividades de desmonte, despalme
	4. Nivelación, excavación e instalación de obras provisionales.
Construcción	**5.** Presencia de personal.
	6. Construcción del hotel con todas sus áreas.
	7. Jardinería
Operación y Mantenimiento	**8.** Operación del desarrollo.
	9. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 9 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:

- Cambios en la topografía, por actividades de excavación y nivelación.
- Cambios en los coeficientes de escurrimiento y pautas de drenaje.
- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria.

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
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Agua
	Suelo
Medio biótico	Flora
	Fauna
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 detallan 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
		Generación de ruido	dB
Topografía	Modificaciones	Cambios en los niveles del terreno.	Superficie nivelada
Suelo	Cambios	Pérdida del suelo	Volumen de suelo
	Modificación de características	Compactación del suelo	cm
Agua	Características de infiltración	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.	Superficies impermeables
Flora	Abundancia	Pérdida de ejemplares de matorral costero y halófita costera	No. de individuos afectados
	Cobertura	Cobertura de vegetación nativa	Superficie de afectación
Fauna	Abundancia	Cambios en la abundancia de ejemplares.	No. de individuos en el sitio.
	Hábitats	Pérdida de hábitats para la fauna	Superficie por tipo de vegetación
	Colonización	Ocupación de la fauna	Monitoreo de la fauna
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclen.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		Generación de residuos peligrosos.	Kg de residuos generados
Demanda de infraestructura	Servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica	Volumen de agua (m^3) Energía eléctrica (kw)
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
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación del parque Ventura Park, del Hotel Nizuc Resort & Spa, Club Med, entre otros. También hay puntos fijos y móviles que generan ruido, como el tránsito de vehículos sobre el Boulevard Kukulcán, comercios y hoteles, así como el que generan las personas que transitan por la zona.
	Topografía	En relación a la topografía del predio, y con base en las curvas de nivel, se observó que la vegetación halófita costera se encuentra en un rango de 0 a 2.10 msnm; el matorral costero, se desarrolla en la sección del terreno con elevaciones de 1.80 a 3.50msnm. El manglar de borde se desarrolla sobre elevaciones topográficas de entre 0.60 a 1.40 msnm, y el manglar mixto en la cuenca con valores de -0.55 a 0.80 msnm. En la zona de matorral es donde están las elevaciones topográficas más elevadas, motivo de la zonificación natural de las dunas que quedaron desplazadas en el oeste y están ya consolidadas, es decir, ya no son dunas móviles ni semimóviles.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		El primer cordón de duna comienza su elevación entre los 1.60 msnm, hasta la cresta que alcanza 2.0 a 2.10 msnm, y posteriormente baja a 1.90 msnm en la postduna o cara posterior. Se reconoce una berma aledaña a la pleamar y el terreno se va elevando poco a poco desde la berma con 0.30 msnm hasta 1.60 donde empieza el primer cordón.
	Suelo	Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que en el SA convergen 3 tipos de suelo, Solonchak, Rendzina y Litosol siendo los suelos solonchak los más dominantes dentro del SA. En el área de estudio se desarrollan básicamente suelos de tipo Solonchak, caracterizados por un alto contenido de sales y sobre los cuales se encuentran manglares, sabanas, petenes, selva baja caducifolia y vegetación de duna costera (Flores y Espejel 1994, SEMARNAT/CONANP 2005), de igual forma se presentan suelos de tipo Rendzina, que son muy fértiles debido a que presentan una capa superficial de humus y sobre ellos se desarrollan manglares.
	Agua	En el SA del proyecto convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación: Material consolidado con posibilidades altas: Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano. Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido 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. El sistema ambiental se encuentra prácticamente cubierto por material no consolidado con posibilidades bajas 66.64%, lo

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		que quiere decir que predominan las rocas calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. La hidrología superficial está determinada por la topografía de las cuencas, siendo la de los humedales las principales, y a la que se unen de manera regional los manglares del predio. El aporte de agua de esta cuenca es de la precipitación principalmente. Solamente cuando se desborda la cuenca por precipitaciones extraordinarias se une el flujo hidrológico con la porción norte de los humedales, debido a la presenta del Blvd. Kukulcán. En la duna, la escorrentía es laminar, dirigiéndose desde las partes topográficamente más altas a las bajas, siendo mucha de ella por infiltración y absorbida por las plantas. El nivel estático o freático promedio entre 1.24 y 3.28 m, por lo que en la zona de duna se prevé sea más profundo por los niveles topográficos superiores a 2 msnm. Después del nivel estático se reconoce un lente de agua salobre hasta una profundidad de 5 m. No se encontraron indicios de contaminación en el manglar ni en el acuífero. El flujo subterráneo va en sentido perpendicular desde el continente hacia la costa, y viceversa se da la intrusión salina, condición que hace que el agua del acuífero del predio sea salobre.
Medio biótico	Flora	En el Sistema Ambiental se registraron 6 unidades con vegetación, siendo la unidad de vegetación manglar la de mayor superficie con el 60.19% del total del SA, seguida por la vegetación tular con 14%, vegetación graminoide con 10.29%, selva baja subcaducifolia con 3.24%, vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia con 1.97% y matorral costero con 1.66%. En otras coberturas, la mayor superficie la ocupa lo urbano construido con un porcentaje de ocupación de 3.74%, seguido de cuerpo de agua con 2.63%, vialidad con 1.5%, áreas desprovistas de vegetación con 0.68% y finalmente en menor porción se encuentra el camino con 0.01%. De acuerdo con la caracterización de la vegetación, en el predio se registraron dos tipos de vegetación definidas como vegetación de duna costera y vegetación de manglar. En la vegetación de duna costera se definieron las siguientes asociaciones vegetales: Halófita Costera y Matorral Costero.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		En la vegetación de manglar se definieron dos asociaciones vegetales: Manglar de borde y Manglar mixto. En cuanto a la vegetación, el matorral Costero es la asociación que ocupa la mayor superficie con el 55.85 % del total del predio, seguida en importancia del Manglar Mixto con el 23.23 %, posteriormente el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20 %, como se muestra en el siguiente cuadro. De igual forma, se tiene como parte de las coberturas del predio, una vialidad existente que ocupa una superficie de 3.88% y su derecho de vía que se encuentra desprovisto de vegetación y ocupa una superficie de 1.20% con respecto a la totalidad del predio. Entre la vegetación se registraron seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son: *Avicennia germinans* (Mangle Negro), *Coccothrinax readii (*Nakax), *Thrinax radiata* (Chit), *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo), *Languncularia racemosa* (Mangle Blanco) y *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo), las cuales se encuentran en la categoría de Amenazadas.
	Fauna	Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio que abarcó mayor superficie a la del lote 15-18, se reportó una riqueza específica relativamente baja en la mayoría de los grupos (S=40) en comparación con el número de especies reportadas en el Sistema Lagunar Nichupté, que se encuentra muy cercano al área de estudio que asciende a 166 especies (78 peces, 10 anfibios, 15 reptiles, 43 aves y 20 mamíferos). Esto se debe a varios aspectos, entre ellos se encuentra la estacionalidad, el estado de conservación de la vegetación, el cual refleja un cierto grado de modificación y el tamaño del predio que por supuesto no tiene representados todos los ambientes diferentes con los que cuenta el Sistema Lagunar completo. En el predio 15-18 en específico se registraron 24 especies de fauna distribuidas de la siguiente forma: 14 aves, 6 mamíferos, 2 reptiles, 1 anfibio y 1 pez. Con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana).
Medio socioeconómico	Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2015, la

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60 kg/persona/día.
	Demanda de infraestructura	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 m^3 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. La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable y vías de comunicación. Al mismo tiempo se considera la construcción de una planta para el tratamiento de las aguas residuales que se generen en la parte operativa del proyecto.
	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. Hay un camino de acceso que llega al predio, el cual no es muy transitado ya que aún no hay desarrollos. Y este camino tiene varios pasos de agua y fauna.
	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). 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 de la obra.
	Economía	Quintana Roo es un destino fuerte y competitivo que genera confianza entre inversionistas, tanto en el norte como en el sur. Esta tendencia de crecimiento económico se fortalece con nuevas inversiones y proyectos en los municipios.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		Quintana Roo es el primer captador de inversiones extranjeras en el sector turístico en México. 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. Dentro de las actividades económicas que lidera el estado, se encuentran las terciarias, teniendo que para el 2019 la afluencia de turistas para Cancún fue de 6.0 millones, mientras que para la Riviera Maya fue 6.5 millones. La ocupación anual para el 2019 en la ciudad de Cancún y Puerto Morelos fue de 76.7%. La infraestructura hotelera en cuanto a la oferta turística de enero a diciembre de 2019 para el municipio de Benito Juárez fue de 190 hoteles y 37,335 cuartos hoteleros, lo anterior se reflejó en un 81% de ocupación promedio de los cuales 36.6% fueron nacionales y el 63.4% fueron extranjeros, principalmente de Estados Unidos. En comparación con el año 2018, en 2019 se tuvo un aumento del 1.0% de pasajeros en aeropuertos, 2.7% de pasajeros en cruceros y 16 mil nuevos cuartos en construcción.
	Paisaje	El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PMDU Benito Juárez. Todo el proyecto sobresaldrá al paisaje natural, ya que los edificios sobrepasan la altura de la vegetación. Sin embargo, mantendrá la primera duna y su continuidad con franjas de amortiguamiento con vegetación natural en los lotes vecinos al norte y sur. La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por el campo de golf, los que acceden por el camino existente, que divide al predio y que da acceso al desarrollo del sur el Hotel Lote 15-15; los que visitan el parque acuático ventura park, por la playa o la zona marina en las embarcaciones. Las actividades no son percibidas desde la carretera debido a que esta se encuentra a 4.0 km al oeste del área donde pretende desplantarse el proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Condición actual
		Desde las embarcaciones, el proyecto será perceptible en sus tres etapas, durante la etapa de construcción será visible el equipo y maquinaria que serán empleados, así como la presencia del personal.

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
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
	Cambios en el microclima
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del suelo
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.
Flora	Pérdida de ejemplares de matorral costero y halófita costera, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Reducción en la cobertura de la vegetación.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Pérdida de hábitats para la fauna.
	Colonización de hábitats por la fauna.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP).
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
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.

$$Incidencia = I - \frac{Imin}{Imax} - Imin \; Expresión \; V.2$$

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 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	**Indirecto**: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	**Directo:** el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	**Simple**: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	**Acumulativo:** Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
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:** Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	**Mediano:** el efecto se produce después de 5 años	**Largo:** Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
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, de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco 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 forma cíclica o recurrente.
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	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con

Atributos	Escala		
	1	2	3
	puede volver a contar con sus características.		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.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

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 los 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 48 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 39 son adversas y 9 son benéficas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD	PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Rescate de Flora y Fauna	Actividades de desmonte	Nivelación, excavación e instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Construcción de obra civil	Generación de nuevos hábitats	Operación de las obras del proyecto	Actividades de mantenimiento	
Aire			A	A		A		A	A	**5**
Topografía			A	A		A				**3**
Suelo			A	A						**2**
Agua			A	A		A		A		**4**
Flora		B	A				B			**3**
Fauna		B	A			A	B			**4**
Residuos	A		A	A	A	A		A	A	**7**
Demanda de infraestructura								A		**1**
Transporte y flujo de tráfico	A		A		A	A		A		**5**
Salud humana	A		A	A	A	A			A	**6**
Economía	B				B			B		**3**
Paisaje			A	A		A	B	B		**5**
TOTAL	**4**	**2**	**10**	**7**	**4**	**8**	**3**	**7**	**3**	**48**

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	Impactos	ETAPAS									TOTAL	
		PREPARACIÓN DEL SITIO				CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN			
		Presencia de personal	Rescate de Flora y Fauna	Actividades de desmonte	Nivelación, excavación e instalación de obras provisionales	Presencia de personal	Construcción de obra civil	Generación de nuevos hábitats	Operación de las obras del proyecto	Actividades de mantenimiento	Positivos	Negativos
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero										0	5
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido										0	5
	Cambios en el microclima										1	1
Topografía	Alteración de las formas del terreno										0	3
Suelo	Pérdida de suelo										0	1
	Compactación del terreno										0	1
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial										1	3
Flora	Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.										2	1
	Reducción de la cobertura vegetal										1	1
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.										2	1
	Pérdida de hábitats para la fauna										1	2
	Colonización de hábitats por la fauna.										1	0
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME										0	7
	Incremento en la generación de RP										0	4
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.										0	1
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular										0	5
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud										0	6
Economía	Generación de Empleos										9	0
Paisaje	Modificación del paisaje										2	3
Total de impactos por etapa		**33**				**24**			**13**		**20**	**50**
											70	
Positivos		**1**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**9**	**2**	**1**	**20**	**-**
Negativos		**3**	**0**	**15**	**9**	**3**	**10**	**0**	**5**	**5**	**-**	**50**

RSU-Residuos Sólidos Urbanos
ME- Manejo Especial
RP- Residuos Peligrosos

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 70 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 50 son adversos y 20 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería, actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, en la superficie restante, se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) con su derecho de vía de 853.30 m^2 (1.20%). La superficie restante del predio se mantendrá como área de conservación en una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 33 impactos, de los cuales 27 impactos se consideran negativos y 6 positivos, los cuales derivan principalmente por las actividades de remoción de la vegetación del predio, por la presencia de personal y por las actividades de nivelación, excavación e instalación de obras provisionales.

Las actividades de remoción de la vegetación de matorral costero implican la pérdida de ejemplares de flora y como consecuencia la reducción de la cobertura vegetal, el desplazamiento de la fauna y la pérdida de hábitats.

Para reducir los impactos sobre la flora, de manera previa a las actividades de desmonte, se realizará el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a la fauna, se contempla llevar a cabo actividades de ahuyentamiento y en caso de detectar fauna de lento desplazamiento o nidos de aves, se realizará su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental del proyecto.

Las actividades de nivelación y excavación provocarán cambios en la topografía del terreno, cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial del área que será ocupada.

Asimismo, se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de aguas residuales. También se producirán los residuos derivados de las actividades de desmonte, los cuales serán triturados para reincorporarse en las áreas ajardinadas.

Para las actividades en esta etapa se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes, el incremento en los niveles de ruido y la posible generación de residuos peligrosos.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 24 posibles impactos, de los cuales 13 interacciones se consideraron como impactos negativos y 11 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con todas las actividades de construcción de la obra civil, así como por la presencia de empleados.

Las actividades de cimentación con pilotes (dependerá de los resultados del estudio de mecánica de suelos), modificarán la topografía del predio al realizar las actividades de hincado. En las áreas ocupadas por las obras, se modificarán los patrones de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje, ya que se cubrirán de concreto las superficies de las obras techadas, sin embargo, se contempla la instalación de pozos de absorción para captar las aguas pluviales, manteniendo con ello la recarga del acuífero.

Las actividades de construcción de las obras implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la generación de nuevos hábitats por la conformación de áreas ajardinadas, en las que se utilizarán principalmente especies nativas y se dejarán las palmas y árboles de la vegetación original, promoviendo la creación de hábitats para la fauna. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos durante todas las etapas del proyecto, la compra de insumos para el mismo y la operación y mantenimiento del hotel una vez conformado.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 13 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 10 son negativos y 3 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación del hotel, lo cual conlleva actividades de manejo de residuos, uso de

agua y energía eléctrica, emisiones de gases, ruido, generación de aguas residuales, la presencia de huéspedes y personal, así como los derivados de las actividades de mantenimiento.

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 a la cámara 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.

También se prevé generar residuos peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento de las instalaciones del hotel, los cuales se dispondrán de manera adecuada y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

De la misma forma, se prevé la emisión de gases contaminantes derivados del uso de calderas y bombas en el área de servicios, sin embargo, estas recibirán su mantenimiento periódico y cumplirán con lo establecido en la normatividad aplicable.

Asimismo, se generará ruido derivado del funcionamiento de bombas y equipos del hotel, los cuales recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impactos	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	3	3	1	1	1	1	1	1	**12**	**0.25**	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	1	1	1	1	1	1	1	**10**	**0.13**	D
	Cambios en el microclima	N	1	3	1	3	3	1	3	3	**18**	**0.63**	NS
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	3	3	1	3	3	1	3	3	**20**	**0.75**	S
Suelo	Pérdida de suelo	N	3	3	1	1	3	1	3	3	**18**	**0.63**	NS
	Compactación del terreno	N	3	3	1	3	3	1	3	3	**20**	**0.75**	S
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N	3	3	1	3	3	1	3	3	**20**	**0.75**	S
Flora	Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	3	3	1	3	1	3	1	**18**	**0.63**	NS
	Reducción de la cobertura vegetal	N	3	3	3	3	3	1	3	3	**22**	**0.91**	S
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	3	1	3	1	1	1	1	**14**	**0.38**	NS
	Pérdida de hábitats para la fauna	N	3	3	3	3	1	1	3	3	**20**	**0.75**	S
	Colonización de hábitats por la fauna.	P	3	3	3	3	-	3	3	-	**18**	**0.63**	NS
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME	N	1	3	1	3	1	3	3	1	**16**	**0.50**	NS
	Incremento en la generación de RP	N	1	3	1	3	1	3	3	1	**16**	**0.50**	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	N	3	3	3	3	3	3	3	3	**24**	**1.00**	S
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	N	3	3	1	3	1	3	3	1	**18**	**0.63**	NS
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud	N	1	1	1	3	1	1	3	1	**12**	**0.25**	D
Economía	Generación de Empleos	P	3	3	3	3	-	3	3	-	**18**	**0.63**	NS
Paisaje	Modificación del paisaje	N	3	3	1	3	3	1	3	3	**20**	**0.75**	S

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

(-) Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impactos	Signo	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	**12**	**0.25**	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	**10**	**0.13**	D
	Cambios en el microclima	N	**18**	**0.63**	NS
Topografía	Alteración de las formas del terreno	N	**20**	**0.75**	S
Suelo	Pérdida de suelo	N	**18**	**0.63**	NS
	Compactación del terreno	N	**20**	**0.75**	S
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N	**20**	**0.75**	S
Flora	Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	**18**	**0.63**	NS
	Reducción de la cobertura vegetal	N	**22**	**0.91**	S
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	**14**	**0.38**	NS
	Pérdida de hábitats para la fauna	N	**20**	**0.75**	S
	Colonización de hábitats por la fauna.	P	**18**	**0.63**	NS
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME	N	**16**	**0.50**	NS
	Incremento en la generación de RP	N	**16**	**0.50**	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	N	**24**	**1.00**	S
Transporte y flujo de tráfico	Aumento del flujo vehicular	N	**18**	**0.63**	NS
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud	N	**12**	**0.25**	D
Economía	Generación de Empleos	P	**18**	**0.63**	NS
Paisaje	Modificación del paisaje	N	**20**	**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 12 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 19 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Hotel 15-18”.

De los 19 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 17 son negativos y 2 son positivos.

- **Directos e Indirectos**

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 15 impactos se calificaron como directos y 4 como indirectos, es decir, que el 78.95 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 21.05 % tienen efectos secundarios y terciarios.

Los impactos **directos** están relacionados con:

Impactos	Consecuencia (C)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	3
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	3
Alteración de las formas del terreno	3
Pérdida de suelo	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Aumento del flujo vehicular	3
Generación de Empleos	3
Modificación del paisaje	3

Mientras que como impactos **indirectos** se consideraron:

Impactos	Consecuencia (C)
Cambios en el microclima	1
Incremento en la generación de RSU y ME	1
Incremento en la generación de RP	1
Exposición a personas y riesgos de salud	1

- **Acumulativos.**

De la totalidad de los impactos, 17 (89.47 %) 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. Los impactos que se consideraron como acumulativos se enlistan en el siguiente cuadro:

Impactos acumulativos

Impactos	Acumulación (A)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	3
Cambios en el microclima	3
Alteración de las formas del terreno	3
Pérdida de suelo	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en la generación de RSU y ME	3
Incremento en la generación de RP	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Aumento del flujo vehicular	3
Generación de Empleos	3
Modificación del paisaje	3

El resto de los impactos 10.53% (2), se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de ruido y la exposición a personas a riesgos de salud.

- **Sinergia.**

En lo que se refiere a la sinergia, 6 (31.58 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con la pérdida de ejemplares de flora, la reducción de la cobertura vegetal, los cambios en la abundancia de fauna, la pérdida de hábitats, la colonización por parte de la fauna y el aumento en la demanda de agua y energía eléctrica.

Impactos sinérgicos

Impactos	Sinergia (S)
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Reducción de la cobertura vegetal	3

Impactos	Sinergia (S)
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Generación de Empleos	3

Los que se clasificaron como no sinérgicos fueron 13, es decir, el 68.42% y están relacionados con los cambios en la calidad del aire, por la generación de emisiones a la atmosfera y generación de ruido, cambios en el microclima, alteraciones a las formas del terreno, entre otros.

Impactos no sinérgicos

Impactos	Sinergia (S)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Cambios en el microclima	1
Alteración de las formas del terreno	1
Pérdida de suelo	1
Compactación del terreno	1
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	1
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Incremento en la generación de RSU y ME	1
Incremento en la generación de RP	1
Aumento del flujo vehicular	1
Exposición a personas y riesgos de salud	1
Modificación del paisaje	1

- **Momento, periodicidad y permanencia**

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 78.95 % (15) de los impactos se realizarán en un largo plazo; y los restantes 4 (21.05%) de los impactos tendrán un efecto a corto plazo y están relacionados con las emisiones de gases y de ruido, la pérdida de ejemplares de flora y la pérdida de suelo.

Impactos a largo plazo

Impactos	Momento o tiempo (T)
Cambios en el microclima	3
Alteración de las formas del terreno	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3

Impactos	Momento o tiempo (T)
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en la generación de RSU y ME	3
Incremento en la generación de RP	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Aumento del flujo vehicular	3
Exposición a personas y riesgos de salud	3
Generación de empleos	3
Modificación del paisaje	3

Impactos a corto plazo

Impactos	Momento o tiempo (T)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Pérdida de suelo	1
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1

En cuanto a la periodicidad, el 68.42 % (13) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con los cambios en la calidad del aire, cambios en el microclima, alteraciones de las formas del terreno, la pérdida de suelo, la compactación del terreno, los cambios en los índices de infiltración de agua, el retiro de la vegetación, los cambios en la abundancia de la fauna, la reducción de la cubierta vegetal, la pérdida de hábitats, la exposición a personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje.

Impactos ocasionales:

Impactos	Periodicidad (Pi)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Cambios en el microclima	1
Alteración de las formas del terreno	1
Pérdida de suelo	1
Compactación del terreno	1
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	1
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Reducción de la cobertura vegetal	1
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Pérdida de hábitats para la fauna	1
Exposición a personas y riesgos de salud	1
Modificación del paisaje	1

Los restantes 6 impactos, es decir el (31.58%) de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con colonización de hábitats, la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, el incremento en el consumo de agua y energía, el aumento del flujo vehicular y la generación de empleos.

Impactos recurrentes:

Impactos	Periodicidad (Pi)
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en la generación de RSU y ME	3
Incremento en la generación de RP	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Aumento del flujo vehicular	3
Generación de Empleos	3

Para el caso de la permanencia, 3 (15.79%) impactos se consideraron temporales y 16 (84.21%) permanentes.

Los impactos temporales están relacionados con:

Impactos temporales

Impactos	Permanencia (Pm)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1

Impactos permanentes

Impactos	Permanencia (Pm)
Cambios en el microclima	3
Alteración de las formas del terreno	3
Pérdida de suelo	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Colonización de hábitats por la fauna.	3
Incremento en la generación de RSU y ME	3
Incremento en la generación de RP	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Aumento del flujo vehicular	3
Exposición a personas y riesgos de salud	3

Generación de Empleos	3
Modificación del paisaje	3

- **Reversibilidad del impacto**

El 42.11 %, es decir 8 de los impactos negativos se consideran como reversibles a corto plazo y 9 (47.37%) como reversible en un periodo prolongado. Es importante mencionar que los dos impactos restantes, son impactos positivos y no se consideraron en la evaluación de este atributo.

Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con:

Impactos a corto plazo

Impactos	Reversibilidad (Rv)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Pérdida de hábitats para la fauna	1
Incremento en la generación de RSU y ME	1
Incremento en la generación de RP	1
Aumento del flujo vehicular	1
Exposición a personas y riesgos de salud	1

Impactos a largo plazo

Impactos	Reversibilidad (Rv)
Cambios en el microclima	3
Alteración de las formas del terreno	3
Pérdida de suelo	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Modificación del paisaje	3

- **Recuperabilidad.**

El 42.11% de los impactos, es decir 8 de ellos y el 47.37% o 9 de ellos se consideraron irrecuperables. El resto de los impactos se consideraron como recuperables. Para este atributo no se consideran los impactos positivos.

Impactos recuperables

Impactos	Recuperabilidad (Ri)
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	1
Incremento en la generación de RSU y ME	1
Incremento en la generación de RP	1
Aumento del flujo vehicular	1
Exposición a personas y riesgos de salud	1

Los impactos irrecuperables están relacionados con:

Impactos irrecuperables

Impactos	Recuperabilidad (Ri)
Cambios en el microclima	3
Alteración de las formas del terreno	3
Pérdida de suelo	3
Compactación del terreno	3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	3
Reducción de la cobertura vegetal	3
Pérdida de hábitats para la fauna	3
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	3
Modificación del paisaje	3

- **Índice de Incidencia y su significancia**

Ahora bien, con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos, 17 fueron impactos negativos; de estos, 7 fueron significativos, 9 fueron no significativos y 3 despreciables. Los impactos positivos fueron 2 y se calificaron como no significativos.

Los impactos negativos Significativos fueron:

Impactos	Signo	Significancia
Alteración de las formas del terreno	N	S
Compactación del terreno	N	S
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N	S
Reducción de la cobertura vegetal	N	S

Impactos	Signo	Significancia
Pérdida de hábitats para la fauna	N	S
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	N	S
Modificación del paisaje	N	S

Los impactos negativos No significativos corresponden a:

Impactos	Signo	Significancia
Cambios en el microclima	N	NS
Pérdida de suelo	N	NS
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	NS
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	NS
Colonización de hábitats por la fauna.	P	NS
Incremento en la generación de RSU y ME	N	NS
Incremento en la generación de RP	N	NS
Aumento del flujo vehicular	N	NS
Generación de Empleos	P	NS

Los impactos negativos Despreciables fueron:

Impactos	Signo	Significancia
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	D
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	D
Exposición a personas y riesgos de salud	N	D

En el caso de los impactos positivos, son los siguientes.

Impactos	Signo	Significancia
Colonización de hábitats por la fauna	P	NS
Generación de empleos	P	NS

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.

Impactos	Signo	Recuperabilidad (Ri)	
		Recuperable	Irrecuperable
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	1	
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	1	
Cambios en el microclima	N		3
Alteración de las formas del terreno	N		3
Pérdida de suelo	N		3
Compactación del terreno	N		3
Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial	N		3
Pérdida de ejemplares de vegetación, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	1	
Reducción de la cobertura vegetal	N		3
Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	1	
Pérdida de hábitats para la fauna	N		3
Incremento en la generación de RSU y ME	N	1	
Incremento en la generación de RP	N	1	
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	N		3
Aumento del flujo vehicular	N	1	
Exposición a personas y riesgos de salud	N	1	
Modificación del paisaje	N		3

Del total de impactos residuales identificados en el cuadro anterior, 8 se consideraron recuperables y 9 irrecuperables, por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

En cuanto a los impactos relativos a las alteraciones de las formas del terreno, la pérdida de suelo y su compactación, se consideraron como irrecuperables y sin posibilidad de medidas de mitigación, dado que se modificarán con las actividades de nivelación durante la construcción de las obras del hotel, 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.

Los impactos relativos a la reducción de la cobertura vegetal y la pérdida de hábitats, también serán irrecuperables, ya que el área donde se removerá la vegetación será ocupada por el hotel y la fauna se desplazará a otros sitios con vegetación.

El impacto relativo al uso de agua cruda se consideró irrecuperable, se producirá durante todas las etapas del proyecto y dado que al realizar estas actividades se podría reducir la disponibilidad de este recurso, lo cual sería permanente.

De igual forma, el impacto relacionado con el incremento en la demanda de energía eléctrica y agua, tratamiento de aguas residuales, se consideró como irrecuperable,

debido a que este se mantendrá vigente durante la vida útil del proyecto, por lo que el consumo de agua y energía es permanente.

En cuanto a la modificación del paisaje, es un impacto residual, dado que cuando se realice el proyecto no se podrá revertir a la condición actual.

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:

- **Aire**

Para este factor se consideraron 3 impactos, los cuales se calificaron como despreciables y están relacionados con los cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero y por la generación de ruido, así como los cambios al 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) (Masera *et al*., 2001).

El área del proyecto que se aprovechará posee vegetación de matorral costero, en la cual se encontraron los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo, trepador. La presencia de las especies arbustivas y arbóreas en esta asociación determina que existe una alta cobertura del terreno, lo que la convierte en una franja de vegetación muy sólida y difícil de penetrar. La mayoría de los ejemplares registraron diámetros a la altura de pecho entre los 5 y 19 cm, lo cual es característico de este tipo de vegetación, además de que tienen una abundancia importante de palmeras que no tienen tallos lignificados, y por lo anterior se espera que la biomasa aérea por la descomposición de los tallos sea baja.

Para el proyecto se removerá una superficie de 34,102.62 m^2 de este tipo de vegetación, lo cual aportará CO_2.

Sin embargo, una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29 %) se destinará para áreas de conservación que seguirán absorbiendo el CO_2, mitigando parte de la emisión que se generará por el desmonte. Además, en las áreas ajardinadas se contempla dejar árboles y palmas de la vegetación original, y emplear especies nativas y ornamentales de la región, por lo que también contribuirán a absorber el CO_2.

Por otra parte, durante el uso de la maquinaria para el desmonte y despalme, se emitirán gases contaminantes y de efecto invernadero durante su funcionamiento. Asimismo, se producirán gases contaminantes durante el uso de la maquinaria y equipos en la etapa constructiva del proyecto.

Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NOx, SO_2 e hidrocarburos, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. También se generará un gas de efecto invernadero como es el CO_2. Este impacto se consideró como directo, temporal, ocasional y recuperable, ya que los gases que se generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo.

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 el mantenimiento de las áreas de conservación y de las áreas ajardinadas. Este impacto se calificó como negativo, indirecto, con efecto a largo plazo, con aparición irregular, permanente e irrecuperable.

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 consideró como despreciable, ya que será temporal, y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto de acuerdo a las normas que apliquen a cada etapa.

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, y por el uso de bombas y calderas. Para reducir las emisiones de gases por parte de los equipos que se utilicen estos tendrán mantenimiento preventivo.

También se producirá ruido por parte de los huéspedes del hotel durante el uso de las áreas comunes, el cual se sumará al existente en la zona producido por la operación de hoteles, del parque Ventura Park, 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 preparación del sitio y construcción de las obras causarán cambios en la topografía, ya que se realizarán actividades de nivelación y excavación para la construcción de las obras.

La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, en la superficie restante, se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) y su derecho de vía que ocupa una superficie de 853.30m^2 (1.20%). Al mismo tiempo, se considera como área de conservación una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural.

Este impacto es negativo, directo, acumulativo, no sinérgico, con efecto a largo plazo, irreversible, con aparición irregular, permanente e irrecuperable, sin embargo, solo se realizará en la superficie ocupada por las obras techadas y no techadas. Cabe señalar que el predio posee una vialidad existente con su derecho de vía, que fue construido como parte de las obras del Desarrollo Turístico Costa Cancún, donde se modificó la topografía y está incluido como parte de las obras del proyecto, la cual en conjunto ocupa una superficie total de 3,630.30 m^2.

Derivado de lo anterior, solo se modificará la topografía en una superficie de 34,102.62m^2, que representa el 47.63 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental.

Se destinará una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29% del predio) para áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación original de matorral costero, halófita costera, manglar de borde y manglar mixto.

- **Suelo**

Para este factor se determinaron dos impactos relacionados con la pérdida del suelo y la compactación del terreno. El primero se calificó como no significativo y el segundo como significativo.

Durante las actividades de desmonte, se removerá la vegetación y el suelo en el área de desplante, provocando su pérdida. Este impacto se calificó como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, permanente e irrecuperable. Se removerá el suelo de una superficie de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo.

Para aminorar este impacto se contempla realizar el rescate del suelo del área de desmonte utilizando una cribadora para separar el material. Posteriormente, este será utilizado en las áreas ajardinadas que se proponen.

Con respecto al impacto relativo a la compactación del terreno, éste se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, permanente e irrecuperable. El predio posee un camino construido, donde ya se compactó el terreno.

Las actividades de desmonte y construcción de las obras causarán la modificación de las características del suelo por compactación en el área que ocupe, este impacto se producirá en una superficie que representa el 47.63% del predio y 0.08 % del sistema ambiental, lo cual se considera mínimo.

- **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.

Este impacto se consideró como negativo, directo, acumulativo, no sinérgico, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, irreversible, permanente e irrecuperable, sin embargo, solo se realizará en la superficie ocupada por las obras techadas y no techadas. Cabe señalar que el predio posee una vialidad existente con su derecho de vía, que fue construido como parte de las obras del Desarrollo Turístico Costa Cancún, donde se modificó la topografía y está incluido como parte de las obras del proyecto, la cual en conjunto ocupa una superficie total de 3,630.30 m^2.

Derivado de lo anterior, solo se modificará la topografía en una superficie de 34,102.62m^2, que representa el 47.63 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental.

En las áreas de vialidades, estacionamiento y las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas y hacia una de las cisternas para su almacenamiento y posterior uso en áreas como sanitarios y áreas de mantenimiento, manteniendo con ello la recarga del acuífero.

En las áreas de conservación se mantendrán los patrones de absorción y pautas de drenaje en las mismas condiciones. Se destinará una superficie de 33,864.24 m^2 para áreas de conservación donde se mantendrá la vegetación original de matorral costero, halófita costera, manglar de borde y manglar mixto.

En la vegetación de manglar de borde y manglar mixto se mantendrán los flujos de agua existentes y su circulación hacia el mar y viceversa. El manglar mixto presenta una inundación que parece permanente, ya que se observó incluso en temporada de secas, esto derivado a que está conectado con la hidrología regional de las cuencas de los humedales ubicados al oeste del campo de golf. Al no realizar actividades en esta zona, no se modificará la hidrología superficial y subterránea de este manglar.

La construcción de las obras no alterará el flujo subterráneo del agua hacia el humedal costero, dado que la cimentación de las obras techadas se realizará con pilotes (dependerá de los resultados del estudio de mecánica de suelos), por lo que, el agua pasará alrededor de estos, permitiendo la infiltración hacia el suelo natural y con ello hacia el acuífero. Las obras no techadas como el estacionamiento y vialidades y las áreas ajardinadas (13,389.48m^2) se sumarán a las áreas de conservación en cuanto a su permeabilidad, representando 66% del predio. Adicionalmente no se extraerá agua del acuífero para su consumo, ya que este provendrá de la red pública.

- **Flora**

Para este factor se determinaron dos impactos negativos relativos a la pérdida de ejemplares de vegetación de matorral costero, que incluyen especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la reducción en la cubierta vegetal, los cuales se calificaron como no significativos.

En términos generales el estado de conservación de los ambientes del SA definido para el proyecto “Hotel 15-18” se encuentran en una condición entre alto a medio, teniendo un registro con los valores más altos en la zona correspondiente a las áreas donde se desarrolla la vegetación de Manglar, la Asociación de Pastizal/ Tular/ Manglar, y la de Selva Baja, mismas que forman parte del polígono del ANP Manglares de Nichupté, y de una porción de la Reserva Privada de Moon Palace ubicada al suroeste del SA.

Las zonas con grado de conservación bajo están representadas por las áreas que ya tienen desarrollos turísticos o están desmontadas para ellos, tales como el campo de golf, el parque acuático Ventura Park y el “Hotel Lote 15-15” que se ubica al sur del predio objeto de esta MIA y que está en proceso de construcción. Estas áreas son pocas porque la zona aún no se ha desarrollado varias de las que aún cuentan con vegetación, siendo que ya tiene usos de suelo asignados por el PDU del Centro de Población de Cancún, con parámetros definidos para su desarrollo turístico o residencial ordenado.

En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SAR se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación ha permitido el establecimiento del ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace.

El predio se encuentra en la tercera etapa de la Zona Hotelera de Cancún, en una zona urbanizada, a la cual se puede acceder a través del Blvd. Kukulkán y corresponde a uno de los lotes turístico residenciales que fueron lotificados para el proyecto Desarrollo

Turístico Costa Cancún, que cuenta con autorización por parte de la SEMARNAT desde el año 2004.

De acuerdo con la caracterización de la vegetación en el predio se registró vegetación de duna costera y vegetación de manglar. En la vegetación de duna costera se definieron dos asociaciones: la vegetación halófita costera y de matorral costero. En el manglar se definieron las asociaciones de manglar de borde y manglar mixto.

El matorral Costero es la asociación con mayor porcentaje de ocupación con relación al predio con el 55.85 %, seguida por Manglar Mixto con el 23.23 %, el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20 %. En otros tipos de uso se encuentran la vialidad existente con un porcentaje de ocupación de 3.88% y las áreas desprovistas de vegetación con 1.20%.

En términos generales, la composición específica de las asociaciones vegetales de la duna costera y del manglar que se desarrollan en el área de estudio, son característicos y típicas de la vegetación costera del norte del estado, por lo que la cubierta vegetal corresponde a tipos de vegetación y asociaciones típicas en cuanto a estructura y composición, con un desarrollo secundario muy focalizado a los márgenes de la vialidad existente.

Para el proyecto se ocupará una superficie de aprovechamiento de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, en la superficie restante, se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) y su derecho de vía que ocupa una superficie de 853.30m^2 (1.20%). Al mismo tiempo, se considera como área de conservación una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) la cual se mantendrá con vegetación en estado natural.

En relación a los tipos de vegetación a afectar, el proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se utilizará la vialidad existente, así como su derecho de vía, en conjunto ocupan una superficie de 3,630.30m^2, sumando una superficie de aprovechamiento total de 37,732.92 m^2.

De acuerdo con lo anterior, se requiere remover una superficie de 34,102.62 m^2 de vegetación forestal, lo que representa el 47.63 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental. El impacto de la reducción de la cobertura vegetal se consideró como negativo, directo, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, irreversible, permanente e irrecuperable.

Para minimizar el impacto sobre la reducción de la cubierta vegetal las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación, la totalidad de la vegetación halófita, parte de la vegetación de matorral que queda después de la vialidad existe y su derecho de vía y en las franjas de amortiguamiento, así como la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto. De esta manera se

garantiza que continúe la continuidad de la vegetación que podrá seguir siendo utilizada como hábitat para la fauna.

Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las superficies y porcentajes de aprovechamiento y conservación por tipo de asociación vegetal.

En relación al impacto sobre la pérdida de ejemplares de vegetación de matorral costero, este se consideró como directo, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, irreversible, permanente y recuperable. Para minimizar el impacto sobre los ejemplares que se afectarán por las actividades de desmonte, 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 ajardinadas del proyecto.

Este impacto está relacionado con la afectación de especies bajo alguna categoría de riesgo, dado que se afectarán algunos ejemplares de la palma chit (*Thrinax radiata*) y palma nacax (*Coccothrinax readii*), sin embargo, se considera dar prioridad al rescate de estas especies y llevar su monitoreo.

Por otra parte, se conservará el 47.29 % 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 las demás áreas con vegetación, por lo que no se generará la fragmentación que ponga en riesgo la conexión entre ecosistemas ni entre especies.

Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto logran una continuidad con los demás lotes que poseen vegetación, y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locales de la flora y fauna.

De tal forma que en las áreas de conservación del proyecto se mantendrán los recursos biológicos suficientes para que continúen sus interacciones naturales, por un lado, la vegetación proporcionando sus diferentes bienes y servicios ambientales, como hábitat y recursos para la fauna, y esta última interactuando con los procesos de dispersión de semillas, polinización, reproducción entre especies, entre otros. En conjunto se mantendrán las condiciones biológicas en los ecosistemas que se conservarán en el sistema ambiental para que prevalezcan los procesos ecológicos que determinan su conservación a largo plazo.

Por otra parte, no se prevé ningún tipo de afectación sobre el humedal con manglar ubicado al oeste del predio, dado que se tomarán las medidas necesarias para evitar que los residuos y materiales se dispersen hacia esta zona, mediante la colocación de un tapial alrededor de las áreas de construcción. Las obras planteadas no ocasionarán interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar.

El flujo subterráneo no será modificado por el proyecto, dado que las obras se construirán sobre pilotes (dependerá de los resultados del estudio de mecánica de suelos). No obstante, en las zonas que sea con pilotes se continuará el flujo que existe actualmente y su circulación hacia el mar y viceversa. Para la construcción de las albercas se requiere realizar la excavación de 1.20m sobre el nivel de plataforma, la cual tendrá un grosor de 60 cm sobre el nivel de suelo natural, por lo que no se llegará al nivel estático que se encuentra a 1.55 promedio del nivel topográfico donde se encuentra el camino (1.40 msnm), por lo que no se llegará al nivel freático y por tanto no se afectará el flujo subterráneo.

De esta manera, con la realización del proyecto no se disminuirán las funciones generales del humedal ni del manglar, por lo que mantendrá la productividad natural (primaria y secundaria) ya que no se alterará ninguna de sus vinculaciones o procesos, por lo que no se afectará el flujo hidrológico existente, proceso que es clave para el movimiento de materia orgánica y nutrimentos.

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 llevar a cabo acciones de limpieza del manglar del predio y del humedal aledaño, así como el monitoreo anual del humedal y sus condiciones ambientales dentro del predio.

En relación con la vegetación de duna costera, las áreas de conservación se mantendrán en condiciones naturales y se plantea desplantar las obras detrás del primer cordón de dunas.

De acuerdo a la topografía, la geoforma del primer cordón de duna no presenta elevaciones pronunciadas entre el frente-cresta y post duna, sin embargo, está bien identificado en campo cuando se correlaciona la elevación topográfica con la vegetación que crece sobre ella, y el tipo de sustrato observado, ya que en este primer cordón el sustrato arenoso es más móvil que en las dunas posteriores, y la vegetación que domina es la herbáceo-arbustiva. En la zona de matorral costero las dunas ya están estabilizadas y el sustrato es rico en materia orgánica, formando un suelo estable, lo que permite soportar una vegetación arbórea como la que se encuentra en el sitio (matorral costero).

La obra más cercana (las áreas ajardinadas y los Swim up de las habitaciones) se ubican detrás de la cresta del primer cordón de dunas, por lo que se respetará lo establecido en los criterios URB-55 y URB-56 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

- **Fauna**

Para este factor se determinaron dos impactos negativos relacionados a los cambios en la abundancia de la fauna y la pérdida de hábitats, el primero se calificó como no significativo y el segundo como significativo. También se determinó un impacto positivo

relacionado con la colonización por parte de la fauna, no obstante, este resulto como no significativo.

En términos generales el estado de conservación de los ambientes del SA definido para el proyecto “Hotel 15-18” se encuentran en una condición entre alto a medio, teniendo un registro con los valores más altos en la zona correspondiente a las áreas donde se desarrolla la vegetación de Manglar, la Asociación de Pastizal/ Tular/ Manglar, y la de Selva Baja, mismas que forman parte del polígono del ANP Manglares de Nichupté, y de una porción de la Reserva Privada de Moon Palace ubicada al suroeste del SA.

Las zonas con grado de conservación bajo están representadas por las áreas que ya tienen desarrollos turísticos o están desmontadas para ellos, tales como el campo de golf, el parque acuático Ventura Park y el lote del Hotel 15-15 que está ubicado al sur del predio de este proyecto y que está en proceso de construcción. Estas áreas son pocas porque la zona aún no se ha desarrollado varias de las que aún cuentan con vegetación, siendo que ya tiene usos de suelo asignados por el PDU del Centro de Población de Cancún, con parámetros definidos para su desarrollo turístico o residencial ordenado.

En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SA se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación ha sido promovida al estar comprendidos dentro de las ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace.

Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio se reportó una riqueza específica relativamente baja en la mayoría de los grupos (S=40) en comparación con el número de especies reportadas en el Sistema Lagunar Nichupté, que se encuentra muy cercano al área de estudio que asciende a 166 especies (78 peces, 10 anfibios, 15 reptiles, 43 aves y 20 mamíferos). Esto se debe a varios aspectos, entre ellos se encuentra la estacionalidad, el estado de conservación de la vegetación, el cual refleja un cierto grado de modificación y el tamaño del predio que por supuesto no tiene representados todos los ambientes diferentes con los que cuenta el Sistema Lagunar completo.

La fauna dentro del predio presenta una distribución heterogénea relacionada con los ambientes o tipo de vegetación disponibles en el sitio. En general la fauna de este sitio se observó temerosa, ya que cualquier actividad o ruido registrado generó migración o movimiento hacia otras secciones del predio.

En términos generales, el sitio presenta características adecuadas para el desarrollo de las comunidades faunística que soporta, ya que la vegetación se mantiene en buen estado de conservación, y la ausencia de actividades humanas ni infraestructura favorece su movimiento por los hábitats presentes.

Así mismo, se mantendrán los pasos de fauna que se encuentran en la vialidad existente, lo cual favorece el desplazamiento de la fauna entre las áreas de conservación de matorral y humedal. Asimismo, favorece el flujo de agua hacia y desde el humedal ante

eventos extraordinarios de inundación.

En relación con el impacto sobre los cambios en la abundancia de la fauna se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, reversible, temporal y recuperable. Este impacto ocurrirá desde el inicio de actividades, ya que se prevé que la fauna se desplace hacia otras áreas con vegetación ante la presencia del personal.

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.

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, fuerza y dirección del viento y humedad (Mandujano *et al*., 2008). Esto dificulta su permanencia en sitios perturbados, sin embargo, algunas especies principalmente del trópico son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día; cada grupo presenta un rango de tolerancia térmica, adaptación conductual y fisiológica. Esto permite a los anfibios y reptiles habitar en pastizales, en el borde o en el interior de un bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo de diversas y complejas maneras a los cambios en el microhábitat (Gómez, 2007).

Para aminorar el impacto sobre las especies registradas u otras que pueden utilizar el predio, se contempla que, de manera previa a iniciar las actividades de desmonte y despalme, se lleven a cabo actividades de ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechamiento se desplacen hacia las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental. En el caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación.

Este impacto está relacionado con la afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el área de estudio se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana). Se considera que las aves de estas especies se desplazarán fácilmente ante la presencia humana. En el caso del reptil y el mamífero se prevé que se desplacen durante las actividades de ahuyentamiento de fauna y en caso de registrar algún ejemplar que no se pueda mover se procederá a su rescate y reubicación en las áreas de conservación de acuerdo al Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-P.

También a la playa del predio llegan a anidar tortugas marinas de dos especies de acuerdo con los registros que lleva el Campamento Tortuguero Tamul que hace recorridos en la zona, las cuales no se verán afectadas por el proyecto. Durante la etapa constructiva, el área de aprovechamiento del proyecto será delimitada con tapial para

evitar que los trabajadores pasen hacia las áreas de conservación y la playa, por lo que continuarán los procesos de anidación que se desarrollan.

En la etapa operativa, se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a estos organismos como la restricción de actividades, el retiro de obstáculos, el mantenimiento de la limpieza. El campamento Tamul seguirá llevando las actividades de aprovechamiento no extractivo de acuerdo con la autorización vigente.

Con respecto a los sitios potenciales de anidación, es característico el sitio en la playa que cada género escoge para anidar y parece estar relacionado con la talla y el peso promedio del animal. En el caso de la tortuga blanca (*Chelonia mydas*) busca espacios libres de vegetación, mientras que la tortuga caguama (*Caretta caretta*) busca una situación intermedia, ya que anidan al final de la primera terraza, en lugares libres de vegetación y comúnmente al primer intento.

Sin embargo, durante los monitoreos realizados por el personal del Campamento Tamul, se ha registrado que las tortugas prefieren anidar en la zona de vegetación halófita costera. Para el monitoreo de las tortugas se realizó la zonificación de la playa, definiendo tres zonas: zona A (que va desde la línea de marea alta hasta aproximadamente 3 m en la franja de arena), zona B (es la zona de playa abierta donde no hay cobertura vegetal) y zona C (incluye toda el área de vegetación halófita). De acuerdo con lo anterior, los sitios potenciales de anidación en el predio son en la playa y en el área con vegetación halófita costera. El proyecto mantendrá en conservación toda la vegetación halófita, de ahí que el hábitat para anidación de estas especies no será impactado en ninguna proporción.

Durante la etapa constructiva se podrían acercar al sitio algunas especies tolerantes a las condiciones de perturbación. Algunas de las especies observadas en el predio son consideradas como características de zonas perturbadas, ya que suelen adaptarse con facilidad a las nuevas condiciones ambientales como *Columbina passerina* (Tortolita común), *Quiscalus mexicanus* (Zanate), *Streptopelia decaocto* (Paloma), *Ortalis vetula* (Chachalaca vetula), *Cyanocorax yucatanicus* (Chara Yucateca) y *Pitangus sulphuratus* (Luis Grande), *Dasyprocta punctata* (Sereque), *Sciurus yucatanensis* (Ardilla) y *Nasua narica* (Coati de nariz blanca) por ejemplo. En caso de que ocurra, se evitará dañar o maltratar a los ejemplares de fauna y se promoverá su protección.

De la misma forma, se promoverá el conocimiento y la protección de las especies que estén en riesgo, con el fin de crear conciencia de su importancia en los ecosistemas del predio.

En el área de estudio se mantendrán áreas de conservación en el 47.29 % del predio en las que se desarrolla vegetación de matorral costero, vegetación halófita costera, manglar de borde y manglar mixto, que proveerán de hábitat a la fauna que se registró, y donde los ejemplares se podrán mover para continuar utilizando esta área como hábitat.

Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto se conectarán con las áreas con vegetación colindante, y de esta forma la permanencia de los procesos

biológicos locales de la fauna como su movilidad entre el sitio y la vegetación circundante, así como la disponibilidad de refugio y alimento.

Asimismo, se crearán nuevos hábitats para la fauna con la conformación de las áreas ajardinadas, por lo que se proveerán de nuevos sitios de alimentación y refugio para la fauna, ya que se utilizarán especies nativas y se dejarán algunos árboles y palmas de la vegetación original.

Zona marina

Como se mencionó en el proyecto la zona litoral será utilizada por los huéspedes para actividades de nado, que están dentro de las permitidas por el Plan de Manejo del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

De acuerdo con la caracterización de la zona marina, la sección denominada primera sección de la laguna arrecifal es la más próxima a la línea de costa y por lo tanto la de mayor accesibilidad. Actualmente se encuentra dominada por crecimientos de algas y pastos marinos, lo que puede albergar numerosos grupos faunísticos en diferentes temporadas del año.

Para evitar afectaciones sobre los organismos marinos que se desarrollan en esta zona se establecerá un reglamento y se colocará señalización que indique la prohibición de colecta de ejemplares marinos, la realización de actividades de pesca comercial-deportivo-recreativa y el uso de embarcaciones, entre otras. En todo momento se respetarán las reglas establecidas en el decreto y el Plan de Manejo del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Por otra parte, no se prevén afectaciones a las zonas arrecifales, ya que estas se ubican a aproximadamente 2.9 km de la costa, por lo que se encuentran muy alejadas y los huéspedes no llegarán hasta ellas.

- **Residuos**

En este factor se determinaron dos impactos adversos, ambos se consideraron como no significativos y están vinculado con el incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y el otro se calificó como no significativo y se relaciona con el incremento en la generación de residuos peligrosos.

El impacto relativo al incremento de la generación de residuos sólidos y de manejo especial se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

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 sitios específicos dentro del predio.

El material vegetal derivado de las actividades de desmonte será dispuesto en un sitio dentro del área de aprovechamiento, para realizar su corte y triturado con una trituradora marca Vermeer. El material triturado que se obtenga será empleado en la conformación de las áreas ajardinadas del proyecto.

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 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 de Benito Juárez o entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

En cuanto al manejo de aguas residuales, durante la etapa de preparación y construcción, 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, quien se encargará del traslado y disposición final de las aguas residuales. Se verificará que dicha empresa cuente con las autorizaciones correspondientes.

Durante la etapa operativa, se espera generar aguas grises provenientes de las cocinas, lavanderías, regaderas, albercas y lavado en general en las áreas de mantenimiento. De igual forma se espera generar aguas negras provenientes de los inodoros. En ambos casos, estas aguas se conducirán a través de una red interna e independiente una de la otra, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros.

El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas.

El efluente de la PTAR será utilizado para el riego de las áreas ajardinadas, y el excedente inyectado a un pozo el cual se construirá a 100 m de profundidad para evitar la contaminación del acuífero. Esta profundidad fue determinada por el estudio geohidrológico anexo a esta MIA-P. Con estas medidas también se promueve la protección del medio marino que se ubica en la zona de influencia del proyecto.

Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. Mientras que el agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre. Esta medida permitirá proteger el medio marino que se ubica en la zona de influencia del proyecto.

En la operación del proyecto, los residuos que generen por los huéspedes del hotel serán acopiados y separados en contenedores. Posteriormente, estos serán trasladados a las cámaras de basura y dispuestos mediante el servicio de limpia municipal. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje y que cuente con las autorizaciones de la autoridad correspondiente.

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, para su posterior entrega a una empresa encargada de su procesamiento para generar diésel.

En relación con el impacto relativo al incremento en la generación de residuos peligrosos se consideró como negativo, indirecto, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé que se generen residuos peligrosos, tales como botes vacíos de pegamento y estopas impregnadas con hidrocarburos o solventes por el uso de la maquinaria, los cuales se dispondrán en contenedores y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

En la etapa operativa se espera la generación de residuos peligrosos derivado de las actividades de mantenimiento de bombas, calderas y equipos de las áreas de servicio y de la planta de tratamiento. Estos residuos serán dispuestos en contenedores dentro de un almacén de residuos peligrosos 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 presente 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.

- **Demanda de infraestructura de servicios.**

Para este factor se determinó un impacto relacionado con el aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica y demanda de agua, el cual se calificó como significativo.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, reiterativo, permanente e irrecuperable, sin embargo, dentro de la planeación urbana del municipio está considerada esta área para la provisión de estos servicios, de acuerdo a las proyecciones que realiza con la CFE y la empresa que provee el agua.

En relación con la demanda de energía eléctrica, se realizará la conexión a la red de suministro proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad y se realizará la conexión a la red de suministro de agua potable municipal. Durante la etapa operativa se realizará la implementación de medidas de ahorro de agua y luz, a través de la instalación de WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua y programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a determinada hora. Al mismo tiempo se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generacion de energía eléctrica.

- **Transporte y flujo de tráfico**

Para este factor se determinó un impacto relativo al aumento del flujo de tráfico en la zona, el cual se calificó como no significativo. Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, reversible, reiterativo, permanente y recuperable.

Este impacto se refiere al movimiento adicional de vehículos derivado del traslado de materiales al sitio del proyecto. Este impacto se calificó como no significativo, dado que los vehículos que trasladen el material del proyecto hacia al predio, se sumarán al flujo existente en la zona.

Durante la etapa operativa, los vehículos que lleguen proyecto se sumarán a los existentes y el proyecto contará con sus propias áreas de estacionamiento.

- **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. Este se consideró como indirecto, simple, con efecto a largo plazo, reversible, de aparición irregular, permanente y recuperable.

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 durante la construcción de las obras durante el uso de equipo y maquinaria, sin embargo, se utilizará el equipo de seguridad necesario para cada actividad.

Durante la etapa operativa, podría ocurrir algún accidente durante las actividades de mantenimiento del hotel, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar que esto ocurra.

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 no significativo y está vinculado con la generación de empleos. Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente.

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 ya que se contratará personal de todas las áreas que se requieren para el hotel. 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 la modificación del paisaje, el cual se calificó como significativo. Este se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, con aparición irregular, permanente e irrecuperable.

El paisaje se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción por las actividades de presencia de personal, entrada y salida de vehículos con material, manejo de residuos, etc.

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. Además, con el uso del tapial alrededor del área de aprovechamiento se reducirá el impacto visual del proyecto.

La visibilidad del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores que transitan por el campo de golf, los que acceden por el camino existente, los que visitan el parque acuático Ventura Park, por la playa o la zona marina en las embarcaciones. Las actividades no son percibidas desde la carretera debido a que esta se encuentra a 4.0 km al oeste del área donde pretende desplantarse el proyecto.

Desde las embarcaciones, el proyecto será perceptible en sus tres etapas, durante la etapa de construcción será visible el equipo y maquinaria que serán empleados, así como la presencia del personal, ya que se observarán por encima del tapial.

El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PMDU de Benito Juárez. De las obras la que sobresaldrá principalmente del paisaje será el edificio principal ya que tiene 12 niveles, las otras áreas se integrarán parcialmente a la vegetación existente. Para esto el proyecto considera un perímetro de área de conservación hacia el predio vecino.

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN. 3
2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 3
3 APLICACIÓN DE MEDIDAS 4
3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS 5
3.2 MEDIDAS GENERALES 5
3.3 MEDIDAS ESPECÍFICAS. 8
3.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA TOPOGRAFÍA Y SUELO 8
3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA 9
3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA 10
3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA TERRESTRE. 13
3.8 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS. 15
3.9 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA. 18
3.10 ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DEL TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO. 19
3.11 ESTRATEGIAS PARA MANTENER EL PAISAJE. 20

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 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 "Lote 15-18", 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 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

En la matriz de evaluación de impactos y de jerarquización descrita en el Capítulo V, se analizaron los indicadores de cambio de un total 12 factores ambientales, así mismo se identificaron 19 posibles impactos potenciales que se pudieran generar durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Lote 15-18".

De los 19 impactos potenciales identificados para el proyecto 17 son negativos y 2 son positivos. A continuación, se presentan los impactos ambientales identificados por cada factor evaluado.

Cuadro 1. Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria
	Cambios en el microclima
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del suelo
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.
Flora	Pérdida de ejemplares de matorral costero y halófita costera, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Reducción en la cobertura de la vegetación.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Pérdida de hábitats para la fauna.
	Colonización de hábitats por la fauna.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP).
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
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

Ahora bien, una vez presentados los impactos identificados, se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación para cada una de las etapas que comprende el proyecto y basadas en cada uno de los factores evaluados, por lo que éstas se dividirán en dos grandes grupos: medidas generales y medidas específicas.

3 APLICACIÓN DE MEDIDAS

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio, basados en el trabajo de campo y en el conocimiento específico de sus atributos ambientales, se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

1. Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación, construcción y operación).

2. Aplicación de medidas específicas de prevención y mitigación en las actividades realizadas en cada una de las etapas del proyecto.

Al mismo tiempo 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 Rescate de Flora
- Programa de Rescate de Fauna
- Programa de Manejo de Residuos Solidos

3.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

Derivado de la realización de actividades recreativas en la zona marina, durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto; se considerarán como medidas preventivas las siguientes:

Medidas preventivas para la zona marina
Se instalarán señalamientos de reglamento en la zona de playa
Se insistirá a los huéspedes y visitantes que la colecta de ejemplares marinos está prohibida
No se considera el uso de embarcaciones.
Se promoverá el uso de bronceadores y bloqueadores biodegradables.
No se llevarán a cabo actividades de pesca comercial-deportivo-recreativa.
No se llevará a cabo actividades de dragado o que generen la suspensión de sedimentos.
Estará prohibido el uso de popotes de plástico, envases para bebidas, platos, vasos, tazas, copas, charolas y cubiertos desechables de plástico, los productos derivados del poliestireno expandido y, demás productos previstos en el Art. 22 de la Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del Estado de Quintana Roo
Se colaborará con el ANP en las actividades que se promuevan para la protección de la zona marina.
Se aplicarán las medidas para el adecuado manejo de aguas residuales (PTAR), utilización e inyección del efluente conforme la normatividad vigente de la SEMARNAT y del Protocolo de Cartagena, para evitar generar afectaciones indirectas a la calidad del agua y al ecosistema marino de la zona de influencia del proyecto.

3.2 MEDIDAS GENERALES

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 2).

Cuadro 2. Agrupación de impactos ambientales susceptibles de generarse por etapa y factor.

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
Aire	Cambios en la calidad del		Se verificará que la maquinaria antes de	Equipos y máquinas y en buen estado de

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
	aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	**Preparación, construcción y operación**	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.	afinación y funcionamiento.
			Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sean utilizados, fuera de la obra en talleres autorizados.	Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido durante el uso de la maquinaria.		La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se requiera.	Niveles máximos de ruido permitidos de acuerdo a las normas oficiales mexicanas.
			El horario laboral será de 7:00 a 17:00 hrs.	
	Cambios al microclima		Se mantendrá como área de conservación una superficie de 33,864.24 m^2 en la cual podrán darse los procesos de absorción de CO_2 de la atmósfera y mitigar una parte del nivel de ruido que se genere.	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas de conservación.
Salud humana	Exposición de personas a riegos de salud	**Preparación, construcción y operación**	Será indispensable el uso de equipo de seguridad mínimo necesario: chaleco, botas, casco y arnés.	Bitácora de entrega de equipo a los trabajadores. Inspección visual de uso de equipo.
			Será indispensable el uso de equipo de protección personal específico cuando la actividad a realizar lo amerite.	
			Se tendrá siempre a mano la hoja de seguridad de cada sustancia y se clasificarán según la compatibilidad.	Ubicación adecuada de la hoja de seguridad de las sustancias peligrosas.
			En caso de un evento meteorológico, se retirará al	Impartición de pláticas de

Factor	Impacto	Etapa	Medidas	Indicador
			personal del sitio, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil. El material que pudiera convertirse en un proyectil a causa de los vientos será colocado en un área segura.	concientización y educación ambiental. Presencia / ausencia de señalización y delimitación del área de trabajo.
Todos		**Construcción y operación**	Se colocarán señalizaciones que promuevan el respeto de los límites permitidos, así como de la protección de los recursos de flora, fauna y agua. Adicional a la disposición adecuada de residuos. Se realizarán pláticas de inducción ambiental entre los trabajadores enfocadas a proteger los recursos y cumplir las medidas.	Mantenimiento de las señalizaciones. Ausencia de sanciones a trabajadores por incumplimiento de medidas. Estrategia de implementación cuatrimestral o semestral, y asistencia efectiva.

3.3 MEDIDAS ESPECÍFICAS.

Estas medidas serán aplicables a los posibles impactos generados por cada factor en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto que no puedan ser mitigados con las medidas generales.

3.4 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 33,864.24 m^2 al mismo tiempo que se acondicionará como área ajardinada una superficie de 9,264.00 m^2 misma que será reforestada con especies provenientes del rescate de flora, adicionalmente, se consideran 4,125.48 m^2 correspondientes al área de estacionamiento no techado y vialidades. Teniendo entonces un total de 47,253.72 m^2 como área permeable.

En cuanto a la pérdida de suelo, se tiene que el material producto del desmonte será triturado en su mayoría para después ser utilizado en el acondicionamiento de las jardineras con el fin de enriquecer el sustrato.

Ahora bien, las medidas de mitigación propuestas para los impactos generados a la topografía y el suelo tienen como objetivo principal:

- Minimizar la pérdida 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.

Cuadro 3. 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 de las formas del terreno. Pérdida de suelo. Compactación del terreno.	Mantenimiento del 66% de la superficie total del predio como área permeable.	X	X	X	Mantenimiento de la superficie indicada y condiciones óptimas de la cubierta vegetal de las áreas verdes de conservación. Volumen del sustrato vegetal que será acopiado posterior al desmonte de la vegetación. Reutilización del sustrato cribado obtenido en las
	Las obras de desplante del proyecto serán piloteadas, permitiendo así el mantenimiento del flujo de agua superficial y subterráneo.	X	X	X	
	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 del proyecto.	X	X		

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
					actividades de rescate de flora.

3.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS AL FACTOR AGUA.

Partiendo de que el desplante del proyecto en su totalidad será piloteado, se ha considerado que el flujo hidrológico subterráneo del agua y parte del superficial no se verían afectados ya que no se estaría interrumpiendo las direcciones ni volúmenes de flujo con el desarrollo del mismo, ni la infiltración natural, 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 de 33,864.24 m^2 al mismo tiempo que se acondicionará como área ajardinada una superficie de 9,264.00 m^2 misma que será reforestada con especies provenientes del rescate flora, adicionalmente, se considera una superficie de 4,125.48 m^2 correspondientes al estacionamiento no techado y a vialidades. En conjunto estas áreas suman un total de 47,253.48 m^2 como área permeable lo que representa el 66% de la superficie total del predio. Ahora bien, las medidas descritas en el siguiente cuadro tienen como objetivo principal:

- Favorecer la absorción de agua al subsuelo y permitir el mantenimiento de los flujos hídricos.

Cuadro 4. 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.	Elaboración y presentación a la autoridad del estudio de mecánica de suelos, que sustenten la cimentación de las obras.	X	X		Confirmación del tipo de cimentación a utilizar por áreas, y presentación del estudio a la autoridad.
	Las obras de desplante del proyecto se proponen piloteadas, permitiendo así el mantenimiento del flujo subterráneo del agua y la infiltración al subsuelo.	X	X		Conformación e integridad de las áreas ajardinadas y áreas de conservación. Mantenimiento y vigor de la vegetación en áreas ajardinadas.
	Delimitación de las áreas de conservación para evitar afectaciones y que el agua siga infiltrándose hacia el subsuelo en ellas.	X	X		
	Mantenimiento de la superficie indicada como área de conservación con vegetación natural.	X	X	X	
	Reforestación de una superficie de 9,264.00 m^2 correspondiente a las áreas ajardinadas; con especies propias del rescate y en caso de ser necesario con especies de ornato provenientes de viveros autorizados.	X	X	X	

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	El proyecto instalará un sistema de pozos pluviales en las vialidades. En las azoteas de los edificios del hotel se captará el agua de lluvia, la cual será conducida a través de tubos de PVC hacia las jardineras. Todo esto para dirigir el agua de precipitación de las áreas de aprovechamiento hacia el subsuelo.		X	X	Mantenimiento del sistema de drenaje pluvial que se habilitará en el predio.
	Verificación de las condiciones de los pasos de agua ubicados en la vialidad existente que se ubiquen más cercanos al predio.		X	X	Mantenimiento de los pasos de agua más cercanos al predio para permitir el flujo de agua y fauna a través de ellos.

3.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FLORA.

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 proyecto se desplantará sobre vegetación de matorral costero. Es importe señalar que algunas de las especies pertenecientes al matorral costero, se encuentran enlistadas en alguna de las categorías de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, sin embargo, se ha considerado realizar el rescate de las mismas y salvaguardarlas de manera temporal en un vivero para que una vez concluida la etapa de construcción, éstas sean plantadas en las áreas ajardinadas contempladas dentro 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.

- Mantener la cobertura vegetal comprometida para la continuidad de los procesos biológicos de las especies.

Cuadro 5. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la vegetación.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Pérdida de ejemplares de matorral costero y halófita costera, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Reducción de la cobertura vegetal.	El proyecto mantendrá como área de conservación 33,864.24 m^2 al mismo tiempo que se acondicionará como área ajardinada una superficie de 9,264.00 m^2 misma que será reforestada con especies provenientes del rescate flora.	X	X	X	Presencia y condición de la malla electro soldada que delimita el área de conservación. 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. Mantenimiento de las plantas en área de conservación. Traslado y mantenimiento
	Las áreas que serán intervenidas deberán de estar delimitadas con una malla electrosoldada para evitar que los operadores de las máquinas afecten las áreas que no son parte del aprovechamiento.	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		
	El material vegetal resultante del desmonte será seleccionado para triturarse. Este material vegetal triturado será utilizado posteriormente en las actividades de 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 plantas jóvenes, 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			de las plantas rescatadas a al vivero provisional.
	Se mantendrán sin alteraciones las áreas destinadas a conservación.	X	X	X	Porcentaje de sobrevivencia y estado fitosanitario de los ejemplares rescatados.
	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 ajardinado del proyecto.	X	X		Adaptación y sobrevivencia de las especies trasplantadas en las áreas ajardinadas. Verificación de la superficie y condiciones óptimas de la vegetación en las áreas ajardinadas y de conservación del proyecto.
	El proyecto se sumará a los esfuerzos de protección de los humedales, realizando el monitoreo anual de las condiciones de flora, fauna e inundación del humedal que se ubica dentro de sus límites, así como llevar a cabo acciones de limpieza del humedal aledaño. Este monitoreo podrá ser de manera independiente o sumado a los esfuerzos de las ANP privada o públicas cercanas.	X	X	X	Reporte del monitoreo de las condiciones del humedal del predio conforme pase el tiempo en los informes de cumplimiento que dicte la autoridad.
	Se colocará señalización en el camino existente y dentro de las obras, que promuevan la protección de la flora presente.	X	X	X	Reporte del cumplimiento de las medidas que promuevan la señalización.

3.7 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS A LA FAUNA TERRESTRE.

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 las 40 especies registradas, cuatro de ellas se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana). Las dos primeras especies en la categoría de protección especial (Pr), y la tercera y cuarta especie en la categoría de Amenazadas (A). Ahora bien, para determinar las especies sobre las cuales habrá interés particular será necesario tomar en cuenta los criterios de selección descritos en el Programa de Rescate de Fauna anexo a la presente MIA-P.

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 6. 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 de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pérdida de hábitats para la fauna. Colonización de hábitats por la fauna.	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	X		Presencia y condición de la malla electro soldada que delimiten las áreas de conservación. Presencia-ausencia de fauna dañada. Reporte de atención y liberación de especies de fauna que sean objeto de rescate.
	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 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	X			

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	aprovechamiento, se desplace a otros sitios por el ruido que generen las máquinas y motosierras.				Cumplimiento o desacato al reglamento de obra. Presencia o ausencia de gatos, perros domésticos u otras especies ferales o nocivas. Bitácoras y reportes de registro de arribo de tortugas y/o nidos proporcionados por el campamento autorizado.
	Se realizará la captura y reubicación a las áreas de conservación de los individuos de lento desplazamiento que se localicen dentro del área de aprovechamiento.	X	X		
	Se elaborará y aplicará el reglamento interno de obra.	X	X		
	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 a los trabajadores.	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 campamento Tortuguero Tamul quien es el que realiza el monitoreo y protección de arribos de tortugas marinas protegidas en el frente de playa del predio.	X	X	X	
	Para la protección de las tortugas marinas se aplicarán las siguientes medidas: Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am. Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. No se colocarán obstáculos que limiten el desplazamiento de las hembras durante la anidación o la llegada de las crías al mar.		X	X	

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. En el frente de playa se mantendrá la vegetación que existe. Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena.				
	El proyecto se sumará a los esfuerzos de protección de los humedales, realizando el monitoreo anual de las condiciones de flora, fauna e inundación del humedal que se ubica dentro de sus límites. Este monitoreo podrá ser de manera independiente o sumado a los esfuerzos de las ANP privada o públicas cercanas.	X	X	X	Reporte del monitoreo de las condiciones del humedal del predio en los informes de cumplimiento que dicte la autoridad.
	Se colocará señalización en el camino existente y dentro de las obras, que promuevan la protección y movimiento de la fauna presente.	X	X	X	Reporte del cumplimiento de las medidas que promuevan la señalización.

3.8 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO POR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS.

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 Integral de Manejo de Residuos del proyecto, documento que forma parte de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

También se prevé generar residuos peligrosos en cantidades mínimas derivados del uso de la maquinaria durante las etapas de preparación, los cuales serán dispuestos en tambos identificados y entregados a una empresa autorizada por la federación para su manejo y disposición.

En lo que respecta a la operación del proyecto, igualmente se prevé generar residuos peligrosos derivados de las actividades de bombas, calderas y equipos de las áreas de servicio y de la planta de tratamiento.

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 mal manejo de los residuos que se generen en las diferentes etapas del proyecto.

Cuadro 7. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos por el manejo de residuos. RP= residuos peligrosos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
Incremento en el volumen de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (RME) Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)	Colocación de contenedores de basura directamente en fuentes generadoras y dispersos en las áreas de trabajo. Los contenedores estarán debidamente identificados para facilitar la clasificación de los residuos.	X	X	X	Presencia / ausencia de contenedores.
	Reglamento interno de obra y colocación de letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos, los cuales se colocarán en las áreas de trabajo.	X	X		Presencia / ausencia de señalización.
	Instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de la empresa arrenadadora	X	X		Baños limpios y en buen estado. Bitácora de seguimiento. Comprobantes de disposición final de las aguas residuales.
	Las aguas residuales derivadas de las actividades realizadas en las diversas áreas del proyecto serán conducidas a través de la red de drenaje interna a la línea de drenaje general del Desarrollo Turístico y de ahí a la planta de tratamiento con la que contará el hotel, que al cumplir con los parámetros establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997*, podrán ser utilizadas para servicio al público, en riego de áreas verdes y/o áreas recreativas. Solo se canalizará el excedente hacia el pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad.			X	Verificación del funcionamiento de la PTAR. Verificación de la profundidad de los pozos y su mantenimiento anual. Análisis de calidad del agua al efluente de la PTAR, pozos y lodos, conforme los parámetros normativos propuestos.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Las aguas residuales cumplirán con lo establecido con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena.			X	
	Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. *Cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997 y protocolo de Cartagena. Descritas en el Programa de Manejo de Residuos, anexo a la presente MIA-P.			X	
	El aceite vegetal será extraído de las trampas de grasa, se almacenará en tambos y se entregará periódicamente a una empresa encargada de su procesamiento para generar diésel.			X	Comprobantes de disposición final de aceites.
	Ejecución del Programa de Manejo de Residuos	X	X	X	Inspección visual de residuos sólidos dispersos
	Se destinará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos para posteriormente ser entregados al servicio de limpia municipal.	X	X	X	Existencia y organización de las áreas de acopio de residuos
	Se destinará un área para el acopio temporal de los residuos sólidos reciclables para posteriormente ser entregados a una empresa autorizada para su traslado y manejo, por la autoridad estatal correspondiente.			X	
	En la etapa operativa, se contemplan un cuarto frío refrigerado para recibir los residuos orgánicos, y un cuarto seco con compartimentos para el acopio diferenciado de residuos inorgánicos, reciclables y no reciclables.			X	
	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.	X	X	X	Bitácoras de seguimiento de pláticas de educación ambiental.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPAS			INDICADORES
		P	C	O	
	Los residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo a su tipo y colectados en contenedores debidamente etiquetados, al final de la jornada laboral serán trasladados al almacén de residuos peligrosos del hotel.	X	X	X	Infraestructura adecuada para el almacenamiento temporal de los RP.
	Los recipientes en donde se almacenen los residuos peligrosos deberán estar herméticamente cerrados, rotulados y colocados verticalmente para evitar derrames.	X	X	X	Contenedores de almacenamiento en buen estado.
	La separación de los RP se llevará a cabo considerando la tabla de incompatibilidad y el código de reactividad establecido en la NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	X	X	X	Inspección visual de la correcta separación de los RP.

3.9 ESTRATEGIAS PARA MINIMIZAR EL IMPACTO A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA.

La demanda de infraestructura de servicios es un impacto considerado principalmente para la etapa de operación, debido a que el consumo en los servicios de energía eléctrica y agua aumentan de forma casi permanente durante la vida útil del proyecto, consecuencia de los servicios que éste ofrecerá. Debido a que se trata de un impacto negativo e irreversible se tendrá como objetivo principal:

- Reducir el consumo de energía eléctrica y agua a través de la aplicación y uso de ecotecnologías.

Cuadro 8. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos sobre la demanda de infraestructura.

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	Se evitará el desperdicio del agua	X	X	Instalación y mantenimiento de los equipos ahorradores de agua. Mantenimiento periódico de la
	Se instalarán WC con sistemas de doble carga y grifería con sistemas de ahorro de agua.		X	
	Se instalarán programadores horarios que apaguen o enciendan las luces a determinada hora.		X	

IMPACTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	ETAPAS		INDICADORES
		C	O	
	Se considera la utilización de paneles solares en las azoteas para generación de energía eléctrica.		X	instalación de agua. Mantenimiento de las fuentes de luz y luminarias. Uso de equipos energéticamente más eficientes.
	Se aprovechará al máximo la iluminación natural, organizando los puestos de trabajo de manera que reciban luz natural, manteniendo limpias las ventanas y abriendo las persianas, cortinas u otros elementos similares, etc.		X	

3.10 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 9. 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 hrs 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 y de velocidad de tránsito en la vialidad existente.	X	X	X	

3.11 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 10. 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.	Delimitación de las áreas con malla electrosoldada y potencialmente con cubierta plástica para disminuir el impacto visual de las obras.	X	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. Ingreso controlado de maquinaria.
	Diseño arquitectónico armonioso con el paisaje urbano de la ciudad de Cancún y la zona hotelera.		X	X	
	Las áreas ajardinadas, y de conservación se mantendrán en buen estado con ejemplares de especies nativas.		X	X	
	Manejo adecuado de los residuos para evitar su dispersión y evitar dar un aspecto que se contraponga con la Ciudad.	X	X		
	Ingreso de maquinaria y equipo de trabajo únicamente cuando éste se vaya a ocupar.	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. 6
2.2. Predio De Interés. 8
3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. 10
4. IMPACTOS POTENCIALES. 12
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS. 14
6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS. 14
6.1. Escenario Actual, con Proyecto sin Medidas y con Proyecto con Medidas. 15
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 39
8. CONCLUSIONES. 40

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.

A través del análisis digital de imágenes obtenidas de la plataforma de ArcGIS online Word Imagery, ambas procesadas en el Programa Arcgis versión 10.5, se realizó la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto “Hotel 15-18”, en el cual se consideraron las unidades del paisaje a través del proceso de fotointerpretación. Cabe señalar que para la definición de los atributos ambientales que permitieron la caracterización y diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental se llevaron a cabo análisis mediante el uso de diversas herramientas cuya factibilidad técnica y científica ha sido comprobada en gran número de estudios, mostrando los mejores resultados en cuanto a precisión y fidelidad de datos.

Conforme a lo anterior, se construyó el Sistema Ambiental del proyecto el cual cuenta con una superficie total de 4,157.86 hectáreas. De esta superficie la parte terrestre del SA ocupa 2,143.26 ha y la parte marina 2,014.61 ha.

Sistema Ambiental	Superficie		%
	M^2	Ha	
Terrestre	21,432,562.00	2,143.26	51.55
Marino	20,146,069.00	2,014.61	48.45
Superficie total	**41,578,631.00**	**4,157.86**	**100.00**

Los límites establecidos para conformar el polígono que representará el SA tanto terretre como marino son los siguientes:

<u>Sistema ambiental terrestre</u>

- Norte: brecha existente de la carretera 307 hacia la Laguna Ingles y el límite del borde de manglar y los cuerpos de agua correspondientes a la laguna ingles y la laguna nichupte hasta el canal nizuc que comunica el sistema lagunar con el mar.
- Sur: proyección del límite de la ANP Manglares de Nichupté y límite del predio conocido como Riviera Cancun hacia la carretera federal 307 y el Mar Caribe.
- Este: con el Mar Caribe.
- Oeste: La Carretera Federal 307.

Sistema ambiental marino

- Norte y Sur: límites norte y sur del polígono establecido como ANP Costa Occidental de Isla Mujeres Punta Cancún y Punta Nizuc
- Este: hasta la isobata de los 20 m de profundidad
- Oeste: límite geográfico entre la pleamar y la zona continental.

Sistema Ambiental terrestre.

De acuerdo con la fotointerpretación realizada para el SA, de las coberturas vegetales, el Manglar es la de mayor importancia, con una superficie con el 60.19% del total del SA, seguida por la vegetación tular con 14%, vegetación graminoide con 10.29%, selva baja subcaducifolia con 3.24%, vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia con 1.97% y matorral costero con 1.66%.

En otras coberturas, la mayor superficie la ocupa lo urbano construido con un porcentaje de ocupación de 3.74%, seguido de cuerpo de agua con 2.63%, vialidad con 1.5%, áreas desprovistas de vegetación con 0.68% y finalmente en menor porción se encuentra el camino con 0.01%.

Cuadro 1. Se indica la superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA.

Tipo de vegetación	**Superficie**		
	m^2	**ha**	**%**
Manglar	12,900,068.48	1,290.01	60.19
Tular	3,000,074.30	300.01	14.00
Vegetación graminoide	2,205,371.60	220.54	10.29
Selva baja subcaducifolia	695,224.50	69.52	3.24
Vegetación secundaria de Selva baja subcaducifolia	422,440.60	42.24	1.97
Matorral costero	355,170.00	35.52	1.66
Subtotal	**19,578,349.48**	**1,957.84**	**91.35**
Otros usos			
Urbano construido	801,774.91	80.18	3.74
Cuerpo de agua	563,394.02	56.34	2.63
Vialidad	322,151.00	32.22	1.5
Desprovisto de vegetación	145,254.39	14.53	0.68
Camino	21,638.20	2.16	0.1
Subtotal	**1,854,212.52**	**185.43**	**8.65**
Total	**21,432,562.00**	**2,143.27**	**100.00**

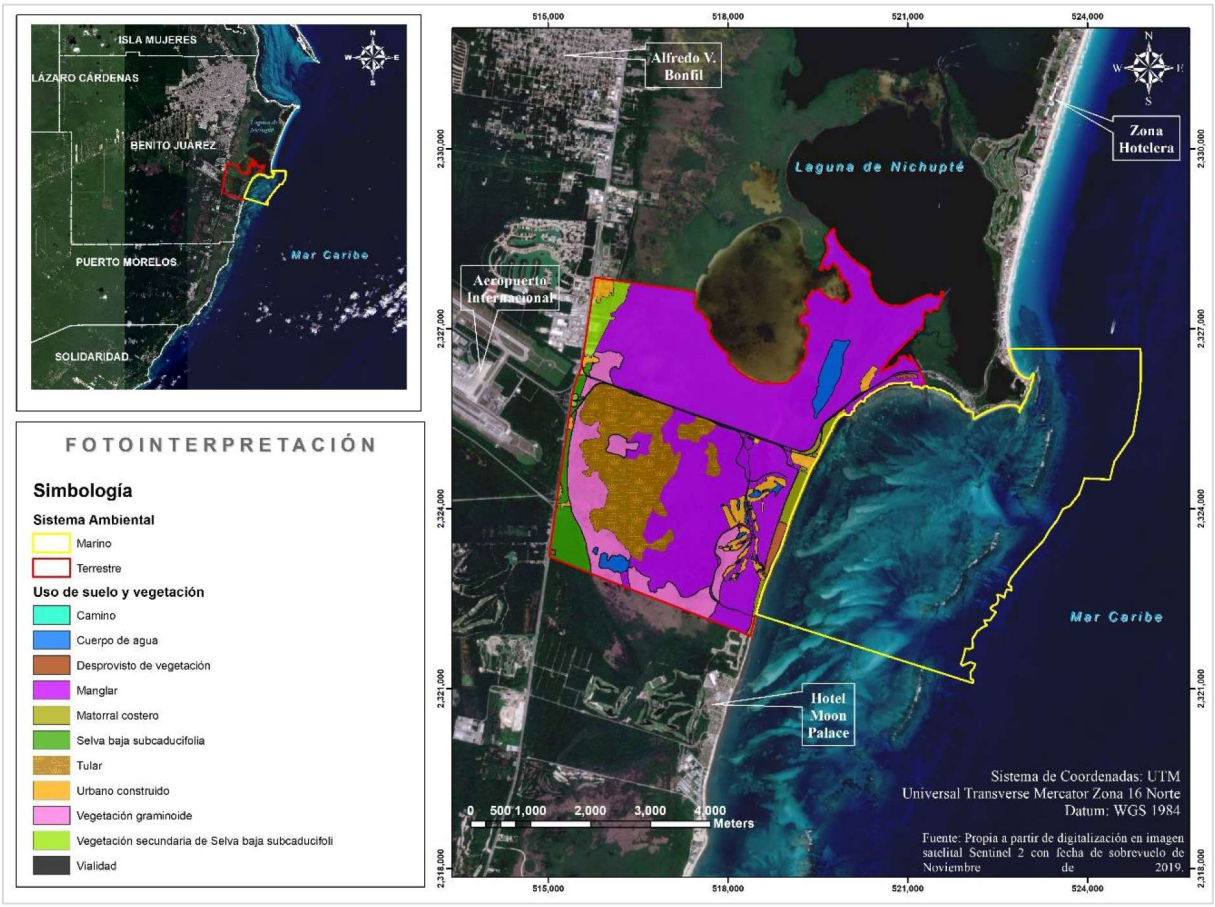


Figura 1. Carta de uso de suelo y vegetación elaborado a partir de la fotointerpretación.

Sistema Ambiental Marino

Por otra parte, la carta de "Cobertura Bentónica del Ecosistema Arrecifal Coralino del Caribe Mexicano: Cabo Catoche – Xcalak" (2018) de la CONABIO, el fondo del SA marino se encuentra cubierto por comunidades de pastos marinos en un 49.50%, seguido de sedimentos con 19.66%, macroalgas con el 17.14% y octocorales con el 7.02%, mencionando las coberturas más representativas.

Cuadro 2. Superficie de las coberturas bentónicas presentes en el SA marino.

Cobertura bentónica	Superficie		%
	m^2	Ha	
Comunidad de Pastos Marinos	9,971,387.27	997.14	49.50
Sedimentos	3,961,131.06	396.11	19.66
Macroalgas	3,452,423.17	345.24	17.14
Octocorales	1,414,800.11	141.48	7.02
Tocones y Pedacería de Coral	698,102.10	69.81	3.47
Pastos Marinos y Macroalgas	497,760.00	49.78	2.47
Octocorales y Corales	84,417.29	8.44	0.42
Estructura Coralina	66,048.00	6.60	0.33
Superficie total SA marino	**20,146,069.00**	**2,014.61**	**100.00**

Las comunidades de pastos marinos se distribuyen desde el límite Oeste hacia el norte y sur y sobrepasan la parte central del SA. En el límite norte es donde se encuentra mejor represando el grupo de las macroalgas, sin embargo, estas también se pueden observar en la parte central casi en el límite este. Los tocones y pedacería de corales se encuentran representando la línea divisoria entre la zona de pastos marinos y la zona donde se encuentran los octocorales y corales, esta última comunidad se ve representada en el límite este del SA.

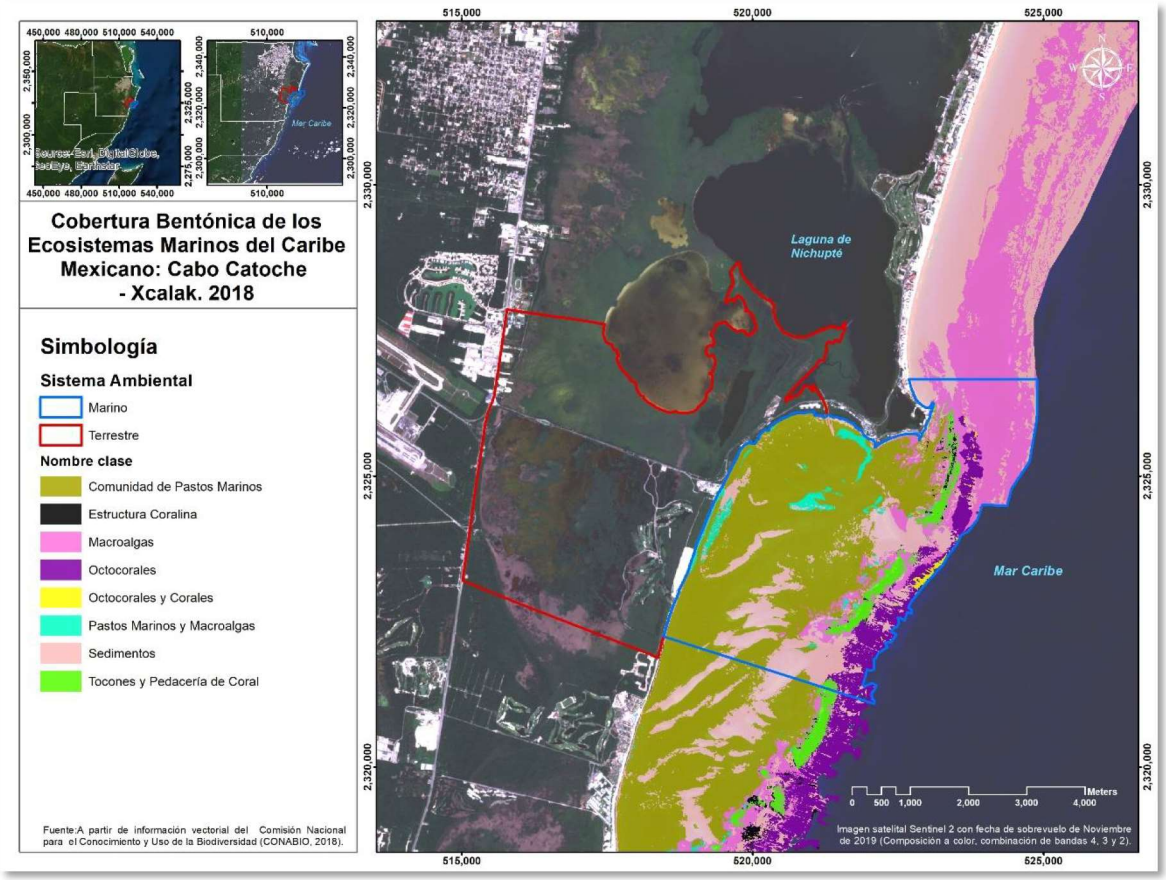


Figura 2. Coberturas bentónicas del SA marino, de acuerdo con la carta de cobertura bentónica de la CONABIO (2018).

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

En términos generales el estado de conservación de los ambientes del SA definido para el Proyecto “Hotel 15-18” se encuentran en una condición entre alto a medio, teniendo un registro con los valores más altos en la zona correspondiente a las áreas donde se desarrolla la vegetación de Manglar, la Asociación de Pastizal/ Tular/ Manglar, y la de Selva Baja, mismas que forman parte del polígono del ANP Manglares de Nichupté, y de una porción de la Reserva Privada de Moon Palace ubicada al suroeste del SA.

Si bien la porción norte del sistema ambiental pertenece al ANP, está reportado que el Sistema Lagunar Nichupté presenta un grado de conservación Medio a Bajo, debido a los grados de afectación derivado del asolvamiento e interrupción de los flujos y corrientes lagunares lo que se refleja en el poco intercambio de aguas con el mar abierto, así como por la contaminación que se genera por las descargas de aguas residuales de forma clandestina y escurrimientos pluviales que arrastran al cuerpo de agua gran cantidad de sedimentos y residuos, además de los escurrimientos de lixiviados y metales pesados ocasionados por el antiguo relleno sanitario ubicado en la zona oeste de la Laguna.

La parte norte del sistema ambiental que corresponde a la porción sur del Sistema Lagunar Nichupté está reportada con fuertes indicios de contaminación ambiental, determinado por los usos de suelo pasados que se dieron en la zona, y por la hidrología interna del sistema lagunar. De tal forma que la porción noroeste del sistema ambiental comprende un área donde en algún momento se asentó el basurero municipal y cuyos lixiviados contribuyeron a la contaminación de esa porción de la laguna, y aunque el manglar se observa en buenas condiciones, en general esa porción del sistema no lo tiene. Así se han registrado elevados niveles de plomo y cobre en la Laguna Río Inglés, la cual parece estar exportando estos metales pesados al cuerpo principal del SLN (Carbajal *et al*., 2009). Si bien la laguna Río Inglés está fuera del SA del proyecto, está en la colindancia inmediata. Esto determina que las condiciones de calidad de agua del sistema sean bajas y que el manglar y vegetación de humedal estén absorbiendo estos contaminantes, al menos en la porción norte del sistema. En los humedales que están ubicados hacia el sur del camino de acceso a la tercera etapa de la zona hotelera, no se tiene dicho reporte, por el contrario, se reportan en buenas condiciones de conservación por parte de la Reserva Privada Moon Palace.

Las zonas con grado de conservación bajo están representadas por las áreas que ya tienen desarrollos turísticos o están desmontadas para ellos, tales como el campo de golf, y el parque acuático Ventura Park. Estas áreas son pocas porque la zona aún no se ha desarrollado varias de las que aún cuentan con vegetación, siendo que ya tiene usos de suelo asignados por el PMDU del Centro de Población de Cancún, con parámetros definidos para su desarrollo turístico o residencial ordenado.

En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SA se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación ha permitido el establecimiento del ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace.

Como resultado de este diagnóstico, y de acuerdo a las características ambientales del SA, se concluye que es necesario establecer medidas de prevención, mitigación y compensación para atenuar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las diferentes etapas del proyecto, y preservar las condiciones de hábitat para la fauna y condiciones ambientales del sistema.

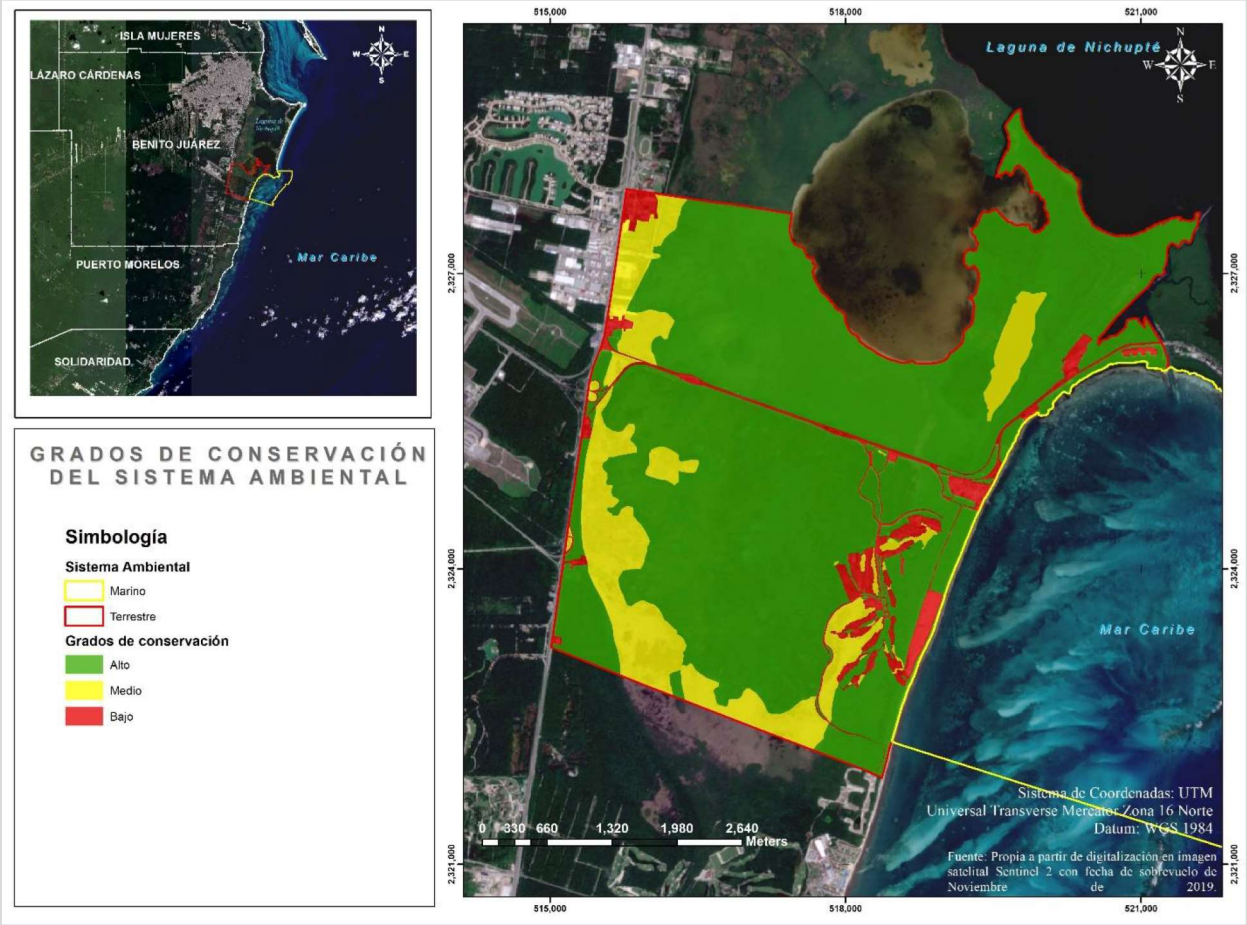


Figura 3. Grado de conservación del Sistema Ambiental.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

De acuerdo con la caracterización de la vegetación, en el predio se registraron dos tipos de vegetación definidas como vegetación de duna costera y vegetación de manglar.

En la **vegetación de duna costera** se definieron las siguientes asociaciones vegetales:

- Halófita Costera
- Matorral Costero

En la **vegetación de manglar** se definieron dos asociaciones vegetales:

- Manglar de borde
- Manglar mixto

El Matorral Costero es la asociación con mayor porcentaje de ocupación con relación al predio con el 55.85 %, seguida por Manglar Mixto con el 23.23 %, el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20 %. En otros tipos de uso se encuentran la

vialidad existente con un porcentaje de ocupación de 3.88% y las áreas desprovistas de vegetación con 1.20% (Cuadro 3).

Cuadro 3 Superficies y porcentajes de la asociación vegetal del área de estudio.

Tipos de vegetación y coberturas	Superficie (m^2)	%
Matorral Costero	39,989.95	55.85
Manglar mixto	16,635.80	23.23
Manglar de Borde	7,618.17	10.64
Halófita	3,722.94	5.20
Vialidad existente	2,777.00	3.88
Áreas desprovistas de vegetación	853.30	1.20
Total	**71,597.16**	**100**

En términos generales, la vegetación de duna costera está conformada por una sección de vegetación de baja altura y con hábitos principalmente halófitos. En la porción más cercana a la costa dominan las especies de hábitos rastreros y herbáceos, en la parte más lejana a la línea de costa las formas más comunes son arbóreos de baja talla y palmas. En general se desarrolla muy cercana a la línea de costa donde la influencia de los vientos provenientes del mar es el factor determinante para la composición específica de este tipo de vegetación.

La composición específica de la vegetación de duna costera es de 42 especies y solo 14 especies para el manglar. Dentro de la vegetación de duna costera, la vegetación que tiene una mayor riqueza específica es el Matorral Costero con 24 especies registradas en los sitios de muestreo, seguido de la vegetación Halófita Costera con 17 especies.

Al continuar al Oeste del predio, se encuentra la vegetación de manglar en las secciones más bajas del predio. Es decir, que se desarrolla dentro de la fracción que le corresponde al predio de la cuenca del humedal marginal de la laguna Nichupté. En función de la topografía marginal de la cuenca se pudo registrar diferencias en cuanto a la composición, altura y diámetros de los mangles presentes en esta sección, por lo que se diferenciaron en manglar de borde y manglar mixto.

En la vegetación de Manglar se registraron 14 especies, de las cuales solo 6 estuvieron dentro de los sitios de muestreo. El Manglar de Borde con 6 especies y el Manglar Mixto que tiene una riqueza específica de 3 especies, esto se puede deber a que solo un pequeño grupo de plantas pueden vivir en sitios bajo condiciones de saturación de humedad.

El predio se encuentra atravesado por un camino asfaltado y se ubica aproximadamente entre la vegetación de duna costera y la vegetación de manglar. En este camino existen pasos de agua debajo del camino formando puentes por los cuales llega a atravesar fauna de la zona de manglar a matorral costero.

Entre la vegetación se registraron seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son: *Avicennia germinans* (Mangle Negro), *Coccothrinax readii (*Nakax), *Thrinax radiata* (Chit), *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo), *Languncularia racemosa*

(Mangle Blanco) y *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo), las cuales se encuentran en la categoría de Amenazadas.

Fauna

Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio que abarcó mayor superficie a la del lote 15-18, se reportó una riqueza específica relativamente baja en la mayoría de los grupos (S=40) en comparación con el número de especies reportadas en el Sistema Lagunar Nichupté, que se encuentra muy cercano al área de estudio que asciende a 166 especies (78 peces, 10 anfibios, 15 reptiles, 43 aves y 20 mamíferos). Esto se debe a varios aspectos, entre ellos se encuentra la estacionalidad, el estado de conservación de la vegetación, el cual refleja un cierto grado de modificación y el tamaño del predio que por supuesto no tiene representados todos los ambientes diferentes con los que cuenta el Sistema Lagunar completo. En el predio 15-18 en específico se registraron 24 especies de fauna distribuidas de la siguiente forma: 14 aves, 6 mamíferos, 2 reptiles, 1 anfibio y 1 pez.

Con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana).

En términos generales, el sitio presenta características adecuadas para el desarrollo de la comunidad faunística que soporta, ya que la vegetación se mantiene en buen estado de conservación, y la ausencia de actividades humanas ni infraestructura favorece su movimiento por los hábitats presentes.

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 Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez 2018-2030 y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez 2014, por lo que se consideró lo siguiente:

- ✓ El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y

asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación.

- ✓ La totalidad de las obras se desplantarán en una superficie de 34,102.62 m^2 que equivale al 47.63% del predio, manteniendo una superficie de 33,864.24 m^2 (47.29%) como conservación, al mismo tiempo se mantendrá la vialidad existente con una superficie de 2,777.00 (3.88%) y su derecho de vía con una superficie de 353.30 m^2 (1.20%) sumando todo en conjunto, nos da la superficie total del predio.

- ✓ El proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero y se utilizará la vialidad existente, que posee una superficie de 2,777.00 m^2, así como su derecho de vía con una superficie de 353.30 m^2 sumando una superficie de aprovechamiento total de 37,732.92 m^2 de los cuales únicamente se requiere remoción de la vegetación en 34,102.62 m^2.

- ✓ Mientras que se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24 m^2. En el siguiente cuadro se presentan las superficies y porcentajes de aprovechamiento y conservación por tipo de asociación vegetal.

- ✓ Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación, la totalidad de la vegetación halófita, la vegetación de matorral que queda después del camino y la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto, que continuarán proveyendo los servicios ecológicos que prestan.

- ✓ Las actividades y obras propuestas para el proyecto “Hotel 15-18” no conllevan alguna afectación del manglar, toda vez que no alterará la continuidad, continuidad 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 al 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. IMPACTOS POTENCIALES.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 70 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 50 son adversos y 20 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 33 impactos, de los cuales 29 impactos se consideran negativos y 4 positivos, los cuales derivan principalmente por las actividades de remoción de la vegetación del predio, por la presencia de personal y por las actividades de nivelación, excavación e instalación de obras provisionales.

Las actividades de remoción de la vegetación de matorral costero implican la pérdida de ejemplares de flora y como consecuencia la reducción de la cobertura vegetal, el desplazamiento de la fauna y la pérdida de hábitats.

Para reducir los impactos sobre la flora, de manera previa a las actividades de desmonte, se realizará el rescate de los ejemplares susceptibles de ello, dando prioridad a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En cuanto a la fauna, se contempla llevar a cabo actividades de ahuyentamiento y en caso de detectar fauna de lento desplazamiento o nidos de aves, se realizará su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental del proyecto.

Las actividades de nivelación y excavación provocarán cambios en la topografía del terreno, cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial del área que será ocupada.

Asimismo, se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de aguas residuales. También se producirán los residuos derivados de las actividades de desmonte, los cuales serán triturados para reincorporarse en las áreas ajardinadas.

Para las actividades en esta etapa se utilizará maquinaria y equipo, lo cual implica la emisión de contaminantes, el incremento en los niveles de ruido y la posible generación de residuos peligrosos.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 24 posibles impactos, de los cuales 13 interacciones se consideraron como impactos negativos y 11 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con todas las actividades de construcción de la obra civil, así como por la presencia de empleados.

Las actividades cimentación con pilotes modificarán la topografía del predio al realizar las actividades de hincado. En las áreas ocupadas por las obras, se modificarán los patrones

de escurrimiento e índices de absorción y pautas de drenaje, ya que se cubrirán de concreto las superficies de las obras no techadas, sin embargo, se contempla la instalación de pozos de absorción para captar las aguas pluviales, manteniendo con ello la recarga del acuífero. Ya que se considera el uso de pilotes para la cimentación, no se interrumpirá el flujo de agua subterránea.

Las actividades de construcción de las obras implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción, residuos sólidos y peligrosos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos, estos están relacionados con la generación de nuevos hábitats por la conformación de áreas ajardinadas, en las que se utilizarán principalmente especies nativas y se dejarán las palmas y árboles de la vegetación original, promoviendo la creación de hábitats para la fauna. También se tendrá un efecto sobre la economía por la generación de empleos durante todas las etapas del proyecto, la compra de insumos para el mismo y la operación y mantenimiento del hotel una vez conformado.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 13 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 10 son negativos y 3 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación del hotel, lo cual conlleva actividades de manejo de residuos, uso de agua y energía eléctrica, emisiones de gases, ruido, generación de aguas residuales, la presencia de huéspedes y personal, así como los derivados de las actividades de mantenimiento.

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 a la cámara 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.

También se prevé generar residuos peligrosos derivados de las actividades de mantenimiento de las instalaciones del hotel, los cuales se dispondrán de manera adecuada y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

De la misma forma, se prevé la emisión de gases contaminantes derivados del uso de calderas y bombas en el área de servicios, sin embargo, estas recibirán su mantenimiento periódico y cumplirán con lo establecido en la normatividad aplicable. También se producirán gases durante el tratamiento de las aguas residuales.

Asimismo, se generará ruido derivado del funcionamiento de bombas y equipos del hotel, los cuales recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local.

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:

1. Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.
2. Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.
3. 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 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
Estado de Conservación de los Ecosistemas	En términos generales el estado de conservación de los ambientes del SA definido para el Proyecto "Hotel 15-18" se encuentran en una condición entre alto a medio, teniendo un registro con los valores más altos en la zona correspondiente a las áreas donde se desarrolla la vegetación de Manglar, la Asociación de Pastizal/ Tular/ Manglar, y la de Selva Baja, mismas que forman parte del polígono del ANP Manglares de Nichupté, y de una porción de la Reserva Privada de Moon Palace ubicada al suroeste del SA. Si bien la porción norte del sistema ambiental pertenece al ANP, está reportado que el Sistema Lagunar Nichupté presenta un grado de conservación Medio a Bajo, debido a los grados de afectación derivado del asolvamiento e interrupción de los flujos y corrientes lagunares lo que se refleja en el poco intercambio de aguas con el mar abierto, así como por la contaminación que se genera por las descargas de aguas residuales de forma clandestina y escurrimientos pluviales que arrastran al cuerpo de agua gran cantidad de sedimentos y residuos, además de los escurrimientos de lixiviados y metales pesados	El diseño del proyecto se realizaría sin considerar los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y lo establecido en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez. No se colocaría tapial para evitar afectaciones a las áreas de conservación aledañas, por lo que se podría afectar el humedal con manglar. La construcción de las obras se realizaría sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar afectaciones a la flora y la fauna. No se llevarían a cabo acciones de rescate, afectando más ejemplares de especies enlistadas en categoría de riesgo. Se conformarían áreas ajardinadas utilizando especies de especies exóticas invasoras, que desplazan las plantas nativas y se propagarían fácilmente a otras áreas.	El proyecto que se propone consiste en un hotel con 514 cuartos distribuidos con obras en planta baja y 11 niveles. Se tendrán áreas de servicios y mantenimiento en las cuales tendremos: cocina, comedor de empleados, almacenes, cisternas, ama de llaves, sanitarios, andenes, basura, área de mantenimiento, recursos humanos, compras y costos, seguridad, uniformes, lavandería actividades y wedding planning, planta de tratamiento, cuarto de máquinas, así como área de Kids club y Teens club. Al mismo tiempo, el proyecto contará con 8 restaurantes de especialidades y un sport bar, y áreas públicas como albercas, andadores y asoleaderos, escaleras y elevadores, estacionamiento techado y no techado, vialidades de acceso, pasillos interiores, palapas, habitaciones con swim up, áreas ajardinadas y áreas de conservación. El proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se utilizará la vialidad existente, que posee una superficie de

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	ocasionados por el antiguo relleno sanitario ubicado en la zona oeste de la Laguna. Las zonas con grado de conservación bajo están representadas por las áreas que ya tienen desarrollos turísticos o están desmontadas para ellos, tales como el campo de golf, el parque acuático Ventura Park y el predio en construcción que corresponde al Hotel 15-15. Estas áreas son pocas porque la zona aún no se ha desarrollado varias de las que aún cuentan con vegetación, siendo que ya tiene usos de suelo asignados por el PMDU de Benito Juárez, con parámetros definidos para su desarrollo. En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SA se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación ha permitido el establecimiento del ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace.	Se generarían residuos que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua, lo cual, a su vez, puede dañar la vegetación, la fauna y el medio marino. Los residuos generados se dispersarían hacia el humedal con manglar, alterando sus condiciones ambientales. En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, estas se infiltrarían al suelo y al agua causando más contaminación. Se realizaría fecalismo al aire libre, causando contaminación al suelo y al agua.	2,777.00m^2, así mismo, se habilitará el derecho de vía de la misma, el cual tiene una superficie de 853.30m^2, y se encuentra desprovisto de vegetación, sumando una superficie de aprovechamiento total de 37,732.92m^2. Se mantendrá como conservación la superficie restante de matorral costero (5,887.33 m^2), la totalidad de la vegetación halófita costera (3,722.94 m^2) y la vegetación de manglar (24,253.97 m^2), que suman una superficie total de 33,864.24m^2. Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación, la totalidad de la vegetación halófita, la vegetación de matorral que queda después del camino y la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto. En cuanto al manejo de residuos, se implementarán las medidas

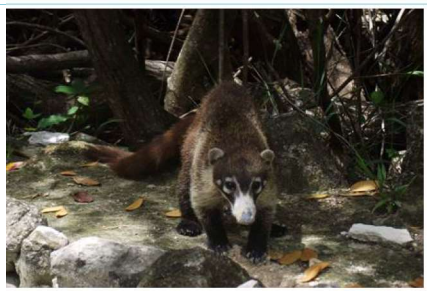
ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			adecuadas para su separación, acopio y disposición final de acuerdo a su tipo, planteadas en el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P.
Vegetación	En el Sistema Ambiental se registraron 6 unidades con vegetación, siendo la unidad de vegetación manglar la de mayor superficie con el 60.19% del total del SA, seguida por la vegetación tular con 14%, vegetación graminoide con 10.29%, selva baja subcaducifolia con 3.24%, vegetación secundaria de selva baja subcaducifolia con 1.97% y matorral costero con 1.66%. En otras coberturas, la mayor superficie la ocupa lo urbano construido con un porcentaje de ocupación de 3.74%, seguido de cuerpo de agua con 2.63%, vialidad con 1.5%, áreas desprovistas de vegetación con 0.68% y finalmente en menor porción se encuentra el camino con 0.01%. De acuerdo con la caracterización de la vegetación, en el predio se registraron dos tipos de vegetación definidas como vegetación de duna costera y vegetación de manglar. En la vegetación de duna costera se definieron las siguientes asociaciones vegetales: Halófita Costera y Matorral Costero. En la vegetación de manglar se	Al llevar a cabo las actividades sin medidas de mitigación, se afectaría la vegetación destinada a conservación, dado que: No se respetarían las franjas con vegetación de matorral costero y no se dejarían áreas de conservación. Las obras se desplantarían sobre el primer cordón de dunas y se removería la vegetación halófita costera, cambiando los procesos de transporte de sedimentos. Se podría erosionar la playa al remover la totalidad de la vegetación, ya que no se retendría la arena. Debido a que no se colocaría un tapial para evitar afectaciones al humedal con manglar, podría verse afectada durante el uso de maquinaria, por corte o poda, o por dispersión de residuos y materiales de la construcción.	El proyecto se desplantará en una superficie de 34,102.62 m^2 con vegetación matorral costero, se utilizará la vialidad existente, que posee una superficie de 2,777.00m^2, así mismo, se habilitará el derecho de vía de la misma, el cual tiene una superficie de 853.30m^2, y se encuentra desprovisto de vegetación, sumando una superficie de aprovechamiento total de 37,732.92m^2. Las obras que se proponen se concentraron en la parte central, en una zona donde se desarrolla vegetación de matorral costero, delimitándola desde la parte posterior del primer cordón de dunas hasta el camino existente, dejando dos franjas laterales como conservación, la totalidad de la vegetación halófita, la vegetación de matorral que queda después del camino y la totalidad de la vegetación de manglar borde y manglar mixto. De esta manera se garantiza la continuidad de la

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	definieron dos asociaciones vegetales: Manglar de borde y Manglar mixto. En cuanto a la vegetación, el matorral Costero es la asociación que ocupa la mayor superficie con el 55.85 % del total del predio, seguida en importancia del Manglar Mixto con el 23.23 %, posteriormente el Manglar de Borde con 10.64 % y la Halófita Costera con el 5.20%, como se muestra en el siguiente cuadro. De igual forma, se tiene como parte de las coberturas del predio, una vialidad existente que ocupa una superficie de 3.88% y su derecho de vía que se encuentra desprovisto de vegetación y ocupa una superficie de 1.20% con respecto a la totalidad del predio. Entre la vegetación se registraron seis especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como son: *Avicennia germinans* (Mangle Negro), *Thrinax radiata* (Chit), *Coccothrinax readii* (Nacax), *Conocarpus erectus* (Mangle Botoncillo), *Languncularia racemosa* (Mangle Blanco) y *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo), las cuales se encuentran en la categoría de Amenazadas.	En las actividades de jardinería se utilizarían plantas exóticas consideradas como invasoras, que desplazarían a las nativas. De la misma forma, no se ofrecerían nuevos sitios para la colonización de fauna.	vegetación que podrá seguir siendo utilizada como hábitat para la fauna. De manera previa a las actividades de desmonte se realizará el rescate de los ejemplares de flora que sean susceptibles de ello, dando prioridad a la palma chit (*Thrinax radiata*) y a la palma nacax (*Coccothrinax readii),* que están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la categoría de amenazadas. Se dejará como conservación una superficie de 33,864.24 m^2, que representa el 47.29 % del predio, las cuales continuarán proveyendo los servicios ecológicos que prestan. Se colocará un tapial para delimitar las obras para evitar afectar la vegetación destinada a conservación, que incluye vegetación de matorral costero, vegetación halófita costera y vegetación de manglar. Las obras se desplantarán detrás del primer cordón de dunas, que conservará su vegetación y funciones ecológicas. Los andadores de acceso a la playa serán elevados, lo que permitirá que

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			continúe el transporte sedimentos, el crecimiento de la vegetación y el paso de fauna. Se conformarán áreas ajardinadas en una superficie de 9,264.00 m^2, en las que se emplearán principalmente especies nativas y ornamentales de la región, que no estén consideradas como invasoras por la CONABIO. Las actividades de rescate se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate de Flora que se anexa a esta MIA-P.
Fauna terrestre	En cuanto a la fauna que se desarrolla dentro del SA se puede determinar que esta es muy diversa, ya que el estado de la vegetación es bueno para su desarrollo y reproducción. No obstante, su diversidad está estrechamente relacionada con las condiciones de la vegetación las cuales son buenas. Esta relación ha permitido el establecimiento del ANP Manglares de Nichupté y de la Reserva Privada Moon Palace. Con base en el estudio faunístico, en el área de estudio que abarcó mayor superficie a la del lote 15-18, se reportó una riqueza específica relativamente baja en la mayoría de los grupos (S=40) en comparación con el número de especies reportadas en el Sistema	Al desarrollar las actividades sin medidas de mitigación se afectaría la fauna, ya que no se realizaría su rescate y reubicación. La presencia del personal podría causar daños a la fauna, ya sea por la captura ilegal o por causar la muerte de algunas especies al invadir las áreas de conservación. Se podría afectar una mayor superficie de la vegetación de matorral costero, halófita costera y manglar, reduciendo los hábitats para la fauna.	De manera previa a iniciar las actividades de desmonte y despalme, se llevarán a cabo actividades de ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechamiento se desplacen hacia las áreas de conservación del predio o del sistema ambiental. En el caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate y reubicación en las áreas de conservación. Se llevarán a cabo acciones de reforestación empleando ejemplares de flora nativa y se promoverá la creación de hábitats para la fauna.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	Lagunar Nichupté, que se encuentra muy cercano al área de estudio que asciende a 166 especies (78 peces, 10 anfibios, 15 reptiles, 43 aves y 20 mamíferos). Esto se debe a varios aspectos, entre ellos se encuentra la estacionalidad, el estado de conservación de la vegetación, el cual refleja un cierto grado de modificación y el tamaño del predio que por supuesto no tiene representados todos los ambientes diferentes con los que cuenta el Sistema Lagunar completo. En el predio 15-18 en específico se registraron 24 especies de fauna distribuidas de la siguiente forma: 14 aves, 6 mamíferos, 2 reptiles, 1 anfibio y 1 pez Con respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, se identificaron 4 especies, de las cuales 2 representan el grupo de aves *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre) y *Aratinga nana* (Perico pechisucio); una especie al grupo de mamíferos *Nasua narica nelsoni* (Coatí Isleño) y una especie al grupo de reptiles *Ctenosaura similis* (Iguana). Sin el proyecto, la fauna continuaría ocupando el predio, presentando una distribución heterogénea relacionada con los ambientes o tipo de vegetación disponibles en el sitio.	En el camino existente se cerrarían los pasos de fauna y agua, lo cual repercutiría de manera negativa en su movilidad y en el flujo del agua. La presencia de trabajadores provocaría la contaminación del suelo y agua, debido a la disposición inadecuada de residuos, lo que a su vez provocará la proliferación de fauna nociva. El uso de maquinaria y el ruido excesivo de ésta provocarían que la fauna silvestre se desplace a otros sitios.	En las áreas ajardinadas se dejarán algunos árboles y palmas de vegetación nativa, con lo que se proveerán de nuevos sitios potenciales para la colonización de la fauna. Se vigilará que los trabajadores no realicen acciones de caza, captura o maltrato a la fauna. Se colocarán letreros informativos sobre la importancia de la fauna local, lo que permitirá su conservación y protección. Se impartirán pláticas de concientización a los trabajadores de la obra, con la finalidad de que conozcan la importancia de proteger y respetar a la fauna. Durante la etapa constructiva, el área de aprovechamiento del proyecto será delimitada con tapial para evitar que los trabajadores pasen hacia las áreas de conservación y la playa, por lo que continuarán los procesos de anidación de tortugas marinas que se desarrollan. En la etapa operativa, se tomarán las medidas necesarias para evitar afectaciones a las tortugas marinas,

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			como son la restricción de actividades, el retiro de obstáculos, mantener la limpieza de la playa. Las áreas de conservación con vegetación natural del proyecto se conectarán con las áreas con vegetación colindante, y de esta forma la permanencia de los procesos biológicos locales de la fauna como su movilidad entre el sitio y la vegetación circundante, así como la disponibilidad de refugio y alimento.

		
Vegetación halófita costera	**Vegetación de matorral costero**	**Vegetación de manglar mixto**
		
Camino existente	***Ctenosaura similis* (Iguana)**	***Aratinga nana* (Perico pechisucio)**
		
***Nasua narica nelsoni* (Coatí isleño)**	***Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre)**	

Vegetación		Fauna	
			
Sin medidas de mitigación, no se realizarían acciones de rescate, afectando un mayor número de ejemplares de especies enlistadas en alguna categoría de riesgo.		**Sin medidas** de mitigación, el proyecto no realizará el rescate de fauna que se detecte en las áreas de aprovechamiento.	
Con medidas, se realizarán acciones de rescate de flora, dando prioridad a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.		**Con medidas.** El proyecto realizará el rescate de fauna que se detecte en las áreas de aprovechamiento del proyecto y reubicación en las áreas de conservación.	

Vegetación		Conservación de los Ecosistemas
		
Sin medidas de mitigación, no se realizarían actividades de ajardinado empleando especies nativas y ornamentales de la región. Se utilizarían especies exóticas invasoras.		**Sin medidas.** No se colocaría un tapial para delimitar la obra.
Con medidas, se conformarán áreas ajardinadas empleando especies nativas y ornamentales de la región, y se dejarán algunos árboles y palmas de la vegetación original, por lo que se crearán hábitats para la fauna.		**Con medidas**, Se realizará la colocación del tapial para delimitar la obra y evitar el paso de los trabajadores y la dispersión de residuos hacia las áreas de conservación.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
Topografía	En relación a la topografía del predio, y con base en las curvas de nivel, se observó que la vegetación halófita costera se encuentra en un rango de 0 a 2.10 msnm; el matorral costero, se desarrolla en la sección del terreno con elevaciones de 1.80 a 3.50msnm. El manglar de borde se desarrolla sobre elevaciones topográficas de entre 0.60 a 1.40 msnm, y el manglar mixto en la cuenca con valores de -0.55 a 0.80msnm. En la zona de matorral es donde están las elevaciones topográficas más elevadas, motivo de la zonificación natural de las dunas que quedaron desplazadas en el oeste y están ya consolidadadas, es decir, ya no son dunas móviles ni semimóviles. El primer cordón de duna comienza su elevación entre los 1.60 msnm, hasta la cresta que alcanza 2.0 a 2.10 msnm, y posteriormente baja a 1.90 msnm en la postduna o cara posterior. En esta zona se presenta una berma aledaña a la pleamar y el terreno se va elevando poco a poco desde la berma con 0.30 msnm hasta 1.60 donde empieza el primer cordón. Sin el proyecto, la topografía se mantendría en las mismas condiciones.	Las excavaciones que se realicen permanecerán un tiempo mayor abiertas. Durante las actividades de nivelación para alcanzar los niveles proyectados se podrían afectar las áreas de conservación. Se modificaría el primer cordón de dunas, ya que las obras se desplantarían encima de este. La cimentación no se basaría en la mecánica de suelos, produciendo afectaciones a la dinámica de movimiento de arena y a la infiltración.	Se delimitará el área constructiva, y con ello se evitará afectar áreas de conservación. Las actividades de nivelación solo se llevarán a cabo dentro de la superficie de aprovechamiento propuesta. Las excavaciones permanecerán el menor tiempo abiertas. La cimentación se propone con pilotes dado lo arenoso del suelo, quedando sujeto a las especificaciones del estudio de mecánica de suelos. Los niveles topográficos se modificarán solo en el área de aprovechamiento y conforme lo requerido, para que posteriormente continúen los procesos de infiltración y escurrimientos pluviales naturales en sus alrededores. Se conservará el primer cordón de dunas con su topografía original, y la de las áreas de conservación para la continuidad de los procesos de escurrimientos pluviales, la formación de playa, mantener el hábitat para la fauna y para la anidación de tortugas.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
Agua	En el SA del proyecto convergen dos unidades geohidrológicas, cuyas características físicas se describen a continuación: Material consolidado con posibilidades altas: Esta unidad está constituida por calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recargas pluviales y subterráneas, la calidad de agua extraída es aceptable para el consumo humano. Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido 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.	La construcción del hotel no se llevaría a cabo conforme a lo indicado en el estudio de mecánica de suelos, por lo que se pondrían en riesgo las instalaciones y el flujo superficial y subterráneo del agua. En la cimentación del edificio no se utilizarían pilotes, poniendo en riesgo las instalaciones y afectando la hidrología superficial. La totalidad del predio se cubriría de superficies impermeables alterando la hidrología superficial.	El predio posee un camino que fue construido como parte de las obras del Desarrollo Turístico Costa Cancún, donde se modificó la topografía y está incluido como parte de las obras del proyecto, el cual ocupa una superficie de 2,777.00 m^2. Derivado de lo anterior, solo se modificará la topografía en una superficie de 34,102.62 m^2, que representa el 47.63 % del predio, y el 0.08 % del sistema ambiental. En las áreas de vialidades y estacionamiento, así como en las azoteas de los edificios, se colocará un sistema de bajantes pluviales con decantadores para retener los sólidos, los cuales se conducirán hacia las áreas ajardinadas y hacia una de las cisternas para su almacenamiento y posterior uso en áreas como sanitarios y áreas de mantenimiento. Para la cimentación de las obras se utilizará con pilotes, de acuerdo con los resultados del estudio de mecánica de suelos, para evitar afectaciones a los conductos de

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	El sistema ambiental se encuentra prácticamente cubierto material no consolidado con posibilidades bajas 66.64%, lo que quiere decir que predominan las rocas calizas de texturas variables en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturas moderadas, presentando cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. La hidrología superficial está determinada por la topografía de las cuencas, siendo la de los humedales las principales, y a la que se unen de manera regional los manglares del predio. El aporte de agua de esta cuenca es de la precipitación principalmente. Solamente cuando se desborda la cuenca por precipitaciones extraordinarias se une el flujo hidrológico con la porción norte de los humedales, debido a la presenta del Blvd. Kukulcán. En la duna, la escorrentía es laminar, dirigiéndose desde las partes topográficamente más altas a las bajas, siendo mucha de ella por infiltración y absorbida por las plantas. El nivel estático o freático promedio entre 1.24 y 3.28 m, por lo que en la zona de duna se prevé sea más profundo por los niveles topográficos		disolución que pudiera haber en el subsuelo. En la vegetación de manglar de borde y manglar mixto se mantendrán los flujos de agua existentes y su circulación hacia el mar y viceversa. El manglar mixto presenta una inundación que parece permanente, ya que se observó incluso en temporada de secas. Las aguas residuales se conducirán a través de una red interna, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	superiores a 2 msnm. Después del nivel estático se reconoce un lente de agua salobre hasta una profundidad de 5 m. Sin el proyecto, los flujos superficiales se mantendrían, el flujo en la vialidad existente se modificó desde su construcción. Continuará el flujo que existe entre la zona de humedal con el mar.		establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. Mientras que el agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre, y evitar la contaminación de la zona marina.
Suelo	Para la caracterización de los tipos de suelo del SA del proyecto, se utilizó la cartografía edafológica del INEGI escala 1: 250,000, por lo que se determinó que en el SA convergen 3 tipos de suelo, Solonchak, Rendzina y Litosol siendo los suelos solonchak los más dominantes dentro del SA. En el área de estudio se desarrollan básicamente suelos de tipo Solonchak, caracterizados por un alto contenido de sales y sobre los cuales se encuentran manglares, sabanas, petenes, selva baja caducifolia y vegetación de duna costera (Flores y Espejel 1994, SEMARNAT/CONANP 2005), de igual forma se presentan	No se realizaría el rescate del suelo en las áreas que se desmonten. Se realizaría la disposición inadecuada de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, lo que podría ocasionar la contaminación del suelo y del agua subterránea. Se realizaría el vertimiento de sustancias peligrosas, ocasionando cambios en las características químicas del suelo y su contaminación. Se llevarían a cabo actividades de fecalismo al aire libre, lo que podría	Se contempla realizar el rescate del suelo del área de desmonte utilizando una cribadora para separar el material. El suelo recuperado será utilizado en las áreas de ajardinadas que se proponen. Se realizará un manejo adecuado de los residuos, tomando las medidas necesarias para evitar afectaciones al suelo o al agua, conforme al Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	suelos de tipo Rendzina, que son muy fértiles debido a que presentan una capa superficial de humus y sobre ellos se desarrollan manglares. Sin el proyecto, se mantendrá la capa de suelo que posee.	ocasionar cambios en las características fisicoquímicas del suelo y del agua subterránea. El proyecto se desplantaría en una mayor superficie, afectando mayor área.	
Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación del parque Ventura Park, del Hotel Nizuc Resort & Spa, Club Med, 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.	Se incrementarían los niveles de contaminación a la atmósfera por el uso de maquinaria en malas condiciones lo que repercutiría en la fauna y salud humana, principalmente. No se respetarían horarios de trabajo y se ocasionaría mucho ruido, por lo que este perturbaría a las diferentes especies de fauna de los alrededores. Se generaría la emisión de polvos durante el traslado de materiales en camiones sin lona y actividades de construcción, lo que afectará la calidad del aire. Las partículas de polvo se dispersarían hacia el manglar, lo que puede afectar sus condiciones por el aumento de sedimentos en el inundable.	Se prevé que con la aplicación de medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, la generación de polvos y contaminantes a la atmósfera sea menor, disminuyendo el impacto sobre la vegetación, fauna y salud humana. No existirán problemas por el incremento de contaminantes por el empleo de maquinaria y equipo durante la construcción del proyecto, ya que a esta se le dará mantenimiento constantemente. Se colocará un tapial alrededor del área de aprovechamiento, para evitar que el polvo se disperse hacia la vegetación. Se espera que al establecer un horario de trabajo diurno (07:00 a 17:00 horas), para que se disminuya el impacto del ruido sobre la fauna.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			Con las medidas propuestas se espera que la fauna tolerante a ciertos grados de presencia humana regrese al sitio para utilizarlo como hábitat.

Topografia		Suelo	
			
Sin medidas de mitigación, no se utilizarían pilotes, afectando el flujo de agua superficial.	**Sin medidas,** no se realizaría el estudio de mecánica de suelos por lo que se podrían afectar las instalaciones que se construyan, y se podrían afectar sistemas de cavernas.	**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 utilizarán pilotes para la cimentación de los edificios del hotel.	**Con medidas.** Se realizará el estudio de mecánica de suelos para determinar la profundidad a la que se introducirían los pilotes.	**Con medidas,** se realizará el manejo adecuado de los residuos, conforme al Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.	

Aire	
	
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.	**Sin medidas.** No se colocaría un tapial para delimitar la obra y las partículas de polvo se dispersarían hacia el manglar, lo que puede afectar sus condiciones por el aumento de sedimentos en el inundable.
Con medidas, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones de afinación para reducir las emisiones de humos y ruido.	**Con medidas.** Se colocará un tapial alrededor del área de aprovechamiento, para evitar que el polvo se disperse hacia la vegetación.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
Residuos	En el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2015, la Ciudad de Cancún tiene una generación per cápita de residuos que es de 1.60kg/persona/día.	En el proyecto no se llevaría a cabo un manejo adecuado de los residuos que se generen, provocando cambios en la calidad del agua del manto y del humedal con manglar que posee el predio. No se realizaría la separación de residuos, provocando que llegue una mayor cantidad al relleno sanitario. Los residuos peligrosos se dispondrían junto con los residuos sólidos, contaminando otros residuos y se llevarían al relleno sanitario, donde generarían otros impactos y posible contaminación al suelo y agua.	Los residuos sólidos se dispondrán en tambos debidamente identificados y serán trasladados periódicamente al relleno sanitario del Municipio de Benito Juárez. Para reducir el volumen de residuos que llegan al relleno sanitario, se realizará la separación de los que sean susceptibles de reciclaje y durante la etapa de preparación y construcción serán entregados a una empresa encargada de su tratamiento o en el Programa Reciclatón, que organiza el municipio. Mientras que, en la etapa operativa, serán entregados a una empresa encargada de su manejo. De esta manera, se pretende reducir el impacto de generación de los residuos sólidos. En cuanto al manejo de las aguas residuales, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. En la etapa de operación, las aguas residuales se conducirán a través de una red interna, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. Mientras que el agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre, así como del medio marino. En tanto que los residuos peligrosos serán dispuestos de acuerdo con su tipo en tambos identificados y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo. Para el manejo de los residuos, se implementará un Programa de Manejo

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			de Residuos durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para el acopio, almacenamiento y traslado al sitio de disposición final.
Demanda de infraestructura de servicios	En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita 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. La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable y vías de comunicación. En la zona no hay conexión para la red de drenaje, por lo que se construirá una planta para el tratamiento de las aguas residuales que se generen en el proyecto.	No se realizaría la instalación de servicios sanitarios, por lo que los trabajadores realizarían sus necesidades fisiológicas en la obra, causando fecalismo al aire libre, proliferación de moscas y mal olor. Lo cual también podría afectar el humedal del predio. Se utilizaría mayor volumen de agua de agua para las actividades de la obra. Se tendría un mayor consumo de energía eléctrica. No se utilizarían equipos energéticamente más eficientes.	Se realizará la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Las aguas residuales que se generen serán extraídas por la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento. Durante la construcción del proyecto el agua se trasladará en pipas del servicio público. El suministro de energía eléctrica será suministrado por CFE y se contempla el uso de paneles solares para la generación de energía Para la etapa de operación, el proyecto se conectará con la red de agua potable del municipio. Durante la operación del proyecto, las aguas residuales se conducirán a través de una red interna, hacia la planta de tratamiento con la que contará el hotel, una vez tratada y verificando que se cumpla con los parámetros normativos adecuados, esta podrá ser

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
			reutilizada para riego de áreas verdes, en áreas de mantenimiento y en inodoros. El efluente obtenido cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996 y con la NOM-003-SEMARNAT-1997, y con el Protocolo relativo a la Contaminación procedente de fuentes y actividades terrestres del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la Región del Gran Caribe (Naciones Unidas, 1999) de Cartagena, que establece aspectos relativos a las características que deben tener las aguas residuales domésticas. Los lodos residuales provenientes de la PTAR serán usados como abono para áreas verdes. Mientras que el agua que no se utilice para ninguna de las actividades mencionadas, será inyectada al subsuelo a través de un pozo de inyección que se encontrará a 100 m de profundidad para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre.
Transporte y flujo de 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.	Los vehículos y maquinaria transitarían a una mayor velocidad. Se generaría más transito durante el traslado y disposición de materiales en el predio.	Los vehículos que trasladen el material del proyecto hacia al predio, se sumarán al flujo existente en la zona. Se colocará señalización que indique la velocidad permitida dentro del predio.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	Hay un camino de acceso que llega al predio, el cual no es muy transitado ya que aún no hay desarrollos. Sin el proyecto el flujo de vehículos permanecerá como en la actualidad.		
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 300km/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). La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsibles ya que son pronosticados con antelación	Las actividades no preverían adecuadamente la alerta de huracán o tormenta tropical, exponiendo al personal a daños físicos, o bien, dejando el equipo o maquinaria sin la protección adecuada. El manejo inadecuado de sustancias peligrosas podría provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio. Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal. No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible la atención del personal que se lastime. No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.	Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes. Se contará con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia. Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida. Se realizará un manejo adecuado de las sustancias y residuos peligrosos que se generen. Se realizarán brigadas de protección civil.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	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 de la obra.		
Paisaje	El desarrollo del proyecto quedará inmerso en un SA que ha sufrido modificaciones en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico. Este se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PMDU de Benito Juárez. El componente central del área de estudio está conformado por 4 unidades ambientales: vegetación hálofita, matorral costero, manglar de borde y manglar mixto. En el terreno se identifica un primer cordón de duna con vegetación halófita principalmente, seguido de una zona de matorral costero con un suelo orgánico estable y consolidado, y seguido por una sección de manglar que queda	No se colocaría un tapial alrededor de las obras. Las afectaciones derivadas de la presencia de personal y maquinaria, por la disposición inadecuada de residuos darían un mal aspecto. Una vez que se terminen las obras, se mantendrían los residuos que se dejen en la zona, lo que tendría un efecto negativo sobre el paisaje.	Durante la construcción de las obras, se realizará un manejo adecuado de los residuos de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P. Se colocará un tapial para delimitar el área de trabajo. 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. Se controlará la entrada y salida de personal, vehículos y maquinaria. Se asignarán los sitios de estacionamiento y descarga de materiales, dentro del área de aprovechamiento. Una vez que se terminen las obras, se realizará la limpieza de todas las áreas.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	dentro de sus límites. Este manglar se extiende hacia el oeste fuera de los límites del predio. Sin el proyecto, se mantendrá el paisaje del predio con sus cuatro unidades ambientales.		El proyecto "Hotel 15-18" resulta compatible con los desarrollos de la zona, en el concepto hotelero designado para el área. El proyecto se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marca el PMDU de Benito Juárez. Todo el proyecto sobresaldrá al paisaje natural, ya que los edificios sobrepasan la altura de la vegetación. Sin embargo, mantendrá la primera duna y su continuidad con franjas de amortiguamiento con vegetación natural en los lotes vecinos al norte y sur. Para esto el proyecto considera un perímetro de área de conservación hacia el predio vecino.
Economía	Quintana Roo es un destino fuerte y competitivo que genera confianza entre inversionistas, tanto en el norte como en el sur. Esta tendencia de crecimiento económico se fortalece con nuevas inversiones y proyectos en los municipios. Quintana Roo es el primer captador de inversiones extranjeras en el sector turístico en México. La actividad económica básica del Municipio de Benito Juárez	El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, generando un proyecto problema para la economía e imagen de la zona urbana de la ciudad de Cancún.	La economía de la región se verá impactada de manera positiva con el proyecto 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, ya que se contratará personal de todas las áreas que se requieren para el hotel.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 CONDICIÓN ACTUAL	ESCENARIO 2 PROYECTO SIN MEDIDAS	ESCENARIO 3 PROYECTO Y APLICACIÓN DE MEDIDAS
	se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. Dentro de las actividades económicas que lidera el estado, se encuentran las terciarias, teniendo que para el 2019 la afluencia de turistas para Cancún fue de 6.0 millones, mientras que para la Riviera Maya fue 6.5 millones. La ocupación anual para el 2019 en la ciudad de Cancún y Puerto Morelos fue de 76.7%. La infraestructura hotelera en cuanto a la oferta turística de enero a diciembre de 2019 para el municipio de Benito Juárez fue de 190 hoteles y 37,335 cuartos hoteleros, lo anterior se reflejó en un 81% de ocupación promedio de los cuales 36.6% fueron nacionales y el 63.4% fueron extranjeros, principalmente de Estados Unidos.		Asimismo, tendrá un impacto positivo en la economía local por la adquisición de insumos para la operación del proyecto.

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.

<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 4. 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.	Canalización de las aguas residuales a través de la red de drenaje interna del hotel a la planta de tratamiento.
Colocación de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos indicativos y restrictivos.	Señalización y capacitación en materia ambiental y de seguridad.
Rescate de flora	Actividades de conformación de áreas ajardinadas	Mantenimiento de áreas ajardinadas
Rescate de fauna	Protección de la fauna	Protección de la fauna
Colocación de tapial	Actividades dentro del área de aprovechamiento.	Monitoreo y vigilancia de las áreas 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 “Hotel 15-18” consiste de un hotel 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 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 “Hotel 15-18” se plantea de acuerdo al uso de suelo permitido y parámetros urbanos asignados al área. De la superficie total del predio que es

de 71,597.16 m^2, únicamente aplicarán 42,836.51 m^2 para parámetros de intensidad de construcción a partir de la vialidad existente y el derecho de vía de la misma, quedando la diferencia como área de conservación, por lo que se tiene permitido el aprovechamiento para COS del 35%, teniendo que el proyecto se apega a este parámetro toda vez que la obra techada corresponde a 11,942.89 m^2, que representan el 27.88% de COS. Se le permite un CUS de 2 y el proyecto plantea 1.5.

- Los coeficientes de ocupación del suelo y de utilización del suelo están por debajo de lo permitido.
- Con respecto a la densidad y la altura, se cumplirá con la densidad autorizada de 514 cuartos. En cuanto a la altura, se consideran 45.75 m que equivalen a 12 niveles, siendo que el uso de suelo permite esta adaptación, siempre y cuando otorgue los permisos Aeronáutica civil debido a las restricciones derivadas de la zona destinada a servir como cono de aproximación del Aeropuerto Internacional de Cancún, tal como se indica en el Programa de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo 2018-2030, publicado el día 17 de abril de 2019.
- El proyecto “Hotel 15-18” se trata de un desarrollo turístico que se desplantará en vegetación de matorral costero y ocupará como parte del proyecto, un camino existente con su derecho de vía.

- El área de aprovechamiento se concentrará en la porción donde se desarrolla matorral costero y se delimitó a partir de donde termina el primer cordón de dunas hasta el camino existente que servirá de acceso al proyecto. En los lados laterales se dejarán franjas de amortiguamiento de 10 m con vegetación de matorral costero, las cuales servirán para dar continuidad a las áreas con vegetación natural.

- Al oeste del camino existente, quedará como conservación un área con matorral costero y con vegetación de manglar. Mientras que, en la colindancia con el Mar Caribe, se conservará en condiciones naturales el primer cordón de dunas y la vegetación halófita costera. En las áreas de conservación se mantendrán las especies protegidas, que continuarán con sus ciclos naturales y proveyendo sus servicios ambientales.

- La vegetación de manglar se mantendrá en condiciones naturales y no se permitirá el paso del personal hacia esta zona, manteniendo los ejemplares de las especies protegidas, sus flujos naturales, su productividad y en general sus características ecológicas. Las obras serán piloteadas, manteniendo el flujo de agua que actualmente existe. En el camino existente se mantendrán los pasos de agua y pasos de fauna que posee, los cuales continuarán funcionando.

- 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, en las áreas ajardinadas, se considera utilizar especies nativas y dejar árboles y palmas de la vegetación original, promoviendo con ello 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.

- El proyecto se desplantará en el 47.63% de la superficie del predio, así mismo, se mantendrá el 47.29 % del predio, con vegetación de matorral costero, de halófita costera y la vegetación de manglar, que proveerá servicios ambientales y servirá como hábitat para la fauna.

- Con las áreas con vegetación natural y las áreas ajardinadas, el proyecto contará con 60.23% de su superficie en estas condiciones, cumplimiento con la normatividad aplicable y permitiendo la infiltración del agua.

- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará 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 FAUNA. 11
1.3 CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE MARINO DE LA ZONA DE INFLUENCIA. 22
2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ..33
2.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES. 34
2.2 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES DE CAMBIO: 35
2.3 VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS. 36
3. REFERENCIAS. 41

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO.

1.1 CARACTERIZACIÓN DE FLORA.

Para realizar la descripción del sitio se realizaron 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), Begon *et al.* (1986), Mostacedo y Fredericksen (2000), y Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo (2005).

La vegetación del predio, se caracterizó de acuerdo a criterios fisonómicos mediante la secuencia que a continuación se describe:

A) Información preliminar y prospección.

El trabajo de campo de prospección y muestreo, se llevó a cabo en octubre de 2019. Para el reconocimiento preliminar del área y para la fotointerpretación, se analizaron los siguientes elementos:

- Imagen de satélite obtenida del programa Google Earth.
- Imagen de satélite obtenida de la plataforma Europe's Eyes On Earth. Sentinel 2 con fecha de sobrevuelo noviembre de 2019.
- Carta temática INEGI de vegetación y uso de suelo Serie VI (2017), Escala 1:250000.
- Ortofotomosaico obtenido con un equipo drone (Modelo-3DR SOLO DRONE BLACK).

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 el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), marca Garmin modelo GPSmap 76csx, se ubicaron los diferentes puntos de muestreo en todas las etapas y puntos de apoyo para el procesamiento de la fotografía digital. Las lecturas se registraron en coordenadas UTM (Proyección Universal Transversa de Mercator) con Dátum WGS84, para la zona (Región 16N).

Con base en las imágenes antes mencionadas del predio, se reconoció un primer patrón de distribución de la vegetación, mismo que se corroboró y modificó mediante el trabajo de campo que comprendió los recorridos prospectivos y muestreos.
Para documentar el trabajo de campo y el registro de algunas especies vegetales, se tomaron fotografías con una cámara digital marca Fujifilm, modelo FinePix S1000fd de 10 Mp.

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 plasmado específicamente para el muestreo de comunidades vegetales por Fredericksen y Mostacedo (2000), quienes señalan que es un método que permite el muestreo en sitios homogéneamente distribuidos a lo largo y ancho del área de estudio, mismo que a continuación se describe:

Se planteó una red de muestreo conformada por 23 sitios: **4 de vegetación halófita costera, 12 de vegetación de matorral costero, 4 de vegetación de manglar de borde y 3 de vegetación de manglar mixto,** distribuidos de manera dispersa en el predio de manera que el levantamiento de datos sea representativo de la zona. En la figura 1 se muestran los sitios de muestreo designados dentro del área de estudio.



Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

A) Muestreo

El trabajo de campo se realizó en octubre de 2019, en cada sitio de muestreo se reconoció y se ubicó todo cambio en la vegetación, así como el registro de otros rasgos fisiográficos importantes a lo largo de los recorridos de campo.

Posteriormente para caracterizar la vegetación del área de estudio, se realizaron los registros de datos con el método de cuadrantes (Figura 2); de los cuales se consideraron

23 cuadrantes de 10 metros de largo por 10 metros de ancho (100 m^2), para todos los tipos de vegetación (Halófita Costera, Matorral Costero, Manglar de Borde y Manglar Mixto), y tipos de estratos (Rastrero, Trepador, Epífito, Herbáceo, Arbustivo y Arbóreo).

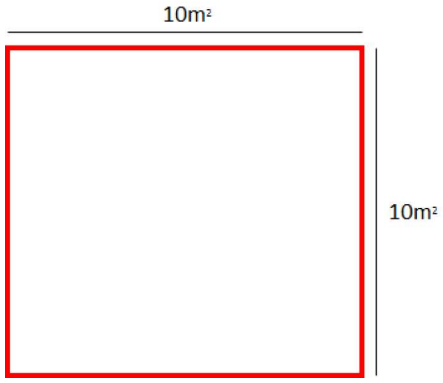


Figura 2. Método de cuadrantes.

En cada sitio de muestreo se registraron los siguientes aspectos de la vegetación:

- Familia botánica.
- Nombre científico de los ejemplares observados.
- Nombre Común.
- Número de individuos por especie y estrato vegetal al que pertenecen.
- Altura promedio por individuo.
- Perímetro del tronco a la altura del pecho (PAP) para los árboles y Perímetro de la base para los arbustos (PB).
- Estimación del porcentaje total de la cobertura de cada especie, particularmente para los ejemplares juveniles (plántulas), herbáceas, especies de hábitos rastreros, postrados y procumbentes o trepadores.



Figura 3. Imágenes de la metodología de campo.

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 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 en tres parámetros: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área), densidad y frecuencia. 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 vegetal. 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 área, densidad y frecuencia en 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.

Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia, frecuencia y dominancia relativas (cobertura y área) de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así en Orden el Índice de Valor de Importancia Relativa

(OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies. En algunos casos se utilizó la variante de Dominancia en forma de Cobertura para las formas de vida herbácea y rastrera donde no fue posible medir el área a la altura del pecho.

$$I.V.I = Densidad\ relativa + recuencia\ relativa$$

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 los 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 Pulido y Serralta (1993); Flores *et al.* (1994); Granados *et al.* (1998); Agraz *et al.* (2006); Carnevali *et al.* (2010); y el Atlas de Plantas Vasculares de Florida (www.plantatlas.usf.edu); Gann *et al.* (2005-2007). http://www.regionalconservation.org. Malezas de México. (2007-2) junio 07.

- **Estratificación**

Para analizar la estructura vertical de la vegetación del área de estudio se definieron los siguientes parámetros, contabilizando a los individuos de la siguiente forma:

Estrato arbóreo: mayor a 3 m de altura.
Estrato arbustivo: entre 1 y 2.9 m de altura.
Estrato herbáceo: menor a 0.99 m de altura.

Ortofotomosaico digital

Para la obtención del ortofotomosaico digital se realizó una planeación de vuelo sobre el terreno con un vehículo aéreo no tripulado modelo SOLO 3DR. El sobrevuelo se conformó de 4 misiones a una altura de 110 metros.

Una vez realizados los sobrevuelos, se obtuvo un total de 373 fotografias, mismas que posterimente fueron procesadas en el Software Pix4D para crear un ortofotomosaico.

Los resultados de la elaboración del ortofotomosaico digital fueron: un total del 100% de imágenes calibradas, es decir 373 de 373, con un error medio promedio de 10.14 cm y un área cubierta de 280.91 ha. Obteniendo entonces un ortofotomosaico en formato TIFF y su correspondiente Modelo Digital de Superficie (DSM).

1.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA.

Existen varios métodos para estudiar la fauna silvestre, los cuales se basan en dos tipos de datos que se obtienen en el campo: datos directos y los datos indirectos.
Los datos directos, se refieren a un contacto activo con el animal (visual o auditivo), mostrando una evidencia de la presencia del individuo en ese lugar y en ese momento (Painter *et al*., 1999, citado por Hernández *et al*., 2008).

Los datos indirectos se basan en la conjetura de que todos los animales en especial los grandes vertebrados, dejan evidencias en el medio natural de su presencia y sus actividades tales como: excrementos, huellas, restos de pelo o mudas, nidos o madrigueras, de su actividad alimentaria, alteraciones de la vegetación, senderos, cruces y otros (Aranda, 2000; Painter *et al.,* 1999 en Hernández *et al*., 2008). Estas señales indican que una determinada especie ha estado en ese lugar, aunque físicamente no esté presente.

Diferentes autores proponen usar ambas metodologías (los datos directos e indirectos), ya que estos cuando se complementan son más eficaces en determinar la presencia de animales en un área a estudiar. Para el estudio de la fauna presente en el predio, se realizó la metodología de evaluación ecológica rápida, adaptada a grupos focales. Es decir, una metodología diferente para cada grupo faunístico tomando en cuenta los diferentes tipos de hábitats, las conductas y formas de vida. Los diferentes grupos faunísticos bajo estudio fueron anfibios, reptiles, aves, mamíferos y peces.

Para la presente caracterización se realizó un muestreo durante los días 12-16 de junio, así como del 26-30 de junio del 2017, en horarios de 6:00 am a 12:00 am y de 7:00 pm a 10:00 pm. Para realizar los diferentes métodos de muestreo se habilitaron transectos en los diferentes puntos del predio, abarcando los principales tipos de vegetación.

A continuación, se describe la metodología empleada.

Área de estudio para el muestreo

El área de estudio corresponde a todo el polígono del Plan Maestro Riviera Cancún que ocupa una superficie de 364,018.217 m^2 (36.40 ha).

Esta área fue definida en función de la movilidad del grupo biológico que se está estudiando que es la fauna. De ahí que al abarcar una mayor superficie que la relativa a un predio específico de interés (Lote 15-18), proporciona un panorama más general de las condiciones de este recurso y de las posibles afectaciones que se pueden generar al desarrollar un proyecto de cualquier índole.

Dentro de esta área de estudio ya están definidos lotes particulares de uso turístico, en cuya superficie en algún momento será susceptible de encontrar alguna (s) de las especies que se reportan en el presente documento.

El lote 15-18, Mz. 60, que es objeto de la presente manifestación, queda inserto en la porción norte de esta área de estudio, y cuenta con una superficie de 71,597.16 m^2.

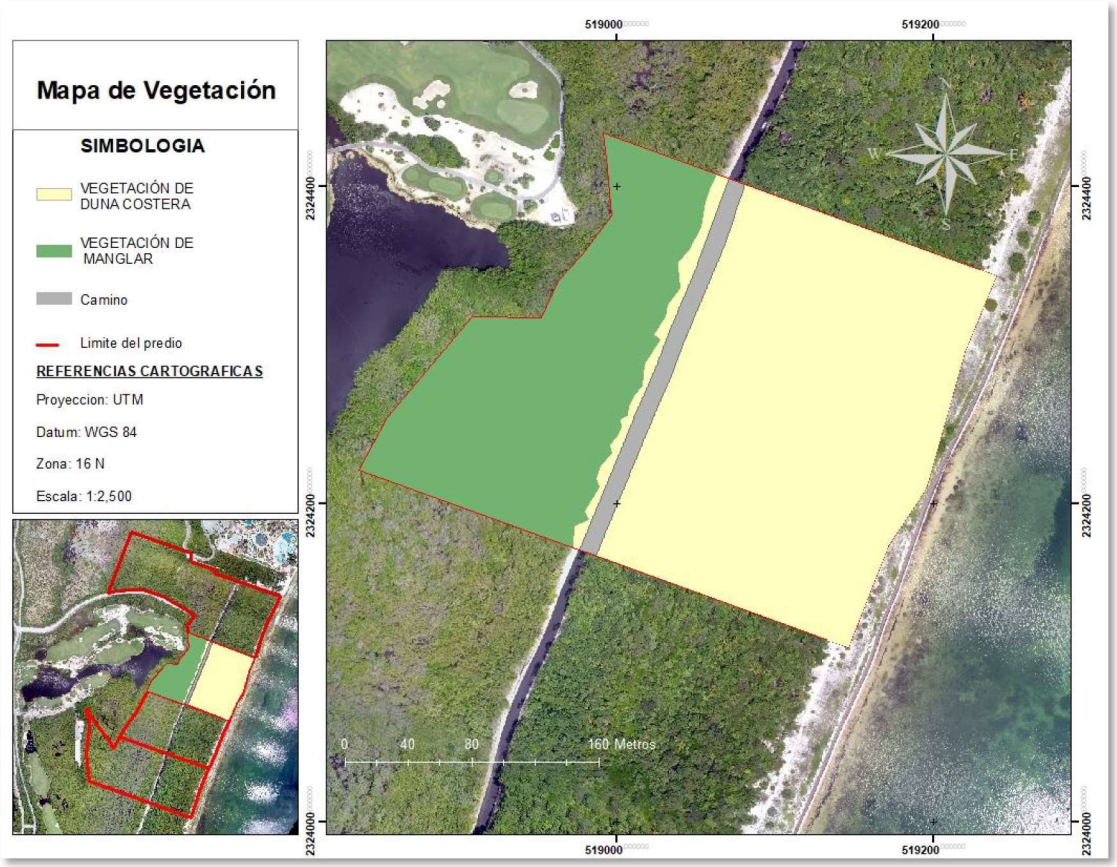


Figura 4. Mapa de vegetación del área de estudio completa en la imagen de la izquierda y del predio específico de interés en el acercamiento de la derecha. Fotointerpretación de imagen de dron (Fuente: Ortofotomosaico Digital, 2019).

- **Aves**

Para el estudio de aves, se implementaron distintas metodologías de censos a fin de contar con un registro amplio de este grupo.

Así se efectuaron recorridos a través de “transectos en puntos“ y, con la ayuda de binoculares marca Konus con zoom de 8 x 21 se realizaron observaciones, instalando también redes de niebla y/o redes ornitológicas.

Transecto en puntos

Este método consiste en un recorrido lineal a lo largo del cual se establecen puntos de muestreo, a distancias regulares, donde se registran individuos observados y/o escuchados (Aranda 2000; Sélem-Salas *et al.* 2004 citados por Hernández *et al*., 2008). Existen dos modalidades de los transectos en puntos, pero únicamente se consideró el método capaz de calcular la población. En este método se establece un radio de

observación alrededor del punto de muestreo, que para este caso fue de 3 m (debido a la cobertura de la vegetación que permite esa visibilidad) y se cuenta a todos los individuos observados, especificando si se registraron dentro o fuera del radio de observación (Sutherland, 1996 citado por Hernández *et al*., 2008). A continuación, se presenta la fórmula para obtener densidades poblacionales:

$$D = \frac{n1 + n2}{\pi r^2 \, \mathrm{m}}$$

Donde n1 es el número de animales contados dentro del radio de registro, n2 es el número de animales contados fuera del radio, r es el radio de observación y m es el número de puntos.

Se realizaron recorridos a lo largo de las brechas topográficas, en sentido longitudinal y transversal cubriendo toda el área del terreno. Así se logró realizar un total de 46 puntos de muestreo en 10 brechas, donde la superficie de cada punto se calculó en 7.07 m^2.
El Área muestreada en cada punto se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Área= Pi x } r^2 =$$

Donde
Pi=3.1416
R=Radio de cada punto que se estimó en 1.5 m en promedio.
Área ocupada por cada punto = 3.1416 * 1.5^2= 7.07 m^2.
Área muestreada en los 46 puntos= 325.22 m^2. Cabe resaltar que en cada punto se permaneció un total de 5 minutos.
Se recorrieron 10 brechas con una longitud de 3,580.91 m. y se calculó una amplitud promedio de 3 m (1.5 m hacia la izquierda y 1.5 m a la derecha); así la superficie recorrida fue de 10,742.73m^2. De esta forma, el área total muestreada por el método de transectos en puntos para localizar aves fue de 11,067.95 m^2 (10,742.73 m^2+325.22 m^2).



Figura 5. Observación de aves en transecto en puntos.

Redes de niebla y/o redes ornitológicas

Considerando el tamaño del polígono, por medio de este método, se utilizaron dos redes de niebla de 2.6 x 6 m con malla de 4 bolsillos, las cuales se colocaron durante 9 días (dos redes por día), en 18 puntos distintos dentro del área de estudio.

En cuanto a las redes ornitológicas, fueron abiertas las primeras horas de la mañana aprovechando el momento de máxima actividad aviar. El horario de apertura de las redes fue de 06:00 a 9:00 hrs y fueron revisadas cada 15 minutos, durante 9 días de muestreo.



Figura 6. Colocación de redes de niebla para captura de aves.

Los ejemplares se registraron mediante observación visual. Así mismo se utilizaron dos cámaras digital marca fujifilm, fine pix modelo S5100 para su registro.

El **esfuerzo de captura** se calculó multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

$$m^2 \text{ de red x hora abierta} = m^2.h$$

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

$$\text{Numero de individuo}/m^2 \text{ de red x hora abierta} = \text{ind}/m^2.h$$

- **Mamíferos**

Para el registro de la mastofauna se diferenciaron subgrupos de acuerdo con sus características ecológicas, lo que requirió la aplicación de diferentes técnicas de muestreo. Los grupos considerados para el muestreo fueron quirópteros (murciélagos), mamíferos pequeños, medianos y grandes.

Quirópteros

Se colocaron dos redes de niebla de 2.6 x 6 m con malla de 38 mm con 4 bolsillos, las cuales se colocaron durante 5 noches (dos redes por noche), en 10 puntos distintos

dentro del área de estudio, con intervalos de revisión de 15 minutos, permaneciendo abiertas de 20:00 horas a las 22:00 horas.

Los individuos capturados fueron identificados a nivel de especie, y se realizó un registro fotográfico y posteriormente se liberaron.



Figura 7. Tendido de redes de niebla para el muestreo de quirópteros.

El **esfuerzo de captura** se calculó multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

m^2 de red x hora abierta= m^2.h

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m^2 de red x hora abierta =ind/m^2.h

- **Mamíferos pequeños**

Se contaba con 5 trampas tipo Sherman, las cuales fueron colocadas durante 4 días en 4 sitios diferentes (una noche por sitio) para tener una mayor cobertura del terreno, las cuales fueron cebadas con fruta y semillas de girasol.



Figura 8. Colocación de trampas Sherman para captura de pequeños roedores.

Para el trampeo se seleccionaron zonas de fácil acceso y tratando de tener una distribución homogénea de las trampas, colocándolas al atardecer y siendo revisadas al día siguiente.

- **Mamíferos medianos y grandes**

Para el monitoreo de los mamíferos de talla mediana y grande se utilizaron un total de 8 trampas, mismas que se enlistan a continuación:

-
- Trampas Tomahawk (3)
-
- Trampas Havahart (2)
-
- Ratoneras medianas (3)

Las trampas fueron cebadas con frutas, raíces, sardina y atún. Estas trampas se colocaron solo en los lugares donde se detectaron huellas y actividad como posible paso de mamíferos entre la vegetación, tras los recorridos de transectos en puntos.



Figura 9. Colocación de trampas para captura de mamíferos medianos y grandes.

Cabe destacar que las trampas luego de ser activadas fueron cubiertas con ramas tratando de simular un refugio. Las ocho trampas fueron colocadas durante 4 días, en 4 sitios diferentes (una noche por sitio), para tener una mayor cobertura del terreno. Es importante destacar que en la parte inundada no se colocaron trampas.

Identificación de huellas, excretas y rastros

Para aumentar los registros sin importar el grupo a detectar se implementó la técnica de "*búsqueda activa*" que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderas, echaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos o cavidades en el predio. De cada observación de interés además del registro fotográfico se anotaron en libreta de campo la especie y coordenadas geográficas.



Figura 10. Recorridos en búsqueda de huellas y excretas. Las huellas encontradas fueron fotografiadas y registradas.

Cámaras trampa.

Para el grupo de los **mamíferos medianos y grandes**, se utilizaron cinco cámaras trampa, cuatro de ellas marca Bushnell modelo Trophy y una cámara trampa, modelo espía cacería marca Browning, que fueron colocadas a partir del día 13-16 de junio y del 26-30 de junio de 2017, en sitios donde se observaron rastros de paso de mamíferos, utilizando cebos (frutas o sardina) para la captura de fotografías, que se descargaron al día siguiente de haberlas colocado.



Figura 11. Imagen de las 5 cámaras trampa utilizadas en el muestreo.



Figura 12. Colocación de cámaras trampa y cebos para registro de mamíferos.

- **Reptiles y Anfibios**

Para la obtención de los listados de estos grupos, se efectuaron recorridos de observación diurnos y nocturnos. El lapso entre revisiones fue de 8 horas. En cada revisión se removieron piedras, hojarasca, troncos caídos y otros. Es decir, todos aquellos sitios que pudieran funcionar como refugio para pequeños saurios, serpientes o anfibios. Se planearon capturas solo para identificar y fotografiar a los diferentes ejemplares, para su posterior liberación. La búsqueda se efectuó manualmente con ayuda de material herpetológico (ganchos y ligas de hule).



Figura 13. Búsqueda de reptiles mediante el uso de pinzas herpetológicas.

- **Peces**

Se consideró un arte de pesca para llevar a cabo el muestreo de peces, tomando en cuenta las características físicas de los cuerpos de agua donde se realizaron las capturas como el tamaño (amplitud) y la profundidad, así como las características de los organismos que se alcanzan a observar y su abundancia.

Se utilizó para la captura una red 50 cm de diámetro con mango para capturar organismos pequeños en aguas someras.



Figura 14. Captura de peces en aguas someras.

Una vez capturados se colocaron en una pecera donde fueron fotografiados y posteriormente liberados en el mismo sitio de captura.



Figura 15. Especímenes capturados, fotografiados en una pecera para su identificación y posterior liberación.

Determinación taxonómica

Para la identificación de los ejemplares capturados y observados se utilizaron claves especializadas para cada grupo en particular, tales como la Guía de aves de México y Norte de América Central de Howell y Webb (1995); la Guía de mamíferos de América Central y Sureste de México de Reid (1997); Anfibios y Reptiles del mundo Maya de Lee (2000); Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biósfera de Sian Ka´an de Calderón-

Mandujano *et al.* (2008). Para la identificación de huellas, se utilizó la guía especializada de Huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos de México de Aranda (2000).

Con los datos obtenidos en campo de los recorridos de **transectos en puntos** se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica:

Es el número de especies que conforman la comunidad de una determinada área y se define con la letra "S".

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. 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:

$$\mathbf{Dr} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x 100}}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

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:

$$\mathbf{Da} = \frac{\text{No. de individuos de la especie "X" x área total}}{\text{Área muestreada en m}^2}$$

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 con relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Fr} = \frac{\text{Frecuencia de la especie "X" x 100}}{\text{Suma de los valores de frecuencia de todas las especies}}.$$

Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies en base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos 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 y frecuencia 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 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I = Densidad relativa + Frecuencia relativa

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 faunística motivo del presente estudio se utilizó el Índice de Simpson con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Simpson } (D) = 1 - \sum_{i=1}^{S} (p_i)^2$$

Dónde:
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, 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. La equitabilidad se calculó como:

$$E = D/D_{máx.}$$

Dónde:
D=Diversidad y D máx. es la diversidad máxima.
Para el grupo de peces, aves en red, quirópteros en red y mamíferos en cámaras trampa se realizó un análisis de riqueza y abundancias, con relación a la técnica de captura.

1.3 CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE MARINO DE LA ZONA DE INFLUENCIA.

Prospección

Se inició con una revisión de las imágenes de satélite disponibles en la plataforma Google Earth de las fechas que mostraron más nitidez como lo fue las del 14 de Mayo-2019, 19 de Nov-2016 y 10 de marzo 2017. A estas se sobrepusieron las capas de la caracterización de fondos de la CONABIO (2018) y se procedió a identificar pequeños polígonos incluidos en el área de estudio. Se continuó con la fotointerpretación de cada uno de ellos. Se señalaron sitios de verificación al centro y los extremos de cada uno de ellos para posteriormente guardarlos en un GPS marca GARMIN GPSMAP 78S y de esta forma verificarlos en campo.

En agosto y el día 2 de noviembre del 2019 se llevó a cabo la prospección del sitio, con la intención de conocer de manera general el área de estudio y verificar físicamente los sitios preestablecidos.

Por las dimensiones y características del polígono y área de estudio (Punta Nizuc, Quintana Roo), se realizaron arrastres a lo ancho del polígono de estudio.

En la siguiente imagen se muestra la distribución de los sitios de verificación y trayectoria de los arrastres realizados dentro del polígono (Figura 16).

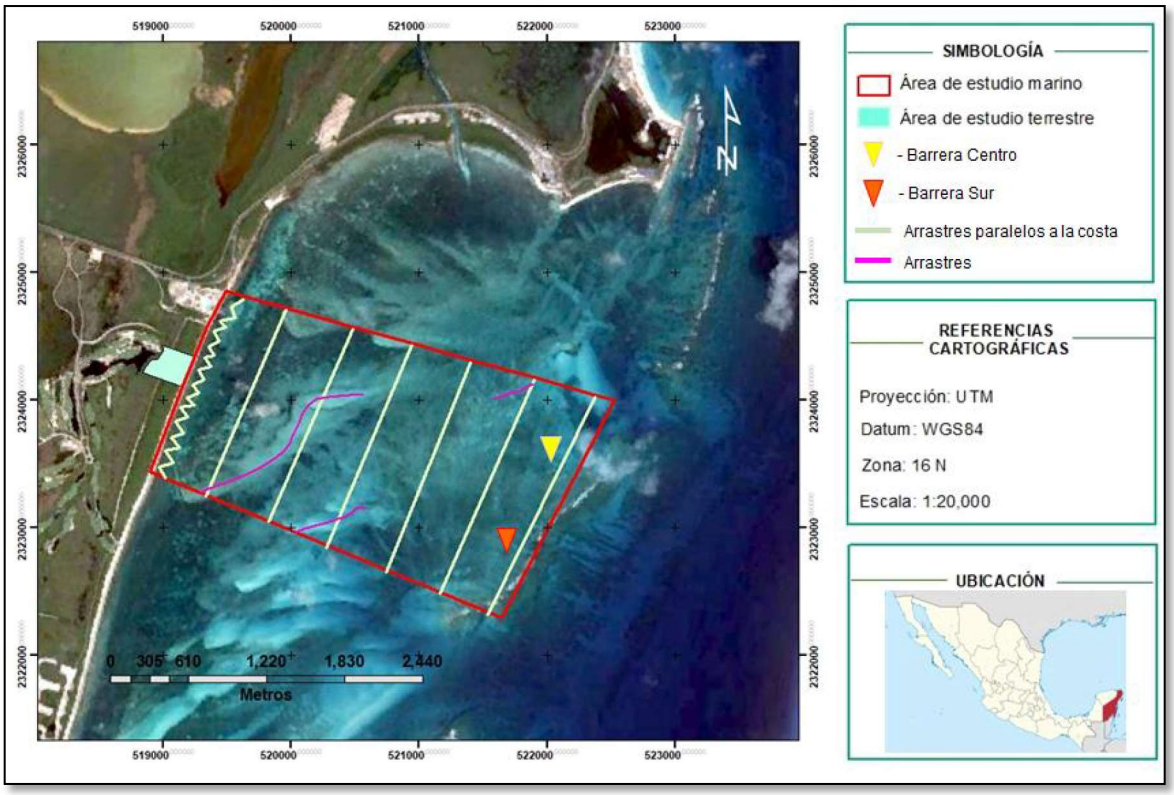


Figura 16. Ubicación de los arrastres en el área de estudio marino.

Con estos recorridos se pudo registrar de manera visual los grupos biológicos presentes (ictiofauna, corales y vegetación acuática, principalmente), y se generó una idea preliminar de los tipos de fondos marinos que prevalecen en el sitio. Con base en esto se pudo desarrollar una estrategia de muestreo y registro de datos para cada grupo.

Los recorridos se realizaron mediante la ayuda de una embarcación menor, la cual avanzó a velocidad constante y baja dibujando las trayectorias señaladas en la figura anterior.

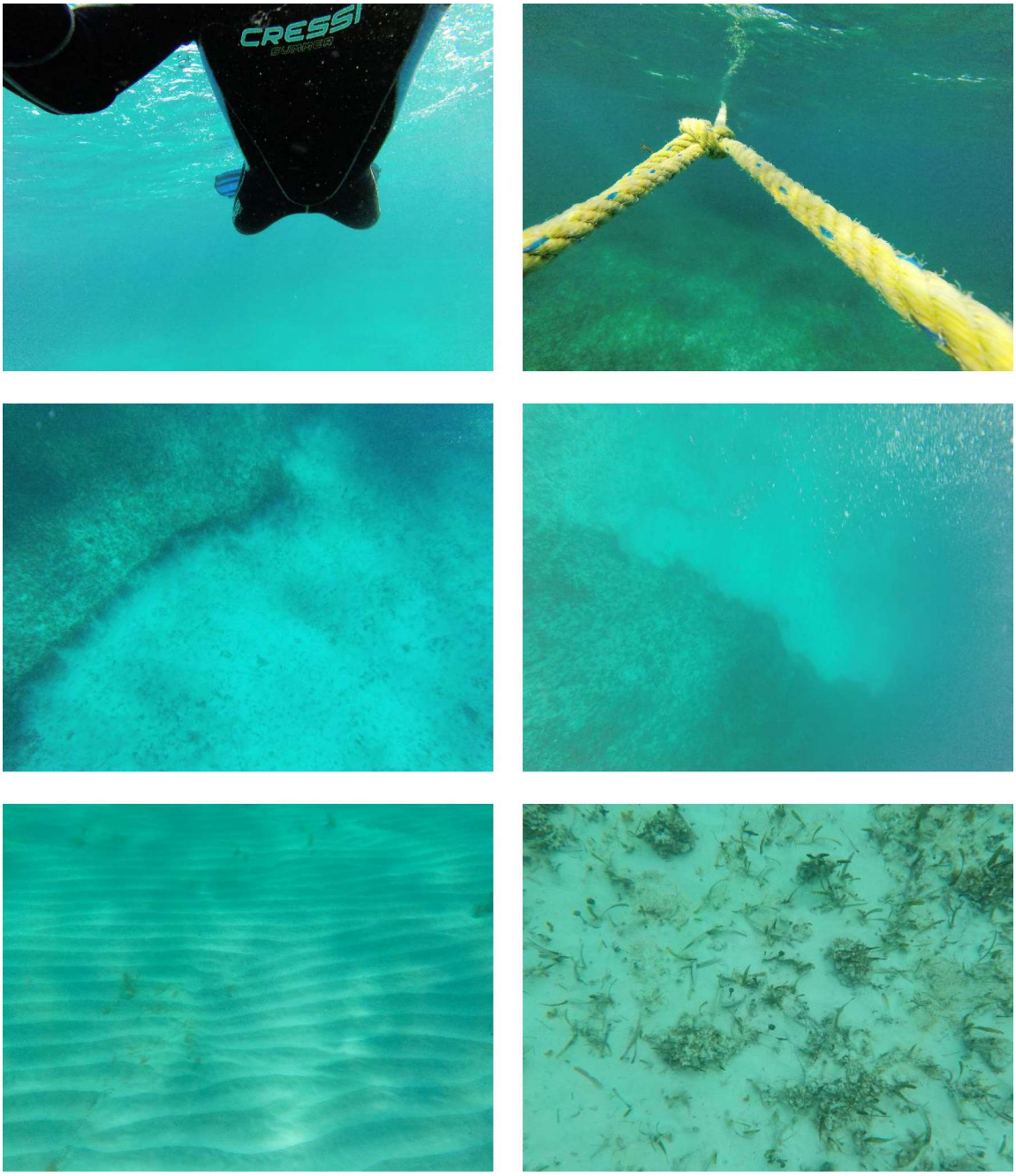


Figura 17. Imagen de arrastres y observaciones de los sitios a verificar.

- ***Muestreo***

Con el polígono de estudio ya definido y conociendo los tipos de fondos y la estructura arrecifal que además fueron muy semejantes a los señalados por la CONABIO, dentro del polígono de 529.63 Ha, se planteó una matriz de muestreo de acuerdo con los tipos de fondos. Así el área de estudio se dividió en 2 partes: la primera que es la zona este donde se incluyó el arrecife posterior y las zonas con mayor cantidad de corales, y la segunda que es la porción centro y oeste del área de estudio, donde se encuentra la laguna arrecifal donde se encuentran zonas dominadas por pastos marinos y blanquizales.

Es importante mencionar que durante la caracterización se emplearon diferentes métodos de muestreo debido a la heterogeneidad del sitio. Así en la zona esta denominada laguna arrecifal, se dibujó una matriz donde se asignaron sitios de muestreo numerados para cada celda de la matriz. Adicionalmente en los blanquizales se colocaron transectos de 20 m lineales. En la figura siguiente se muestran los sitios de muestreo dentro del área de estudio.

Por una parte en las secciones del arrecife posterior denominadas "*Barreras Arrecifales Centro y Sur*", se realizaron transectos de 20 m lineales para los grupos biológicos de peces, corales (octocorales e hidrocorales) y vegetación marina, considerando distintas superficies de registro para cada grupo biológico.

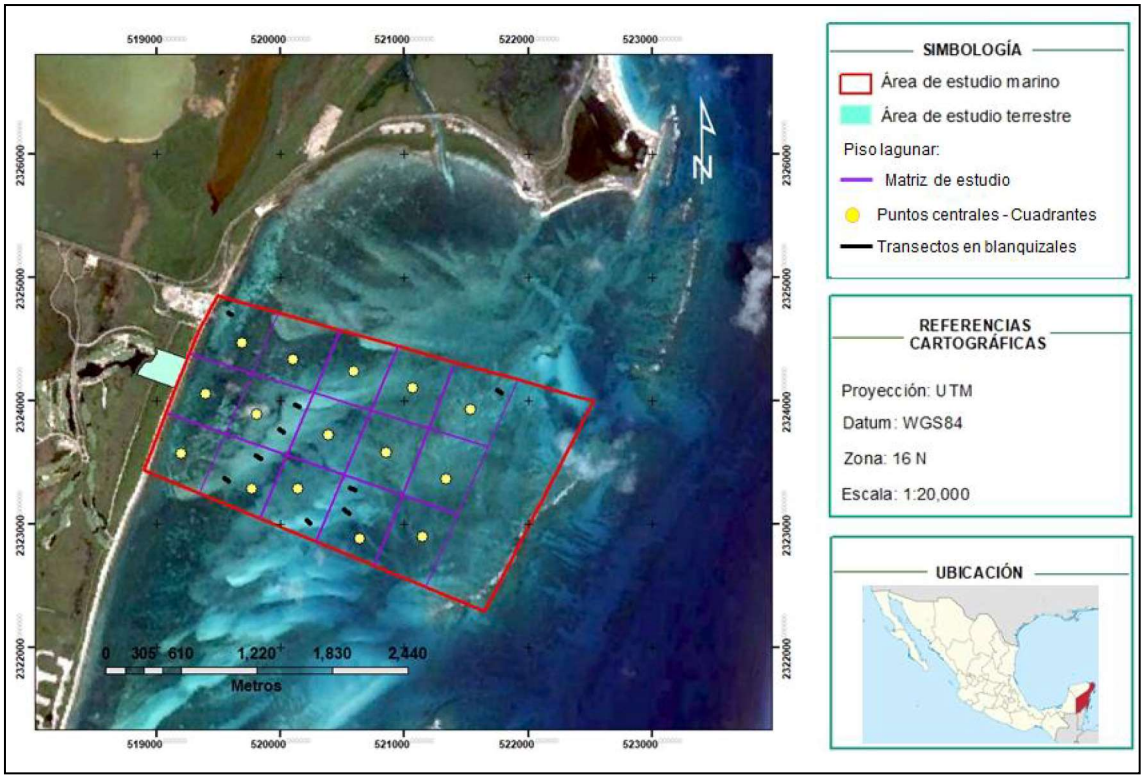


Figura 18. Imagen de la matriz de estudio en el piso lagunar, ubicación de los puntos centrales de los cuadrantes para el monitoreo de bentos y vegetación marina, y de los transectos en el área de blanquizales, dentro del área de estudio marino.

Arrecife posterior

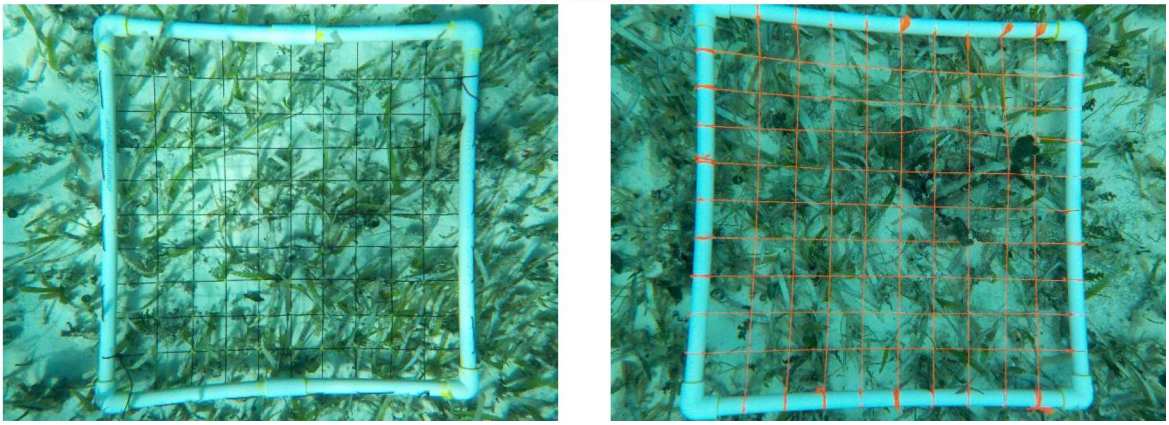
En los dos sitios de muestreo que se establecieron para las zonas de barrera arrecifal (Barrera Centro y Barrera Sur), se colocaron tres transectos elegidos aleatoriamente sobre cada sitio del arrecife. La longitud de cada transecto fue de 20 m lineales, orientados paralelamente a la línea de costa. En el caso del grupo de las algas y pastos marinos se utilizó además un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m. El cuadrante fue colocado a lo largo del transecto, a cada 5 m.

Así mismo, sobre los 20 m lineales del transecto se registró el número de individuos de corales duros, y sus dimensiones (largo, ancho y alto) sobre una superficie de un metro a cada lado del transecto. Y en el caso de los corales blandos se consideró medio metro de cada lado del transecto. Para peces se registró el número de individuos y tallas por especie, en una superficie de un metro a cada lado del transecto. La identificación de las especies de los diferentes taxa, se realizaron *in situ.*

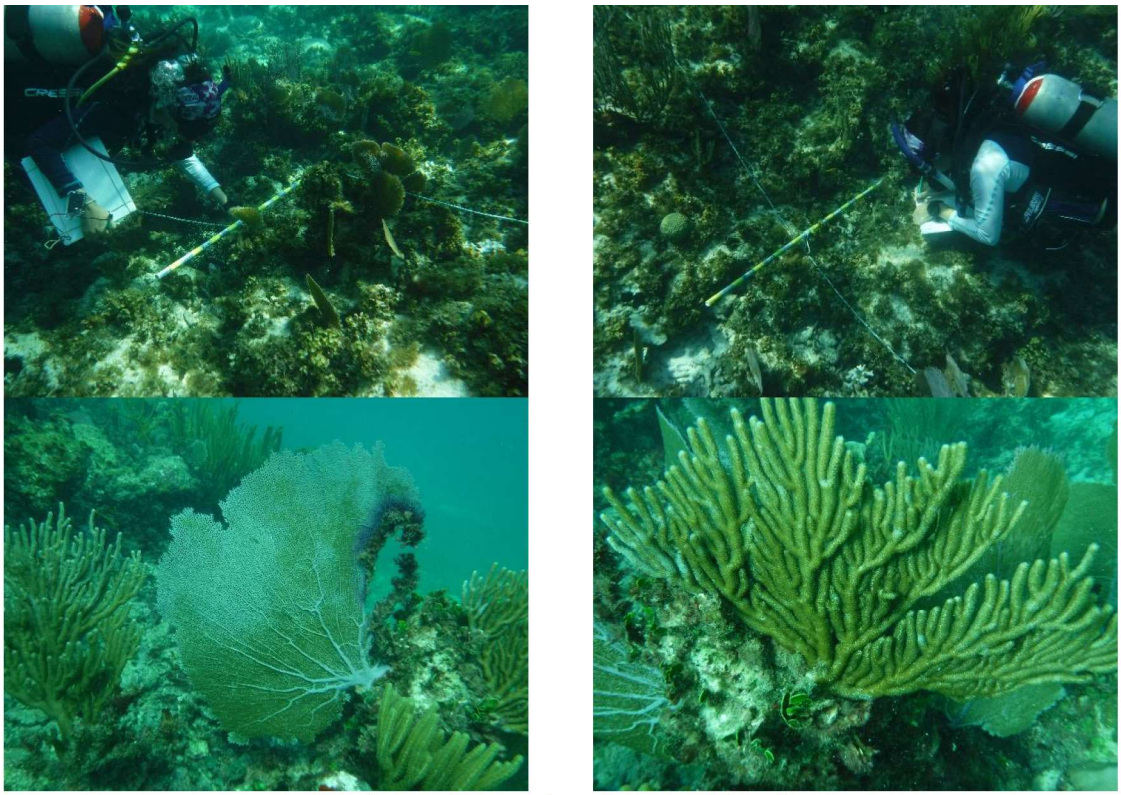
En el caso de que no fuera posible identificar algún organismo *in situ* se tomaron fotografías específicas para su posterior identificación, para lo cual se emplearon 3 cámaras fotográficas subacuáticas. En ningún momento se realizó la colecta de organismos ni se perturbó la flora o fauna marina.
En las siguientes imágenes se muestra la dinámica durante el muestreo en esta zona.



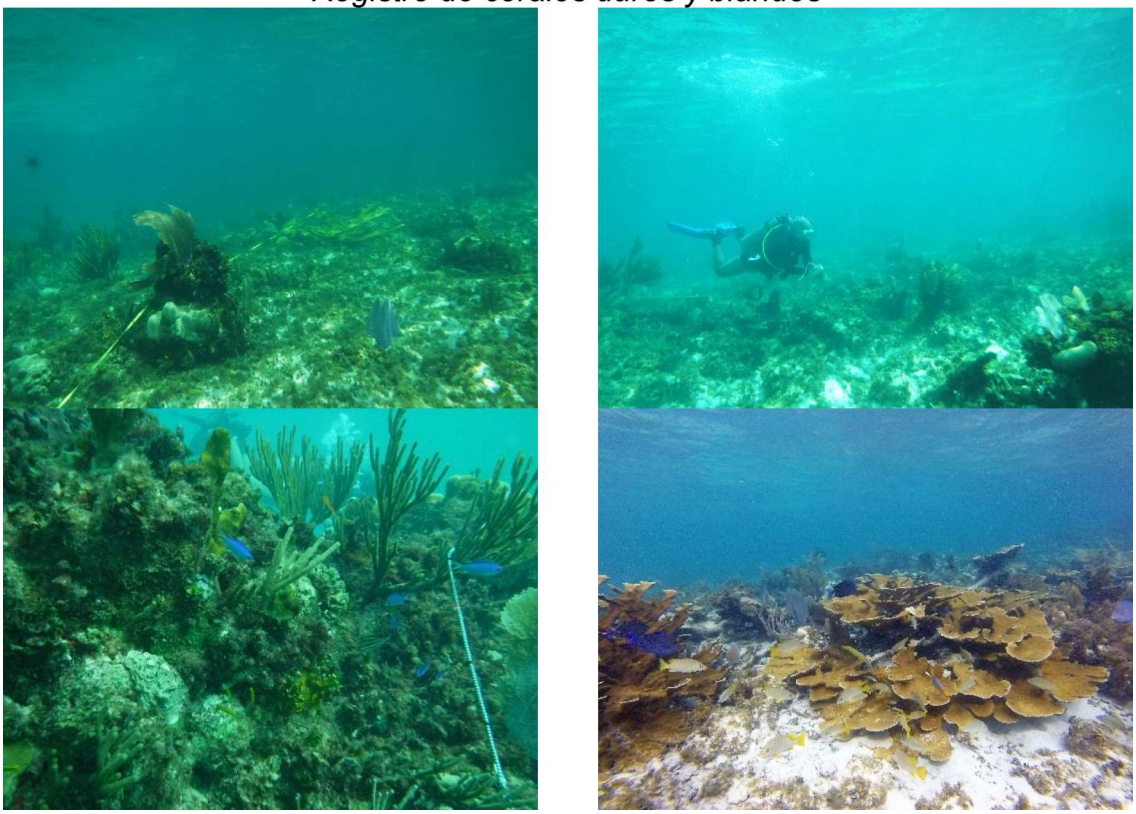
Colocación del transecto



Cuadrantes para el registro de vegetación marina



Registro de corales duros y blandos



Registro de peces

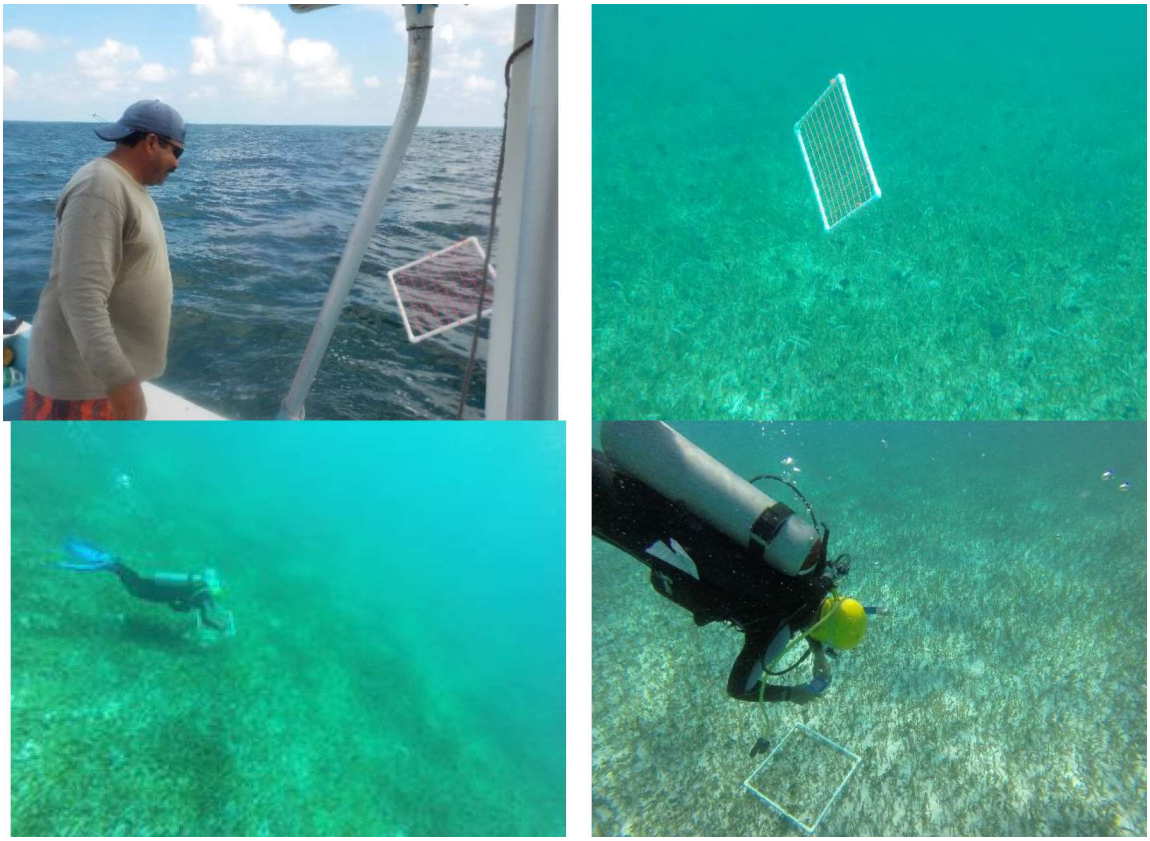
Figura 19. Imágenes del método de muestreo en la Zona Este en el arrecife posterior (Barrera Centro y Barrera Sur).

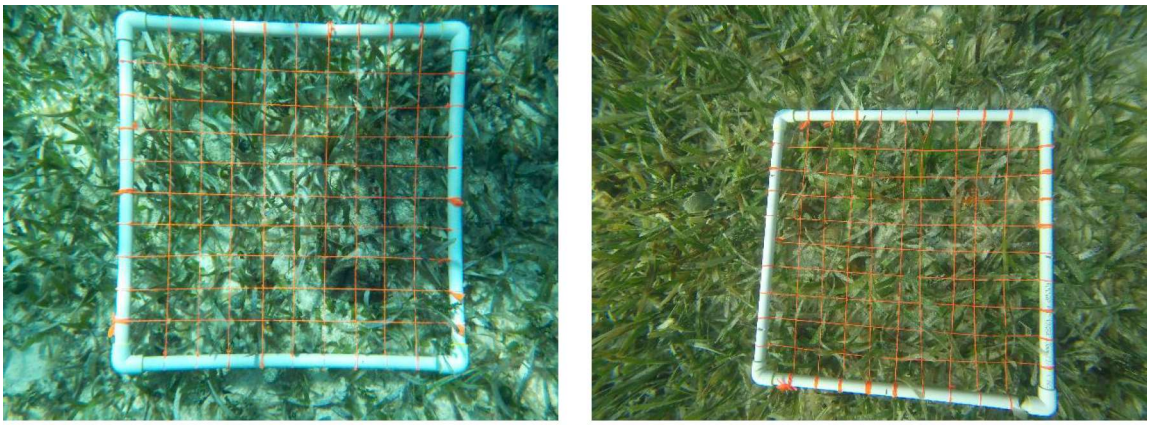
Laguna Arrecifal

Con base en la matriz de estudio establecida en la laguna arrecifal dominada por pastos marinos y algas, el registro de bentos y vegetación marina del sitio se realizó empleando un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m. El cuadrante fue tirado aleatoriamente 4 veces en cada una de las cuadrículas de la matriz y al centro de cada sitio de muestreo preestablecido (ver figura siguiente). Para que fuera de manera aleatoria, el cuadrante fue lanzado desde la embarcación y posteriormente se hacían las anotaciones y fotografías necesarias.
Adicionalmente en cada sitio de muestreo preestablecido se colocaron transectos de 20 m para el registro de peces, considerando el número de individuos y tallas por especie, en una superficie de un metro a cada lado del transecto y en la columna de agua. La identificación de las especies de los diferentes taxa, se realizaron *in situ.*

En los sitios de la laguna donde se encontraron arenales y/o zonas con laja expuesta y sin dominancia de pastos marinos denominados “blanquizales” se colocaron transectos de 20 m lineales empleando un cuadrante de 0.5 m * 0.5 m colocado a cada 5 m a lo largo del transecto (0, 5, 10, 15 y 20 m). Paralelamente, se empleó un transecto de 20 m para el registro de peces en cada sitio.

En las siguientes imágenes se muestra el proceso de muestreo en la laguna arrecifal dentro del área de estudio (Figura 20).





Registro de bentos y vegetación marina en la laguna arrecifal



Registro de peces en la laguna arrecifal

Figura 20. Imágenes del muestreo en la laguna arrecifal del área de estudio.

Equipo empleado

Se utilizó un transecto de 20 m lineales marcado a cada metro para el levantamiento de Bentos-corales y vegetación marina. Para el levantamiento de peces se empleó una cinta métrica sumergible. El levantamiento de datos se realizó empleando equipo Scuba (Figura 21).

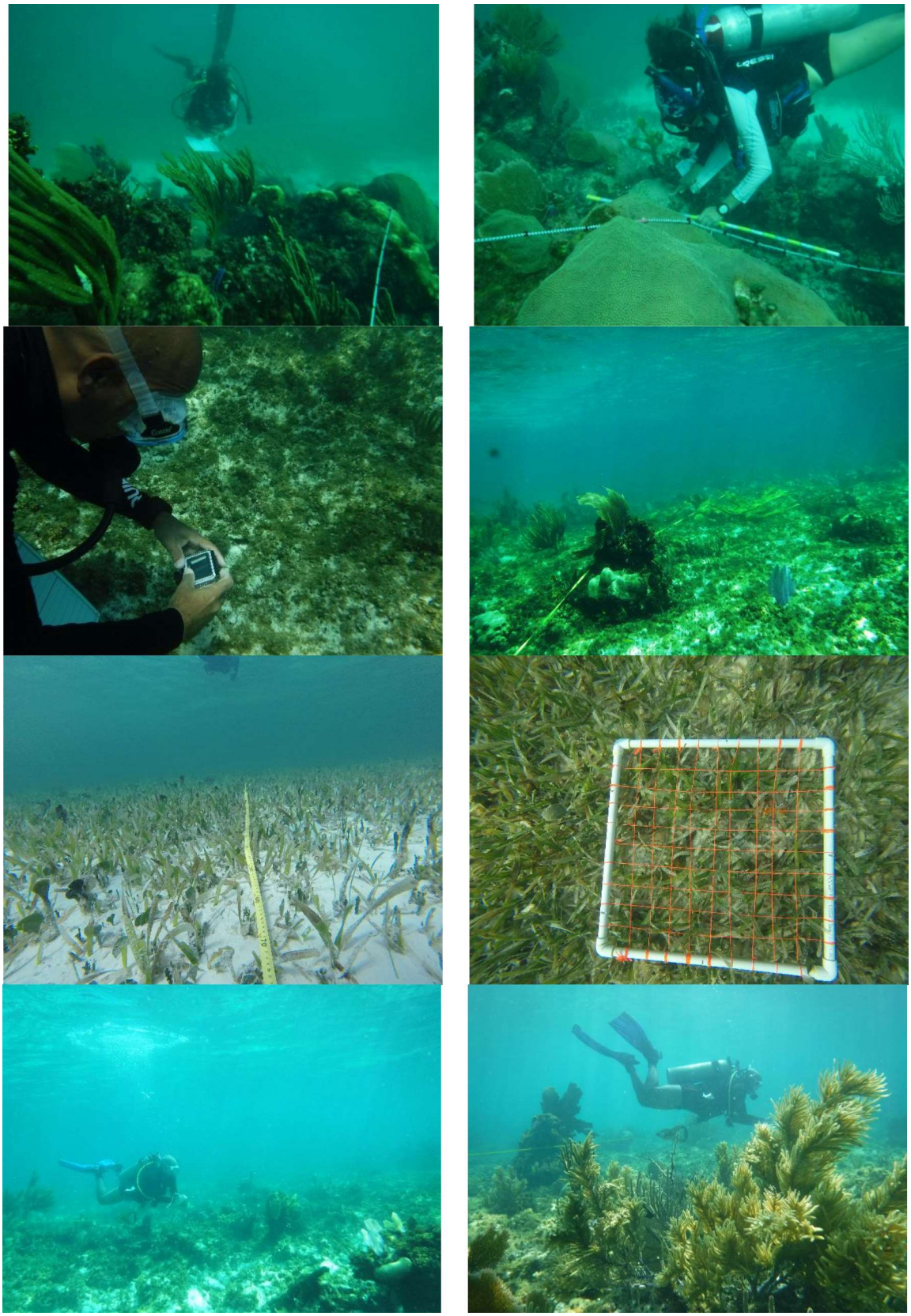


Figura 21. Imágenes del equipo que se utilizó para la caracterización de todos los sitios del área de estudio.

El cuadrante utilizado fue dividido en cuadros de 5 x 5 cm, para poder realizar un conteo más rápido y eficiente de la cobertura ocupada por los diferentes organismos presentes en cada cuadrante. En las siguientes imágenes se muestran un ejemplo del empleo del cuadrante para el registro *in situ* de las especies (Figura 22).

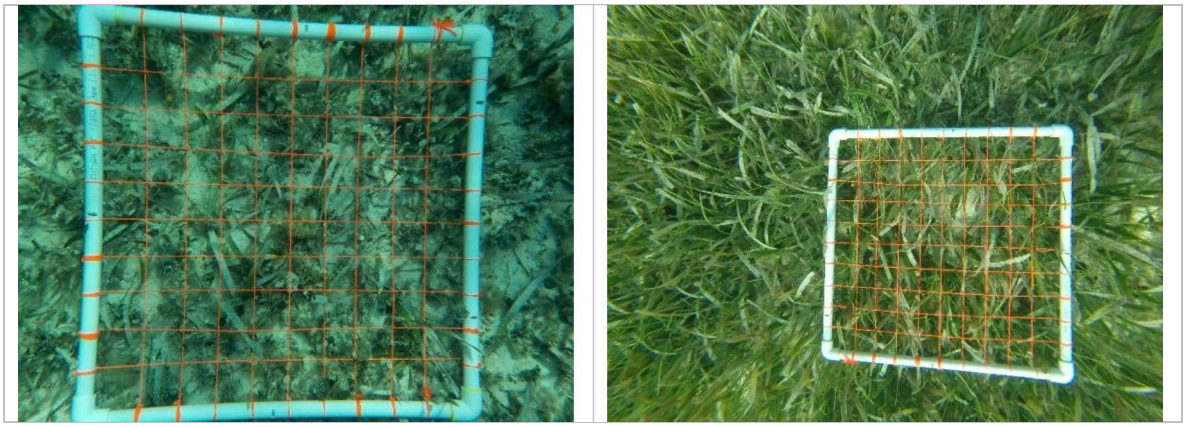


Figura 22. Imágenes del cuadrante de 0.5 * 0.5 m que se utilizó para la caracterización.

Además, se realizó un registro fotográfico de los diferentes organismos presentes en el área de estudio durante los muestreos, con ayuda de tres cámaras digitales sumergibles, una de la marca NIKON modelo COOLPIX W100, una de la marca FUJIFILM modelos FinePix XP80 y una GoPro Hero2.

Identificación de ejemplares

La identificación de las especies de peces, corales, bentos y vegetación marina fue realizada *in situ.* Para confirmar la identificación de algunas de estas especies fueron tomadas fotografías que se revisaron con las guías de identificación de la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994), “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) y la página de internet del Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (http://www.fishbase.org/).

No se realizaron colectas de ejemplares que pudieran afectar las comunidades biológicas del área de estudio.

Trabajo de gabinete

Procesamiento de datos

Como resultado de la suma de las propiedades inherentes a los individuos que conforman las comunidades, junto con sus interacciones, tenemos como resultado lo que en ecología de comunidades se conoce como propiedades emergentes. Los ejemplos más típicos de las propiedades emergentes, o atributos de las comunidades son:

Distribución específica, formas de crecimiento, estructura trófica, riqueza específica, diversidad, dominancia, abundancia y frecuencia (Begon *et al*., 1986).

Algunos de estos aspectos son útiles para calcular valores de importancia ecológica por especie y además permite comparar la importancia ecológica del resto de ellas. En este sentido, con los datos obtenidos en campo se calcularon los parámetros que se describen mediante las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica

Es el número de especies encontradas en una comunidad en particular, en un área determinada y se define con la letra "S".

Abundancia

Se define como el número de individuos por especie presente en un determinado lugar (abundancia). Sin embargo, bajo ciertas circunstancias, las formas de crecimiento no permiten contabilizar el número de individuos de cada especie de forma independiente, por lo que también puede ser medida en términos de la cobertura.

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 se denota con la letra "D" que es el número de individuos de una especie, presente en un área determinada. Este parámetro, además 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:

$$Dr = \frac{\text{No. Individuos de la especie "X" * 100}}{\text{Total de individuos de todas las especies}}$$

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:

$$Da = \frac{\text{No. De individuos de la especie "X"}}{\text{Área muestreada en } m^2}$$

Este parámetro fue utilizado para medir la abundancia en el grupo de peces.

Cobertura

La cobertura también se utiliza para medir la abundancia de especies cuando la estimación de la densidad se dificulta, pero principalmente la cobertura sirve para determinar la dominancia de especies. La cobertura es ampliamente utilizada en especies vegetales, en este caso pastos marinos, macroalgas y organismos bentónicos.

En el método de cuadrantes, la cobertura está expresada en términos del porcentaje del espacio ocupado por una especie dentro de la unidad de muestreo.

La cobertura también se empleó para estimar la abundancia en corales blandos y duros, y en otros organismos bentónicos.

Para las algas y bentos se midió como:

$$\frac{\text{Cor = Número de cuadros de 5 cm}^2\text{ ocupados por la especie “X”}}{\text{Número de cuadros de 5 cm}^2\text{ ocupados por el total de las especies}}$$

Para los corales se calculó la cobertura mediante los datos de largo y ancho aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Cor= Cantidad de cm}^2\text{ ocupados por la especie “X”}}{\text{Cantidad de cm}^2\text{ ocupados por el total de las especies}}$$

Frecuencia

La frecuencia está referida como la probabilidad de encontrar una especie dentro de una unidad de muestreo, en otras palabras, el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente. Por tanto, la frecuencia relativa (Fr) pondera el número de veces que una especie es encontrada en un área dada en relación con el resto de las demás especies, es además una medida porcentual, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$Fr = \frac{Frecuencia\ de\ la\ especie\ x\ (100)}{\sum de\ la\ frecuencia\ de\ todas\ las\ especies}$$

Índice de Valor de importancia (IVI)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies, con base a la abundancia (ya sea en forma de cobertura o número de individuos) y frecuencia. El índice de valor de importancia (IVI) es la suma de estos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie dentro de una comunidad.

El Índice de Valor de Importancia (IVI) es el mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI, se transformaron los datos de área, densidad y frecuencia en 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 IVI, es igual a 200 o 300 dependiendo del grupo.

Una vez que los datos son expresados como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas (cobertura y área o densidad) de cada especie, se ordenan de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de cada especie registrada, donde se compara cada uno con respecto al resto de las especies.

Cálculo del IVI para el grupo de los corales duros y/o hidrocorales

I.V.I = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Cobertura relativa

Cálculo del IVI para el grupo de Macroalgas, pastos marinos y organismo bentónicos muestreados con cuadrantes:

I.V.I = Frecuencia relativa + Cobertura relativa

Cálculo del IVI para el grupo de los peces:

I.V.I = Abundancia relativa + Frecuencia relativa

2. 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 **"Hotel Lote 15-18"**, 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 1.

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. Rescate de flora y fauna.
	3. Actividades de desmonte, despalme
	4. Nivelación, excavación e instalación de obras provisionales.
Construcción	**5.** Presencia de personal.
	6. Construcción del hotel con todas sus áreas.
	7. Jardinería
Operación y Mantenimiento	**8.** Operación del desarrollo.
	9. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 9 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:

- Cambios en la topografía, por actividades de excavación y nivelación.
- Cambios en los coeficientes de escurrimiento y pautas de drenaje.
- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria.

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.

2.1 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 2.

Cuadro 2. Lista de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Topografía
	Agua

Subsistema	Factor ambiental
	Suelo
Medio biótico	Flora
	Fauna
Medio Socioeconómico	Residuos
	Transporte y flujo de tráfico
	Salud humana
	Economía
	Paisaje

2.2 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. Lista de impactos identificados

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
	Cambios en el microclima
Topografía	Alteración de las formas del terreno.
Suelo	Pérdida de suelo
	Compactación del suelo
Agua	Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje y escorrentía superficial.
Flora	Pérdida de ejemplares de matorral costero y halófita costera, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Reducción en la cobertura de la vegetación.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Pérdida de hábitats para la fauna.
	Colonización de hábitats por la fauna.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP).
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
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

2.3 VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

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.

$$Incidencia = I - \frac{Imin}{Imax} - Imin\ Expresión\ V.2$$

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 4. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	**Escala**		
	1	**2**	**3**
Consecuencia (C)	**Indirecto**: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	**Directo:** el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	**Simple**: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	**Acumulativo:** Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los

Atributos	Escala		
	1	2	3
			efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
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:** Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	**Mediano:** el efecto se produce después de 5 años	**Largo:** Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
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, de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco 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 forma cíclica o recurrente.
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.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

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 5. 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 los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

3. REFERENCIAS.

Agraz-Hernández, C., Noriega-Trejo, R., López-Portillo, J., Flores-Verdugo, F., & Jiménez-Zacarías, J. (2006). *Guía de campo. Identificación de los manglares en México*. CENTRO EPOMEX-UAC.

Aranda, (2000). Guía especializada de Huellas y rastros de mamíferos grandes y medianos de México

Atlas de Plantas Vasculares de Florida (www.plantatlas.usf.edu)

Begon, M., Harper, J. L., & Townsend, C. R. (1986). *Ecology. Individuals, populations and communities*. Blackwell scientific publications.

Calderón-Mandujano *et al. 2008.* Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biósfera de Sian Ka´an

Flores, J.S. e I. Carvajal. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán.

Gann *et al.* (2005-2007). http://www.regionalconservation.org. Malezas de México. (2007-2) junio 07.

Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Guías de identificación de la colección “Reef Fish, Reef Coral y Reef Creature” de Humann (1994) “Caribbean Reef Plants” de Littler & Littler (2000) Sistema Mundial de Información de Peces “Fish Base” (http://www.fishbase.org/).

Howell y Webb (1995). Guía de aves de México y Norte de América Central.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2017. Carta temática de vegetación y uso de suelo Serie VI.

Krebs, C. J. (1985). *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia* (No. 574.5 K92e). México, MX: Edit. Harla.

Lee, (2000). Anfibios y Reptiles del mundo Maya.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

Ospina-Ante, O., & Gómez, L. G. MURCIÉLAGOS QUIRÓPTEROS DE LA RESERVA NATURAL LA PLANADA, NARIÑO, COLOMBIA.

Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., & Townsend, W. (1999). Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre. *Documento técnico*, *82*, 1999.

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, *22*(2), 283-312.

Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Quintana Roo. 2005.

Pulido-Salas M.T. y L. Serralta-Peraza. Lista Anotada de Plantas Medicinales de Uso Actual en el Estado de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 105p.

Reid, (1997). Guía de mamíferos de América Central y Sureste de México

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), (2013). Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México.

Sélem-Salas, C. I., MacSwiney, M. C., & Betancourt, S. H. (2004). Aves y Mamíferos. *Técnicas de muesTreo para manejadores de recursos naTurales*, 351.