



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

PROYECTO:

COMPLEJO ECOTURÍSTICO RIVIERA MAYA

Nombre del Promovente:

OLEUM JOINT VENTURE S. de R.L. de C. V

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	i
I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO	7
I.1 Datos Generales del proyecto	7
I.1.1 Nombre del proyecto	7
I.1.2 Ubicación del proyecto	7
I.1.3 Duración del proyecto	9
I.2 Datos Generales del promovente	9
I.2.1 Nombre o Razón Social	9
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes	9
I.2.3 Datos del Representante Legal	9
I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones	9
I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado	9
I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental	9
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	9
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento.	9
I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo	10
II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
II.1 Información general del proyecto	10
II.1.1 Naturaleza del proyecto	10
II.1.2 Objetivo del proyecto	12
II.1.3 Ubicación física	13
II.1.4 Inversión Requerida	16
II.1.5 Urbanización del área	17
II.2 Características particulares del proyecto	18
II.2.1 Áreas verdes	30
II.2.2 Programa de trabajo	34
II.2.3 Representación gráfica local y regional	34
II.2.4 Preparación del sitio y construcción	36

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.5	Etapa de Construcción.....	40
II.2.6	Estimación del Volumen por especie de materia primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.....	46
II.2.7	Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo	52
II.2.8	Operación y Mantenimiento.....	53
II.2.9	Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	71
II.2.10	Residuos	71
II.2.11	Emisiones y descargas	73
III	VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES Y ESTATALES.....	77
III.1.1	1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) 77	
III.1.2	Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento	78
III.1.3	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.....	79
III.1.4	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)	80
III.1.5	Ley de Aguas Nacionales.....	81
III.1.6	Ley General de Cambio Climático.....	82
III.1.7	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)	82
III.1.8	Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas.....	83
III.1.9	Ley General de Turismo.....	84
III.1.10	Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo	84
III.1.11	Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y su Reglamento	85
III.1.12	Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo 86	
III.1.13	Ley Para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo.....	86
III.1.14	Ley Para el Fomento de la Eficiencia Energética y del Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovables en el Estado de Quintana Roo 87	
III.2	Planes y Programas de Desarrollo	88
III.2.1	Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024	88

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.2.2	Programa Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022.....	91
III.2.3	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCEEQROO).....	96
III.2.4	Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2018-2021	98
III.3	Programas de Ordenamiento Ecológico (POE).....	99
III.3.1 (POEGT)	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	99
III.3.2	POE Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe	108
III.3.3	Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050	154
III.3.4	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POE-Local-Solidaridad).....	155
III.4	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	193
III.5	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	194
III.5.1	NOM-022-SEMARNAT-2003.....	194
III.5.2	Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas ...	197
IV	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.	199
IV.1	Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto	202
IV.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)	206
IV.3	Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR	206
IV.3.1	Medio abiótico	206
IV.3.2	Fauna.....	323
IV.4	Medio socioeconómico	364
IV.5	Paisaje.....	365
IV.6	Conclusión.....	366
IV.7	Aval para la Identificación de Vegetación.....	367
IV.8	Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.	369
Clasificación		369
IV.8.1	Provisión de Agua.....	375

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.8.1.1	Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso del suelo	375
IV.8.1.2	Cantidad de agua captada en el sistema ambiental regional.....	378
IV.8.2	Captura de carbono.....	379
IV.8.3	Generación de oxígeno	381
IV.8.4	Amortiguamiento de fenómenos naturales.....	383
IV.8.5	Modulación y regulación del clima	383
IV.9	Diagnóstico ambiental.....	385
V	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	386
V.1	Identificación de impactos.....	386
V.1.1	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	386
V.2	Caracterización de los impactos.....	394
V.2.1	Indicadores de impacto	394
V.3	Valoración de los impactos	403
V.4	Impactos residuales.....	413
V.5	Impactos acumulativos.....	413
VI	Justificación técnica, económica y social que motiva la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.	414
VI.1	Dominancia o Área Basal	415
VI.2	Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM'59.....	425
VI.3	Justificación Técnica.....	426
VI.3.1	No se compromete la biodiversidad.....	426
VI.3.2	Composición de especies	427
VI.3.3	Flora silvestre.....	427
VI.3.4	Fauna silvestre	432
VI.4	ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA	438
VI.4.1	Flora silvestre.....	438
VI.4.2	Fauna silvestre	450
VI.5	IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES.....	452
VI.5.1	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2019 (flora silvestre).....	453
VI.5.2	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (fauna silvestre).....	458

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VI.5.3	No se provocará la erosión de los suelos	460
VI.5.4	Erosionabilidad del suelo (K)	462
VI.5.5	Longitud y Grado de pendiente (LS).....	464
VI.5.7	Factor de protección de la vegetación “C”	466
VI.5.8	No se provocará la disminución de la captación de agua	471
VI.5.9	Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo	471
VI.5.10	Cantidad de agua captada en el sistema ambiental (microcuenca) 474	
VI.6	Conclusiones	476
VI.6.1	Que no se comprometerá la biodiversidad.....	476
VI.6.2	Que no se provocará la erosión de los suelos.....	476
VI.6.3	Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación	476
VI.6.4	Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.....	477
VI.7	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	480
VI.8	JUSTIFICACIÓN SOCIAL	481
VII.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	483
VII.1	Descripción de las medidas o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental	483
VII.2	. Plan de vigilancia ambiental.....	490
VII.2.1	Introducción.....	490
VII.2.2	Medidas de prevención y mitigación de impactos.....	494
VII.2.3	Programa de Rescate y reubicación de flora y fauna	516
VII.2.4	Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad	521
VII.2.5	Programa de Prevención de la Contaminación del Suelo	525
VII.2.6	Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos	533
VII.2.7	Programa de control de Emisiones	538
VII.3	Seguimiento y control (monitoreo).....	542
VII.3.1	Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad del agua	542

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.3.2	Prevención y control de la contaminación del suelo.....	542
VI.8.1	Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos.....	543
VII.3.3	Programa de control de emisiones	543
VII.4	Información necesaria para la fijación de montos para fianzas....	543
VII.5	Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo.....	545
VII.6	Planes de emergencia frente a la posibilidad de accidentes hidrometeorológicos	548
VIII.	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	556
VIII.1	Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	556
VIII.2	Descripción y análisis del escenario con proyecto sin considerar las medidas de mitigación	557
VIII.3	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	558
VIII.4	Pronóstico ambiental.	559
VIII.5	Evaluación de alternativas.	560
IX.	Conclusiones	561
X.	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO	563
X.1	Presentación de la información.	563
X.1.1	Cartografía.	563
X.1.2	Fotografías y videos.....	563
X.1.3	Otros anexos.....	563

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

I.1.2 Ubicación del proyecto El área del proyecto denominado Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se encuentra conformado por dos lotes, los cuales se presentan a continuación, en la **Tabla I.1** y **Figura I**.

Tabla I.1 Predios que Conforman el área del proyecto

Predio	Ubicación	Superficie (m²)	Escritura que avala la legal Posesión
Predio 1	Lote 003-2, Manzana 002	705,765.79	385/925
Predio 2	Lote 002-1, Manzana 009	23,211.01	368
Superficie total		728,976.80	

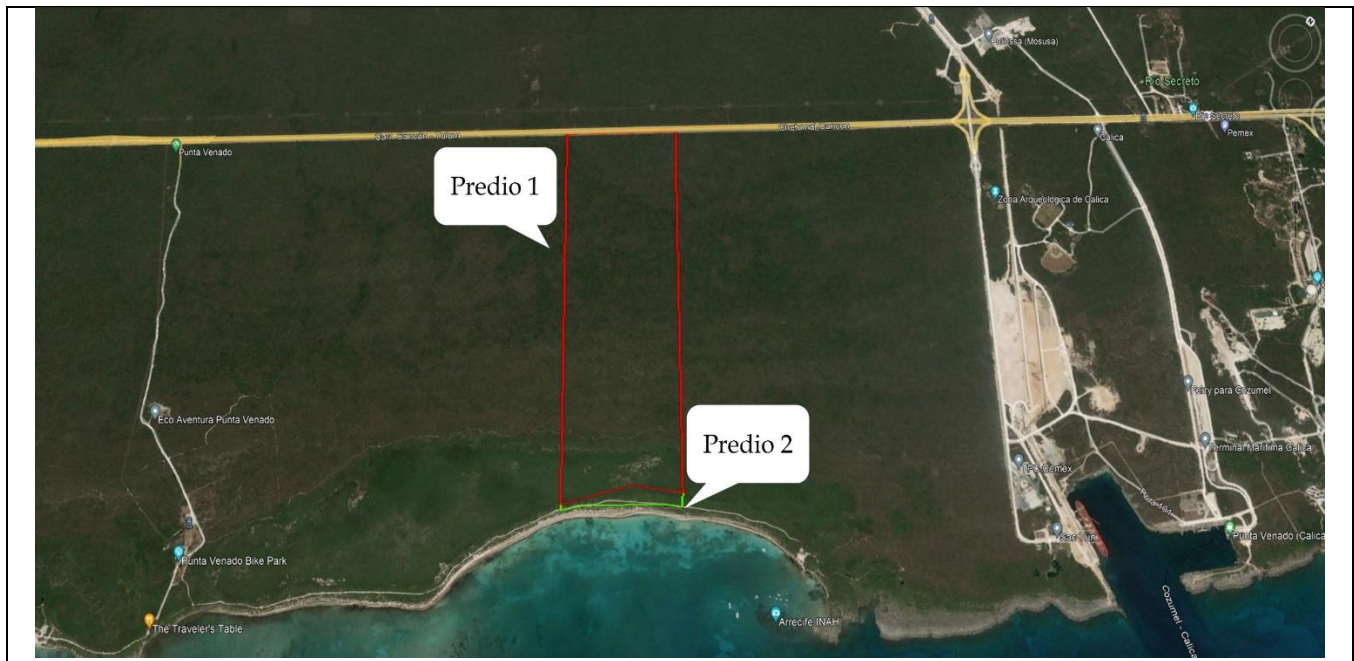


FIGURA I.1 Vista general de los predios que conforman el área del proyecto

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Los lotes mencionados anteriormente, se encuentran ubicados sobre la carretera Federal 307 Chetumal-Playa del Carmen en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. Es importante mencionar, que los lotes derivan de un solo predio, el cual se fue subdividiendo gradualmente de la siguiente manera:

1.

Mediante escritura pública número 368 de fecha 4 de diciembre de 2017, otorgada ante la fe del Licenciado José Alfredo Asunción Martín Villanueva, Notario Público número 48 del Estado de Quintana Roo, con sede en la ciudad de Tulum (ver **Anexo I.2**), la sociedad mercantil denominada “Oleum Joint Venture, S.R.L. de C.V.”, representada por su apoderado el señor Misael Iván Navarro Aguilar, formaliza la Certificación de Medidas y Colindancias, así como la subdivisión del Lote 002, manzana 009, ubicado en la ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, con una superficie de 54,967 m² (cincuenta y cuatro mil novecientos sesenta y siete metros cuadrados), de la que resultan tres nuevos lotes mismos que se describen a continuación:

- a. Predio Punta Piedra, Sin número, Lote 002, Manzana 009, de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie de 15,645.27 m² (quince mil seiscientos cuarenta y cinco punto veintisiete metros cuadrados).
 - b. Predio Punta Piedra, Sin número, Lote 002-1, Manzana 009, de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie de 23,121.94 m² (veintitrés mil ciento veintiún punto noventa y cuatro metros cuadrados), denominado para efectos de este documento **Predio 2**.
 - c. Predio Punta Ina Xcaret, Sin número, Lote 002-2, Manzana 009, de la ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo con una superficie de 15,928.03 m² (quince mil novecientos veintiocho punto cero tres metros cuadrados).
2. Mediante escritura pública número 385 de fecha 18 de diciembre de 2017, otorgada ante la fe del Licenciado José Alfredo Asunción Martín Villanueva, Notario Público número 48 del Estado de Quintana Roo, con sede en la ciudad de Tulum (**Anexo I.3**), se realizó la venta por medio de un contrato de compraventa con reserva de dominio a favor de la sociedad mercantil denominada “Oleum Joint Venture, S.R.L. de C.V.”, del Predio Punta Venado ubicado en Carretera Federal 307, lote 003-2, tres, guion, dos), manzana 002(cero, cero, dos) de la ciudad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, con una superficie de 705,765.57 m² (setecientos cinco mil setecientos sesenta y cinco punto cincuenta y siete metros cuadrados), denominado para efectos de este documento **Predio 1**.

Mediante escritura pública número 925 de fecha 19 de junio de 2019, otorgada ante la fe del licenciado José Alfredo Asunción Martín Villanueva, Notario Público número

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

48 del Estado de Quintana Roo, con sede en la ciudad de Tulum (ver **Anexo I.4**), la C. Rosa María Joaquín Alcérreca, también conocida como Rosa María Joaquín Alcérreca de Ortega, formaliza la Cancelación de Reserva de Dominio y queda liberado el **Predio 2**, a nombre de “Oleum Joint Venture, S.R.L. de C.V.”

I.1.3 Duración del proyecto

El plazo solicitado para la realización del cambio de uso del suelo es de 42 meses (3.5 años), conforme al programa calendarizado del proyecto. Es importante señalar que este plazo corresponde exclusivamente a las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto; puesto que la operación del proyecto o su vida útil se estima en 50 años.

I.2 Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

OLEUM JOINT VENTURE S. DE R.L. DE C. V. (Acta Constitutiva **Anexo I.5**)

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes

OJV140820F68 (**Anexo I.6**)

I.2.3 Datos del Representante Legal

Misael Iván Navarro Aguilar (Poder Legal **Anexo 1.7**, Identificación oficial **Anexo I.7.1**)

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

[Redacted]

I.3 Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.

MERCADO BEJAR, GONZALEZ SILVA Y ASOCIADOS

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

MBG1902112G0

I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento.

[Redacted]

I.3.4 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

El presente Documento Técnico Unificado (DTU) contempla el siguiente objetivo:

- 1) La evaluación de impacto ambiental para la preparación del sitio, construcción y operación de un centro turístico, denominado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Se pretenden realizar obras de preparación, construcción y operación de un proyecto turístico, denominado "Complejo Ecoturístico Riviera Maya" ubicado en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo. De manera general, el proyecto plantea la instalación de dos hoteles y un club de playa, los cuales contarán con amenidades, una zona comercial, cuerpos de agua, caminos y vialidades internas, estacionamientos, área de viviendas para empleados y área de servicios.

El proyecto plantea el uso de materiales amigables con el medio ambiente, así como la incorporación de algunas energías renovables, integrará elementos estructurales al paisaje, mantendrá corredores biológicos y superficies permeables, con la finalidad de tener la menor afectación posible al ambiente. El diseño del proyecto se integra en un predio de 728,976.80 m² donde será intervenido tan solo el 35% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación que se pretende llevar a cabo.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

A finales de la década de los 60 se crea el Fondo de Infraestructura Turística (INFRATUR) para estudiar los lugares de impulso turístico, a partir de este, El Banco de México recomendó la creación de cinco centros turísticos integrales en el país los cuales son: Ixtapa Zihuatanejo (Guerrero), Los Cabos y Loreto (B.C.S.), Bahías de Huatulco (Oaxaca) y Cancún

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

(Quintana Roo). A pesar de que el desarrollo de Cancún ofrecía una serie de desventajas (1,820 km de la Ciudad de México, un aeropuerto alejado, escasa mano de obra, entre otras), en 1972 se realiza la adquisición del terreno para edificar el Hotel Maya Caribe, en 1986 el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR); En 1989, Cancún se convirtió en la ciudad con mayor dinamismo de nuestro país. Esto contribuyó con uno de los más altos porcentajes de divisas turísticas que ingresan a México y participa en forma sustancial en el producto interno bruto de Quintana Roo (UAEM, 2009). Sin embargo, en la década de los 90, Cancún estaba superado, por lo que, de este hecho y la necesidad de ofertar nuevas modalidades, surgió la idea de crear un nuevo municipio por medio de una escisión territorial que se le hizo a Municipio de Cozumel (Cárdenas, 2019), de esta manera nació el Municipio de Solidaridad. Posterior a esto, se creó “el Corredor Cancún-Tulum”, que años más tarde se denominaría “Riviera Maya” siendo los casos más emblemáticos los Municipios de Solidaridad, Tulum, Bacalar y Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo (Marín, 2008, p. 122).

En este sentido, el Municipio de Solidaridad ha tenido un crecimiento acelerado en las últimas décadas, lo que contribuido a que se mantenga como Eje de crecimiento, al Sector Turístico. De esta manera, el Estado de Quintana Roo se ha consolidado como uno de los destinos turísticos con mayor desarrollo del país. Lo anterior vuelve relevante la necesidad de realizar una adecuada evaluación de impacto ambiental, que permita un crecimiento acorde con las necesidades y expectativas del municipio y el estado, con el menor impacto posible hacia los ecosistemas de la región.

Así mismo es importante mencionar que, según los datos proporcionados por el Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) y del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN 2018), el proyecto que se pretende llevar a cabo se clasifica en el sector 72, denominado Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas. Dentro de dicho sector, el proyecto se cataloga en el subsector 7211 “Servicios de alojamiento temporal”, es decir, unidades económicas dedicadas principalmente a proporcionar servicios de alojamiento temporal, como hoteles, moteles, hoteles con casino, bungalos, cabañas, villas, centros vacacionales y similares; departamentos y casas amuebladas de alojamiento temporal y campamentos recreativos, casas de huéspedes, pensiones, casas para estudiantes, campamentos que reciben casas rodantes (trailer parks), para caza y pesca, de montaña y albergues juveniles.

Este subsector incluye unidades económicas dedicadas principalmente a:

- Los servicios de alojamiento temporal en hoteles y moteles que, con la misma razón social, además ofrecen uno o más servicios integrados (de restaurante, discoteca, bar, centro nocturno, spa, pistas para esquiar, agencia de viajes, etc.).
- Casas típicas que proporcionan servicio de alojamiento a viajeros por una temporada.
- Campamentos de trabajadores.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En este sentido, el Complejo Ecoturístico Riviera Maya se diseñó siguiendo una estrategia basada en un esquema de sustentabilidad en concordancia con los ordenamientos territoriales aplicables para el sitio del proyecto.

El complejo hotelero será construido con una composición de dos hoteles, un club de playa, una zona comercial la cual contará con estacionamiento y un Jardín Botánico, cuerpos de agua instalados a lo largo de la zona comercial, caminos y vialidades que conectaran las diferentes áreas buscando una integración al paisaje natural y un área de servicios generales. La construcción y operación de estas obras, se pretende realizar en una superficie de 728,887.51 m², propiedad del Promovente, como se especifica en la sección I.2.4.

Para determinar la ocupación hotelera que pretende el desarrollo del complejo ecoturístico, cada Hotel contará con una capacidad total de 286 habitaciones (llaves), lo cual va en concordancia con el Eje de Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible, que busca aumentar los servicios y la diversificación turística, lo cual está planteado en el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad que se describe en el capítulo III de este documento. El nuevo Complejo Ecoturístico Riviera Maya, busca aumentar la oferta de servicios turísticos de la región e incrementar el flujo de visitantes en el municipio y, por consiguiente, aumentar la derrama económica de esta actividad, en la industria turística y de servicios en general.

En este contexto, este capítulo en la sección II.2, presenta la descripción de las características particulares del Proyecto sometidas al proceso de evaluación en materia de impacto ambiental, así como el detalle de los procesos de preparación, construcción y operación de las mismas. Lo anterior en cumplimiento de lo establecido en los Artículos 28 y 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y en el Artículo 13 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental (RLGEEPA-EIA). Así mismo, este Documento Técnico Unificado (DTU), sustenta el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de las áreas del proyecto donde se realizará remoción de vegetación y que comprenden un total de 255,510.09 m², lo que representa el 35% del área total del proyecto. Lo anterior en cumplimiento con lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Artículos 139 y 141.

II.1.2 Objetivo del proyecto

Se pretende obtener autorización en materia de impacto ambiental y forestal, para la preparación del sitio, construcción y operación de un conjunto de hoteles y zona comercial, que pretende instalarse en el Municipio de Solidaridad, en la Riviera Maya, en un predio localizado a un costado de la carretera Federal 307, el cual se encuentra a una distancia manejando, de aproximadamente 15 minutos de Playa del Carmen, y una hora del Aeropuerto Internacional de Cancún.

La instalación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya pretende incrementar la oferta turística de la región, ofreciendo diferentes alternativas de hospedaje y recreación, en un ambiente que promueve la sustentabilidad. En este sentido, los hoteles contarán con habitaciones de tipo condominios, habitaciones de playa, residencias de playa, así como

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

también, se ofrecerán actividades recreativas entre las cuales se encuentran: alberca, comercios, actividades acuáticas, de aventura, áreas infantiles, espacios de salud y belleza, áreas de descanso y restaurantes. De esta manera, el Complejo Ecoturístico Riviera Maya, busca ser una opción de turismo integral y sustentable, para visitantes tanto nacionales, como internacionales, incrementando la oferta turística de la región, manteniéndola como el Polo Turístico más importante del país.

II.1.3 Ubicación física

Como se menciona en la sección I.1.2, el área del proyecto está conformada por dos lotes ubicados a un costado de la carretera Federal 307 Chetumal-Playa del Carmen, en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y comprenden una superficie total de 728,976.80 m², este polígono está delimitado por un total de 11 vértices. Las coordenadas aproximadas en UTM datum WGS84, de los vértices del predio se presentan en la **Tabla II.1**

Tabla II.1 Coordenadas UTM de los vértices del predio

Vértices	X	Y
1	484338.8349	2275110.3445
2	483968.3099	2274808.1855
3	484925.6689	2273635.5395
4	484940.6917	2273617.2437
5	484981.9926	2273669.4430
6	485041.2270	2273720.5911
7	485193.6500	2273842.0500
8	485262.2643	2273893.5904
9	485310.1716	2273920.5790
10	485277.9203	2273960.1083
11	485277.9049	2273960.0995

El proyecto se encuentra a 60 km del Aeropuerto Internacional de Cancún, a 10 km de la Ciudad y del Aeropuerto Nacional de Playa del Carmen, y a 3 km del Centro Turístico Xcaret, este último, es un parque de diversiones temático, resort y desarrollo ecoturístico considerado como uno de los más importantes desarrollos turísticos en México, ya que en los últimos tres años (2017, 2018 y 2019) recibió más de tres millones de visitantes por año, generando más de 800 empleos directos y 3,200 empleos indirectos. Otros de los centros turísticos y poblacionales cercanos al sitio propuesto para el proyecto, son Playacar que se encuentra a 7 km y Puerto Aventuras que está a 9.7 km.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En la **Figura II.1**, se muestra la ubicación del Proyecto, con respecto a las principales vías de comunicación, la cabecera municipal y los principales centros turísticos existentes en la zona.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura II.1. Ubicación del proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.1.4 Inversión Requerida

Para el desarrollo del proyecto, se estima una inversión de \$800,000,000 (ochocientos millones de pesos M.N.), lo cual ya incluye el pago por compensación por el cambio de uso de suelo y la aplicación de las medidas ambientales. El monto desglosado se presenta en la **Tabla II.2**.

Tabla II.2 Desglose de la Inversión Requerida

Concepto	Inversión Requerida (MXN)
Preparación del sitio	100,000,000
Construcción del sitio	600,000,000
Operación del sitio	80,000,000
Pago por compensación de cambio de uso de suelo	10,000,000
Medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental	10,000,000
Total	800,000,000

Una vez determinados los costos de restauración forestal (Apartado II.2.7), se asume también que una vez ejecutadas las medidas, también se recuperarán de forma paulatina los servicios ambientales afectados, como la captura de carbono, la calidad paisajística, la infiltración de agua en el subsuelo y demás servicios abordados en el apartado IV.8, para la justificación económica del proyecto y su valoración en términos comparativos respecto al uso o condición actual del predio, se ha sumado a la inversión del proyecto (por concepto de construcción de la obra), el costo de la valoración de los recursos forestales a afectar, bajo las siguientes variables:

Concepto	Monto total (MXN)
Inversión inicial	\$ 800,000,000.00
<u>Valoración de la restauración (Reforestación)</u>	<u>\$ 35,073,321.46</u>
Ingresos anuales estimados	\$ 120,000,000.00
Costos de operación anual	\$ 36,000,000.00
Inflación	5%

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Bajo estas variables se ha determinado que la recuperación de la inversión será a partir del año 9 de establecimiento del proyecto, ver tabla siguiente:

Año	Egresos	Ingresos	Balance
0	\$871,073,321.46	0	-\$ 871,073,321.46
1	\$37,800,000.00	\$126,000,000.00	-\$ 782,873,321.46
2	\$39,690,000.00	\$132,300,000.00	-\$ 690,263,321.46
3	\$41,674,500.00	\$138,915,000.00	-\$ 593,022,821.46
4	\$43,758,225.00	\$145,860,750.00	-\$ 490,920,296.46
5	\$45,946,136.25	\$153,153,787.50	-\$ 383,712,645.21
6	\$48,243,443.06	\$160,811,476.88	-\$ 271,144,611.40
7	\$50,655,615.22	\$168,852,050.72	-\$ 152,948,175.89
8	\$53,188,395.98	\$177,294,653.25	-\$28,841,918.62
9	\$55,847,815.78	\$186,159,385.92	\$101,469,651.53
10	\$58,640,206.56	\$195,467,355.21	\$238,296,800.18

II.1.5 Urbanización del área

El acceso principal al Complejo Ecoturístico Riviera Maya será por la carretera Federal 307 ya que es la única vía para acceder a este sitio por medio terrestre. La carretera tiene una longitud total de 366 Km y comunica las ciudades mexicanas de Cancún y Chetumal, las cuales son dos importantes destinos turísticos dentro de esta zona.

Es importante mencionar que, en la zona no existe la cobertura de los servicios básicos como: agua, drenaje, electricidad, telefonía e internet. Por lo que el proyecto propone la instalación de los siguientes servicios:

- Instalación de dos plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial.
- Instalación de dos pozos de extracción de agua y un sistema de desalinización para tratar el agua, una para cada hotel y una para la zona comercial.
- Sistema de captación de agua de lluvia en la zona comercial, para uso en servicios generales y riego del jardín botánico.
- Instalación de paneles solares, para la generación de un porcentaje de 12.5, de la energía eléctrica requerida.
- Conexión a la Red Nacional de Distribución de Energía Eléctrica, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), apoyada con la instalación de transformadores para cada una de las instalaciones, dos hoteles y una zona comercial.
- Se instalarán áreas de servicios para cada hotel y la zona comercial, y se contratarán los servicios de compañía que cuente con las autorizaciones para la gestión adecuada de residuos.

II.2 Características particulares del proyecto

El Complejo Ecoturístico Riviera Maya, es un proyecto desarrollado bajo un concepto sustentable en el que se desea utilizar materiales amigables con el medio ambiente, así como la incorporación de algunas energías renovables, la integración de los elementos estructurales al paisaje, el mantenimiento de corredores biológicos que permitan una conectividad entre los diferentes ecosistemas presentes en el sitio, así como el mantenimiento de superficies permeables, todo esto con la finalidad de tener la menor afectación posible al ambiente. El diseño del proyecto se integra en un predio de 728,976.80 m² donde será intervenido tan solo el 35% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación que se pretende llevar a cabo.

El proyecto, plantea la instalación de dos hoteles y un club de playa los cuales contarán con diferentes amenidades, una zona comercial, cuerpos de agua, caminos y vialidades internas, estacionamientos, área de viviendas para empleados y área de servicios.

A continuación, se presenta una imagen (**Figura II.2**) (**Anexo II.1**) donde se muestra de manera esquemática las áreas que conforman el proyecto, y presentando como áreas comunes generales (Tabla II.3) Posteriormente en las siguientes tablas (**Tabla II.3, Tabla II.4, Tabla II.5, Tabla II.6 y Tabla II.7**), se presentan las superficies de cada uno de los elementos del proyecto, así como la descripción de cada una de estas.

Finalmente, es importante mencionar que, la densidad máxima permitida para el proyecto es de 10 cuartos por hectárea, es decir, que por las 72.80 hectáreas que posee el predio, se pueden construir hasta 720 cuartos o unidades de hospedaje, lo cual se cumple considerando que el proyecto propone la construcción de 572 habitaciones, para brindar servicios de hospedaje, cumpliendo con lo establecido en este criterio.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura II.2 Layout del proyecto (las áreas sin color (tono blanco) representan las áreas que no serán intervenidas)

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla II.3 Áreas comunes que conforman el Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Áreas comunes Generales		
Obras	Superficie (m²)	Porcentaje (%) (Respecto a la superficie total)
Caminos y vialidades	37,599.10	5.16
Cuerpos de agua	28,246.19	3.87
Estacionamientos (A y B)	8,600.68	1.18
Área de Servicios	1,037.06	0.14
Viviendas empleados	1,414.80	0.19
Amenidades	30,486.06	4.18
Áreas verdes (Ajardinadas)	12,303.68	1.69
Zona comercial	6,920.06	0.95
Total	126,607.63	17.37

Tabla II.4II.1.5

Áreas comunes (Hoteles)		
Obras	Superficie (m²)	Porcentaje (%) (Respecto a la superficie total)
Recepción	2,912.36	0.40
Área de servicios	3,207.74	0.44
Manejo de residuos	1,085.00	0.15
Alimentos y bebidas	7,061.25	0.97
Albercas	5,005.21	0.69
Amenidades	4,418.37	0.61
Andadores	8,742.74	1.20
Áreas verdes (Ajardinadas)	57,430.27	7.88
Total área	89,862.94	12.33

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla II.5 Áreas que conforman los hoteles.

Área hoteles		
Obras	Superficie (m²)	Porcentaje (%) (Respecto a la superficie total)
Condominios	7,426.07	1.02
Habitaciones	12,992.73	1.78
TOTAL	20,418.80	2.80

Tabla II.6 Áreas ocupadas por los Puentes sobre Manglar

Puentes Sobre Manglar		
Obras	Superficie (m²)	Porcentaje (%) (Respecto a la superficie total)
Pilotes Puente 1	19.05	0.002
Pilotes Puente 2	25.10	0.003
Pilotes Puente 3	23.12	0.003
Total	67.27	0.009

Tabla II.7 Áreas ocupadas por las obras de playa

Obras de playa		
Obras	Superficie (m²)	Porcentaje (%) (Respecto a la superficie total)
Cuartos de playa	1,579.30	0.22
Áreas verdes (Ajardinadas)	13,463.27	1.85
Residencias	2,587.08	0.35
Bar playa	253.62	0.03
Albercas	670.18	0.09
Total	18,553.45	2.55

Conforme a lo indicado en las tablas que anteceden, tenemos que el proyecto contempla una superficie total de aprovechamiento en planta baja, de 255,510.09 m² (25.5 hectáreas) que equivalen al 35% de la superficie total del predio; como se muestra en la **Figura II.3**.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Amenidades

El proyecto, Complejo Ecoturístico Riviera Maya, también busca ofrecer una gran variedad de amenidades que permitan satisfacer las necesidades y preferencias de los turistas. A continuación, en la **Tabla II.8**, se enlistan las actividades recreativas o amenidades, que se pretenden ofrecer en el proyecto, y posteriormente en la **Figura II.3**, (**Anexo II.2**) se muestran las áreas en las cuales se instalarán dichas actividades.

Tabla II.8 Amenidades que se pretende ofrecer en el Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Amenidades		Actividad específica
Agua	1	Snorkel
	2	Nado en río
	3	Paseo en balsa
	4	Kayak
	5	Moto acuática
	6	Área de clavados
	7	Acuario natural
	8	Alberca
Alimentos y Bebidas	9	Restaurant
	10	Bar
	11	Cava
Arte	12	Foro cultural
	13	Galería de arte
	14	Pabellón
Aventura	15	Tirolesa
Comercio	17	Tiendas
	18	Taller Artesanal
Descanso	19	Hamacas
	20	Camastros
Infantil	21	Área de juegos
Medio ambiente	22	Jardín Botánico
	23	Vivero
	24	Meliponario
	25	Santuario Fauna Nativa
	26	Avistamiento de aves
Recreación	27	Mirador
	28	Columpios
	29	Caminata
	30	Puente flotante
	31	Paseo en bicicleta
Salud & Belleza	32	Temazcal
	33	Spa

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

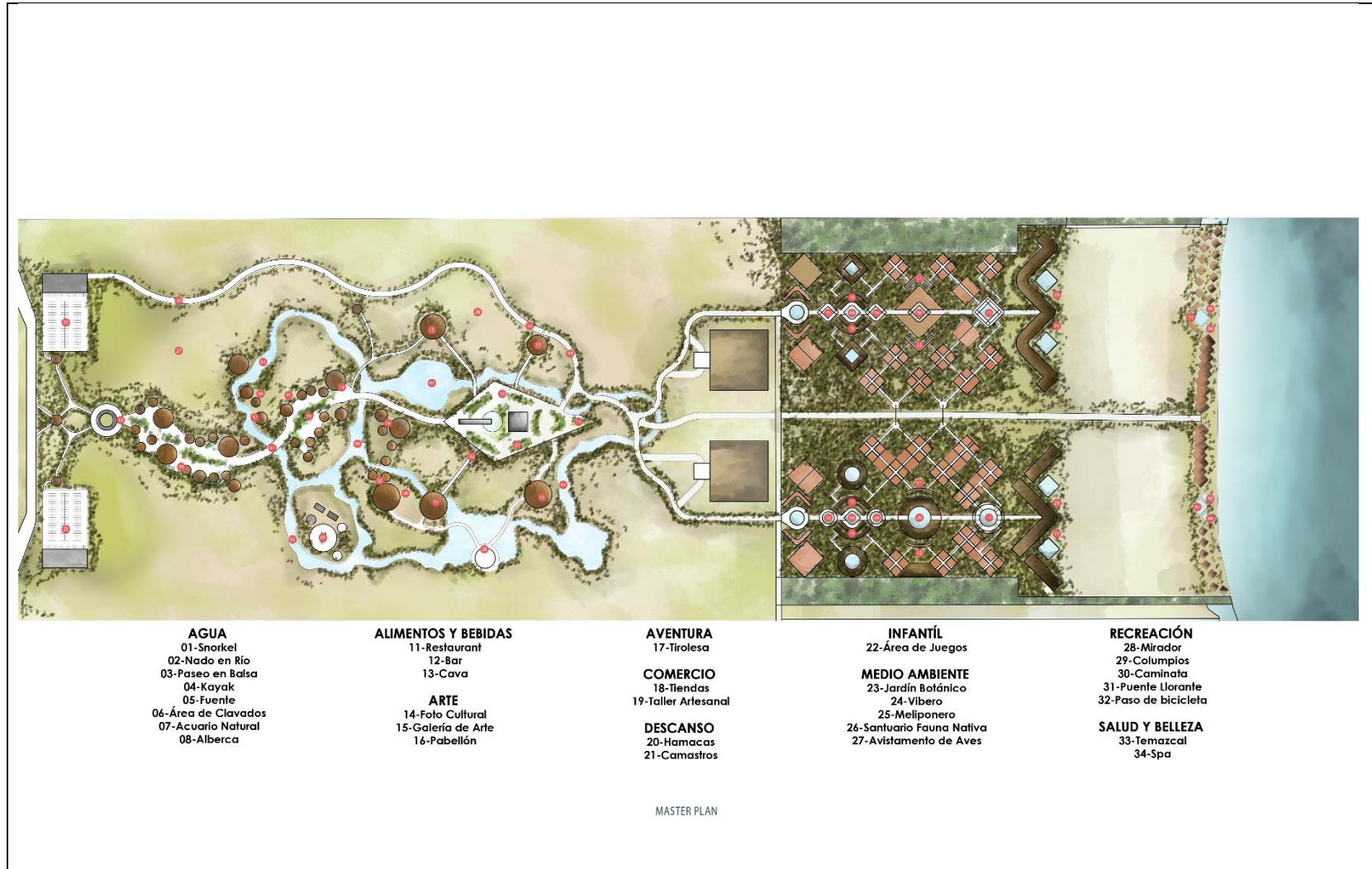


Figura II.3 Plano de Distribución de las Amenidades

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Segundo Nivel

En las tablas que se muestran a continuación (**Tabla II.9, Tabla II.10 y Tabla II.11**), se puede observar la superficie aprovechada según las obras realizadas en el nivel 2:

Tabla II.9 Áreas comunes que conforman el segundo nivel del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Nivel 2 - Áreas comunes	
Obras	Superficie (m²)
Jardín botánico	8,600.68
Vivienda empleados	1,414.80
Amenidades	30,486.06
Comercio	6,492.81
Total	46,994.35

Tabla II.10II.1.5

Nivel 2 - Área hotel	
Obra	Superficie (m²)
Condominios	7,426.07
Habitaciones	12,992.73
Total	20,418.80

Tabla II.11Áreas ocupadas por las obras de playa

Nivel 2 - Obras de playa	
Obras	Superficie (m²)
Habitaciones de playa	1,579.30
Residencias	2,587.08
Total	4,166.38

Como se puede observar en las tablas anteriores, la superficie total aprovechada en el segundo nivel corresponde a 71,579.53 m². A continuación, en la **Figura II.4 (Anexo II.3)** se pueden observar la ubicación de las obras que se pretenden realizar en el nivel 2 del proyecto.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

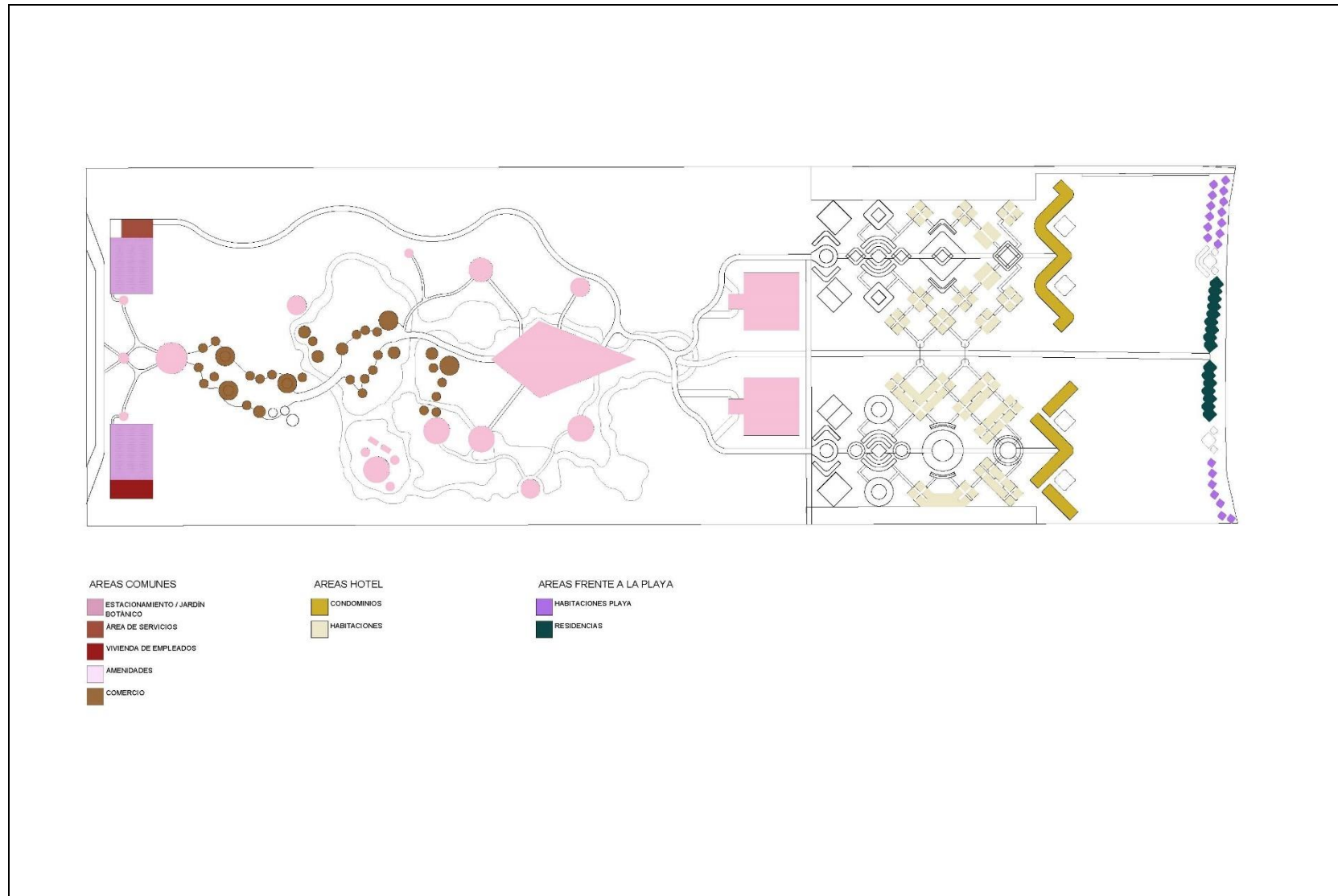


Figura II.4 Áreas ocupadas por las obras de playa

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tercer Nivel

A continuación, en la **Tabla II.12** y **Tabla II.13** se muestran las superficies aprovechadas en las obras proyectadas en el nivel 3.

Tabla II.12 Áreas comunes que conforman el tercer nivel del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Nivel 3 - área hotel	
Obras	Superficie (m²)
Condominios	7,426.07
Habitaciones	12,992.73
Total	20,418.80

Tabla II.13 Obras de Playa

Nivel 3 - obras de playa	
Obras	Superficie (m²)
Habitaciones de playa	1,579.30
Residencias	2,587.08
Total	4,166.38

Como se puede observar en las tablas anteriores, la superficie total aprovechada en el segundo nivel corresponde a 24,585.18 m². En el siguiente plano (**Figura II.5**) (**Anexo II.4**) se muestra el área de las obras para el nivel 3 del proyecto

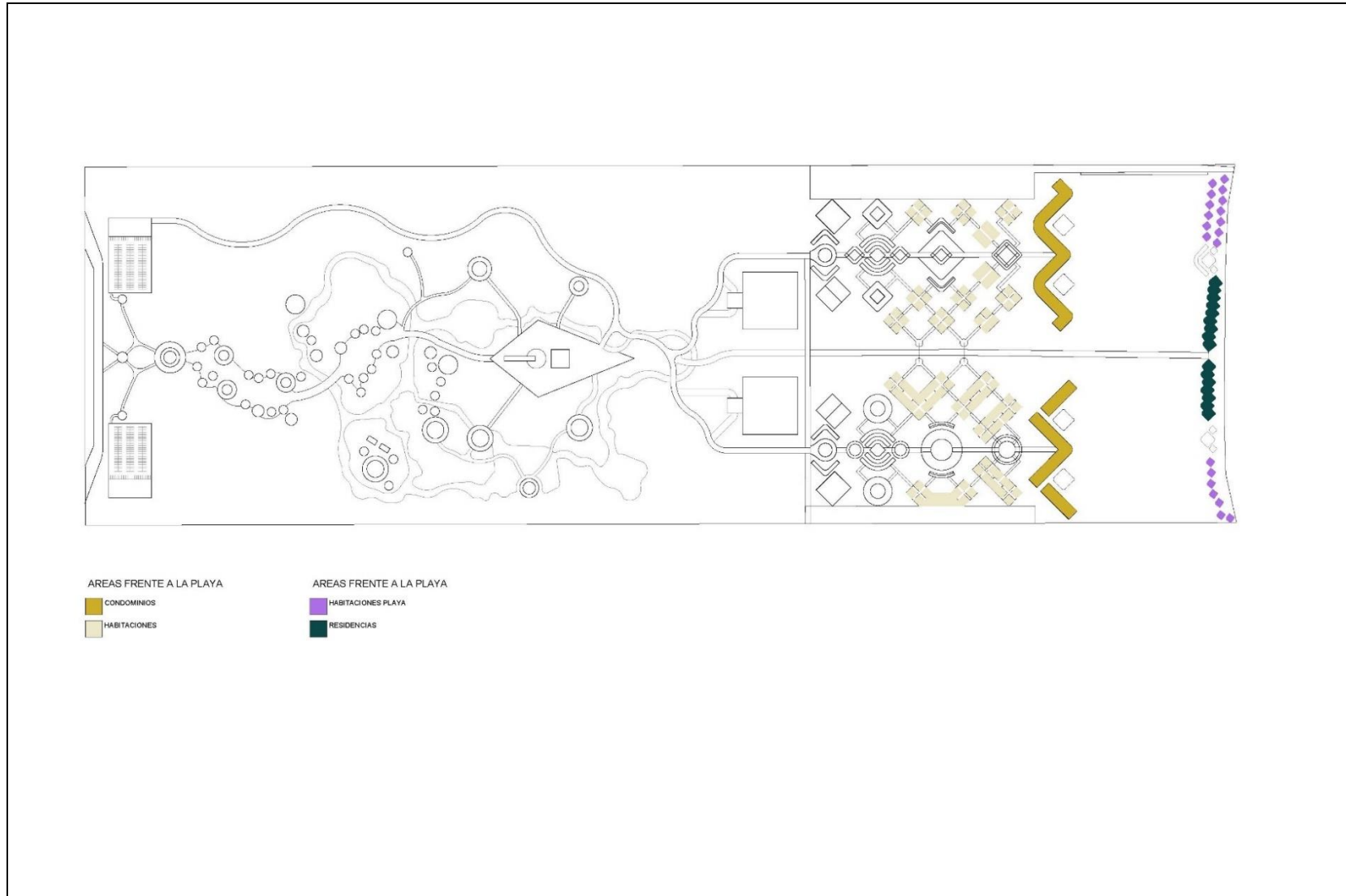


Figura II.5 Áreas ocupadas tercer nivel por las obras de playa

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Cuarto Nivel

A continuación, en la **Tabla II.14** y **Tabla II.15** se describen las superficies aprovechadas de las obras proyectadas en el nivel 4.

Tabla II.14 Áreas comunes que conforman el cuarto nivel del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Nivel 4 - Área hotel	
Obras	Superficie (m²)
Condominios	7,426.07
Habitaciones	12,992.73
TOTAL	20,418.80

Tabla II.15 Áreas comunes que conforman el cuarto nivel del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Nivel 4 - Obras de playa	
Obras	Superficie (m²)
Cuartos de playa	1,579.30
Residencias	2,587.08
Total	4,166.38

Como se puede observar en las tablas anteriores, la superficie total aprovechada en el segundo nivel corresponde a 24,585.18 m². En el siguiente plano (**Figura II.6**) (**Anexo II.5**) se muestra el área de las obras para el nivel 4 del proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura II.6 Áreas ocupadas cuarto nivel por las obras de playa

II.2.1 Áreas verdes

Las áreas verdes ajardinadas proyectadas ocuparan una superficie de 83,197.22 m² (8.31 ha) las cuales están incluidas en el cambio de uso de suelo, en tanto, el resto de la superficie será destinada como área de conservación con una superficie de 473,466.71 m² (47.34 ha), es decir, el 64.94% del predio; cómo se puede observar en las **Figura II.7 (Anexo II.6)** y **Figura II.8 (Anexo II.7)** respectivamente.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

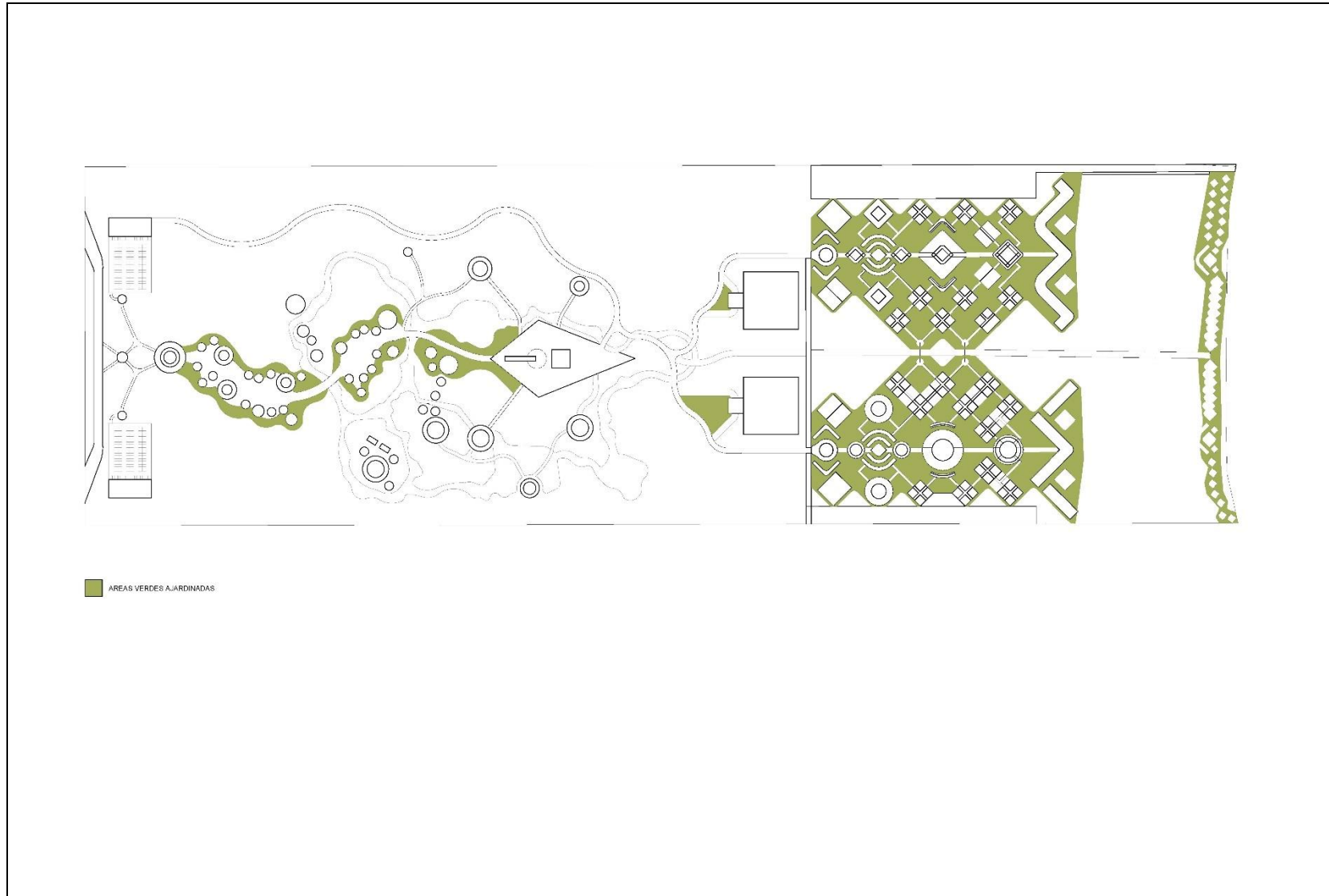


Figura II.7 Superficie de áreas verdes ajardinadas del Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

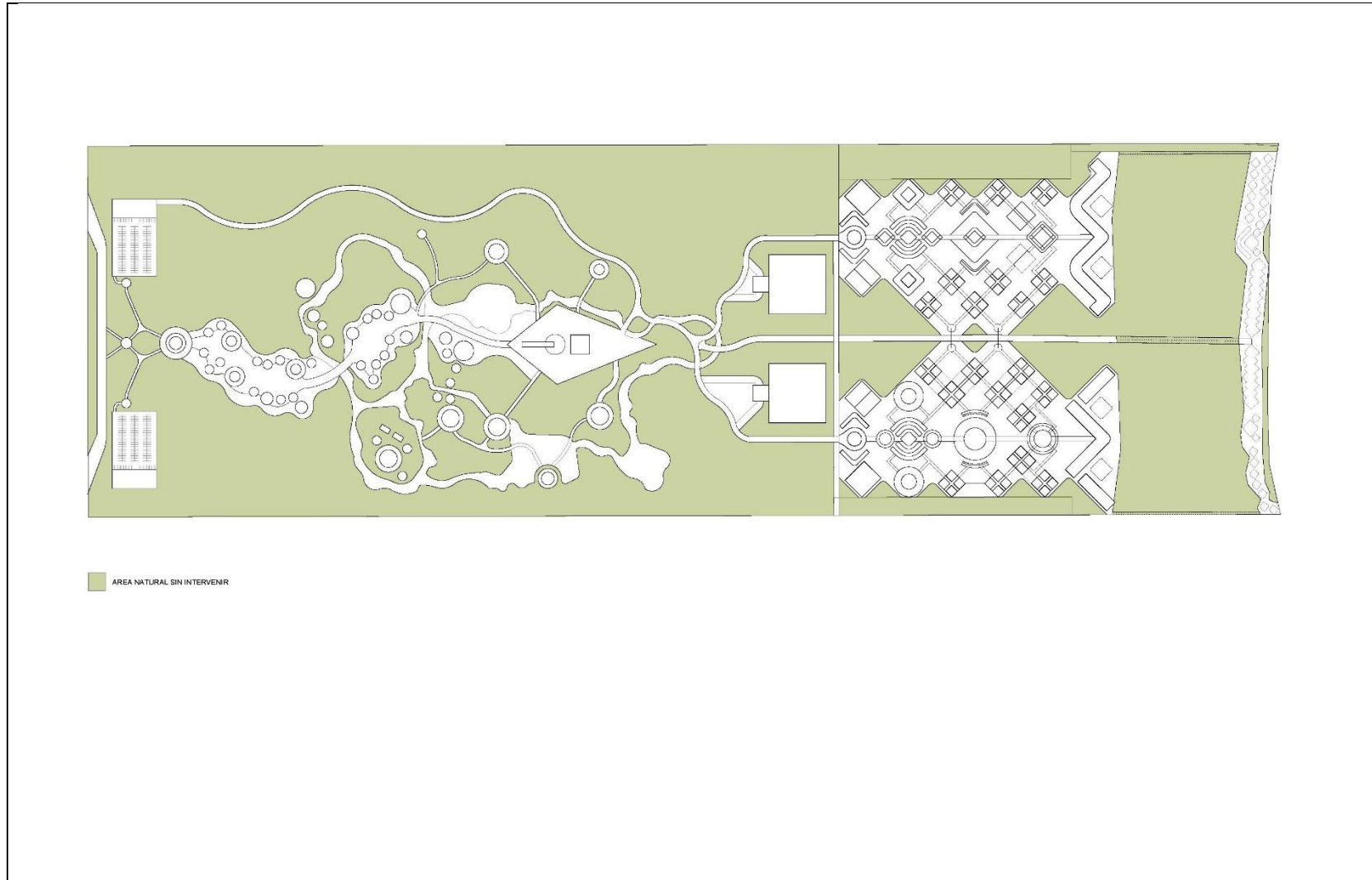


Figura II.8 Superficie de áreas destinadas a conservación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El proyecto contempla la operación de 286 habitaciones (llaves) por hotel, lo que da un total de 572 habitaciones, con cinco tipologías las cuales se enlistan a continuación:

- 1) Estándar
- 2) Suite Ejecutiva
- 3) Condominios
- 4) Residencias
- 5) Playa

En la **Figura II.9** se especifica la cantidad y el tipo de habitaciones que se instalarán por cada hotel, así como también, las superficies ocupadas.

Hotel 3					Hotel 4						
Nivel	Tipo de habitación	Área m ²	No. Habitaciones	Total m ²	Nivel	Tipo de habitación	Área m ²	No. Habitaciones	Total m ²		
PB	Estándar	90	36	3,240.0	PB	Estándar	90	36	3,240.0		
	Suite ejecutiva	150	8	1,200.0		Suite ejecutiva	150	8	1,200.0		
	Condominios	200	0	0.0		Condominios	200	0	0.0		
	Residencias	210	18	3,780.0		Residencias	210	11	2,310.0		
	Playa	78	7	546.0		Playa	78	21	1,638.0		
	Subtotal		69.0	8,766.0		Subtotal		76.0	8,388.0		
2N	Estándar	90	36	3,240.0	2N	Estándar	90	36	3,240.0		
	Suite ejecutiva	150	8	1,200.0		Suite ejecutiva	150	8	1,200.0		
	Condominios	200	38	7,600.0		Condominios	200	38	7,600.0		
	Residencias	210	18	3,780.0		Residencias	210	11	2,310.0		
	Playa	78	7	546.0		Playa	78	21	1,638.0		
	Subtotal		107	16,366.0		Subtotal		114	15,988.0		
3N	Estándar	90	0	0.0	3N	Estándar	90	0	0.0		
	Suite ejecutiva	150	0	0.0		Suite ejecutiva	150	0	0.0		
	Condominios	200	38	7,600.0		Condominios	200	38	7,600.0		
	Residencias	210	17	3,570.0		Residencias	210	10	2,100.0		
	Playa	78	0	0.0		Playa	78	0	0.0		
	Subtotal		55	11,170.0		Subtotal		48	9,700.0		
4N	Estándar	90	0	0.0	4N	Estándar	90	0	0.0		
	Suite ejecutiva	150	0	0.0		Suite ejecutiva	150	0	0.0		
	Condominios	200	38	7,600.0		Condominios	200	38	7,600.0		
	Residencias	210	17	3,570.0		Residencias	210	10	2,100.0		
	Playa	78	0	0.0		Playa	78	0	0.0		
	Subtotal		55	11,170.0		Subtotal		48	9,700.0		
Total				286	47,472.0	Total				286	43,776.0

Figura II.9 II

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.2 Programa de trabajo

Las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se planea sean ejecutadas en un plazo de 42 meses, mientras que, para las actividades de operación del sitio, se estima un periodo de 50 años de servicio, tal y como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II.16 Cronograma de actividades

Actividades	Tiempo																				
	Año 1						Año 2						Año 3						Semestre		
	Bimestre 1	Bimestre 2	Bimestre 3	Bimestre 4	Bimestre 5	Bimestre 6	Bimestre 7	Bimestre 8	Bimestre 9	Bimestre 10	Bimestre 11	Bimestre 12	Bimestre 13	Bimestre 14	Bimestre 15	Bimestre 16	Bimestre 17	Bimestre 18	Bimestre 19	Bimestre 20	Bimestre 21
Preparación de Sitio																					
Trazo y delimitación de las Areas de Aprovechamiento	■	■																			
Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna		■	■																		
Desmote y Despalme			■	■																	
Nivelación				■	■																
Caminos de Acceso					■	■															
Instalación temporal de Almacenes, bodegas y talleres.						■	■														
Instalaciones eléctricas temporales							■	■													
Campamentos, comedores e instalaciones sanitarias.							■	■													
Instalación de almacén temporal para residuos							■	■													
Etapas de Construcción																					
Cimentación						■	■	■	■	■	■										
Estructura							■	■	■	■	■	■									
Acabados								■	■	■	■	■	■								
Caminos y vialidades									■	■	■	■	■	■							
Áreas de servicio										■	■	■	■	■	■						
Estacionamiento/jardín botánico											■	■	■	■	■	■					
Zona comercial												■	■	■	■	■	■				
Áreas de huéspedes													■	■	■	■	■	■			
Hoteles														■	■	■	■	■	■		
Zona de playa															■	■	■	■	■		
Cuerpos de agua y albercas																■	■	■	■	■	
Iluminación																		■	■	■	■
Instalación eléctrica																			■	■	■
Instalaciones hidráulicas																				■	■
Puente de madera																					■

II.2.3 Representación gráfica local y regional

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto en cuestión, se pretende desarrollar en el Estado de Quintana Roo, dentro del municipio de Solidaridad, en esta ubicación es en donde se pretende realizar la construcción del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, en la siguiente figura se presenta la ubicación del predio en relación con el Estado y el Municipio.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

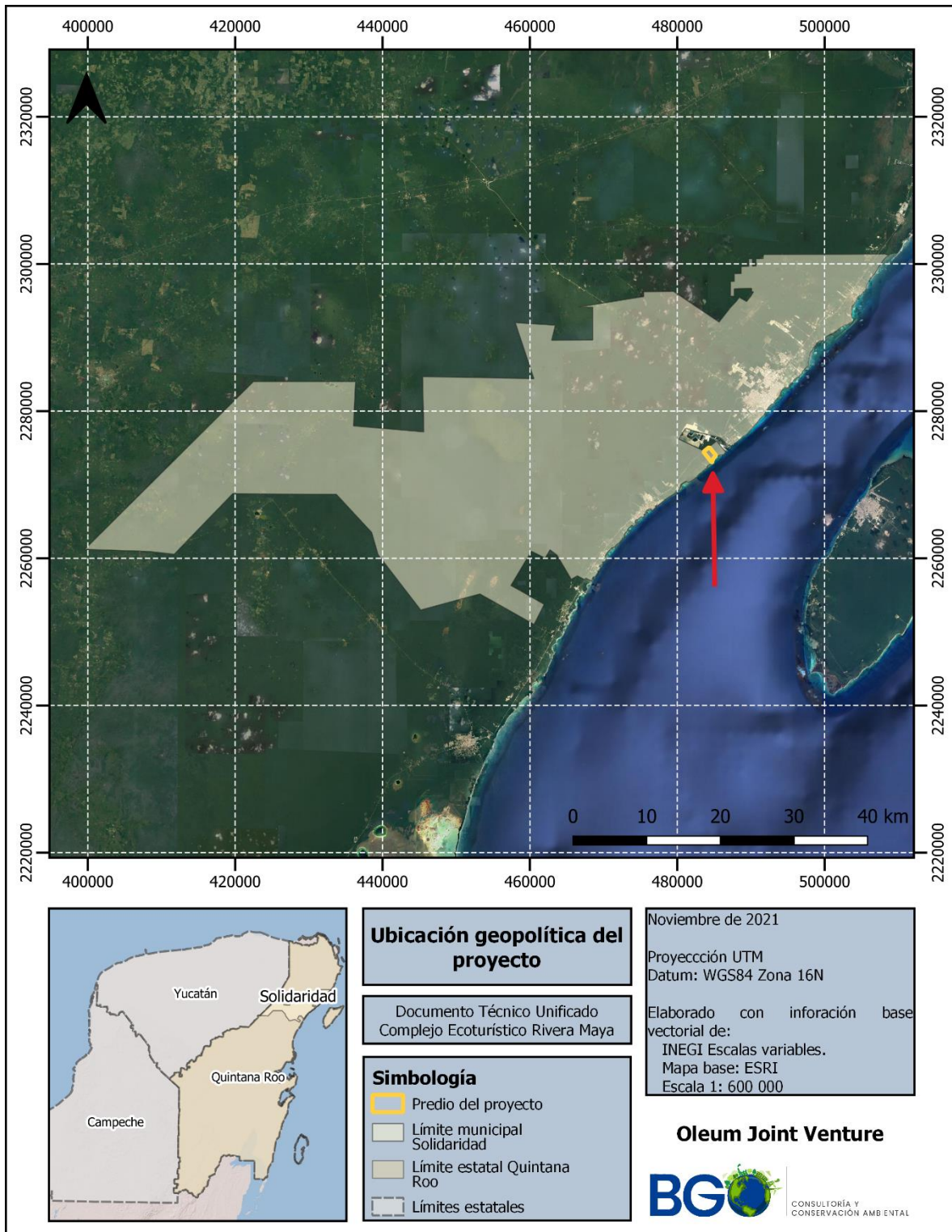


Figura II.10 Representación gráfica local y regional de- la ubicación del Proyecto.

II.2.4 Preparación del sitio y construcción

II.2.4.1 Preparación del sitio y construcción

Las actividades requeridas durante las etapas preliminares o de preparación del sitio, se describen a continuación.

a) Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento

Se efectuará el trazo, delimitación y marcaje de las áreas destinadas para los ejes de construcción, evitando así la realización de actividades en sitios no autorizados o no destinados para actividades del proyecto.

La ubicación de los puntos necesarios será través del método de levantamiento directo denominado Geodésico o Topográfico, el cual consiste en el levantamiento mediante una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

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

Se pretende colocar letreros informativos y preventivos relacionados con las actividades de seguridad, peligro, respeto por la flora y la fauna, límites de velocidad y otros que se consideren necesarios para el buen desarrollo de la obra.

b) Actividades de rescate y reubicación de flora y fauna silvestres

Previo a cualquier actividad, se llevará a cabo el Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, el cual estará enfocado en las especies bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, y especies de importancia para la región, y en el caso de fauna de manera adicional, se enfocará en las especies de lento desplazamiento como son: mamíferos pequeños, anfibios y reptiles.

Dentro de las actividades a realizar se incluyen, el ahuyentamiento de especies previo a las actividades de desmonte y el despalme e instalación de un vivero rustico para el acopio y resguardo de las plantas provenientes del rescate de las áreas a desmontar.

Este programa se presenta con mayor detalle en la sección VII.2 de este documento.

c) Desmonte del sitio

El desmonte de la vegetación se realizará una vez que sean liberadas las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre. Hay que considerar que el desmonte se realizará en forma gradual y por etapas, lo que permitirá ajustar el desplante

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

para evitar afectaciones directas a la flora y fauna silvestre. Previo al desmonte, se identificarán los árboles que serán respetados y que no interfieran con el proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.

El desmonte se realizará con la ayuda de herramientas mecánicas y manuales como motosierra, hacha y machete, así como el empleo de maquinaria (tipo bulldozer y retroexcavadoras) y vehículos de 3 toneladas de carga en algunas zonas. Esta actividad implica el siguiente proceso:

- a. Corte o talado de individuos de porte arbustivo y altura considerable (árboles), por una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm). Esta operación se ejecuta por medio de motosierra.
- b. Separación del fuste y el follaje. Se ejecuta por medio de motosierras.
- c. Acopio de los fustes con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.
- d. Desbroce a través de la separación de los brazos del follaje y se ejecuta por medio de motosierras.
- e. Retiro de tocones y raíces con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.

d) **Despalme**

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

Material tipo I. Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.

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

El despalme removerá vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos será del tipo tractor de orugas y/o trascabo. Se despalmará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm o hasta donde lo permita el terreno, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado.

El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior. Algunos de los restos vegetales serán triturados mecánicamente y serán mezclados junto con el suelo removido, este material será empleado en las labores de paisajismo, jardinería y desarrollo de áreas verdes o de conservación.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En caso de ser necesario trasladar el material de despalme fuera del sitio, este deberá transportarse en vehículos debidamente cubiertos con una lona, que evite la dispersión del material durante su trayecto al sitio donde será aprovechado y comprobando la disposición final de este material.

Obras y actividades provisionales

A continuación, se presenta una descripción de dichas obras y actividades que se tienen contempladas para el Proyecto.

Caminos de acceso temporal. Se utilizarán las áreas que están proyectadas dentro de los caminos y vialidades.

Almacenes, bodegas y talleres. Las áreas temporales de obra alojarán los almacenes, bodegas y talleres necesarios durante las etapas de preparación y construcción. Para ellas se utilizarán elementos preconstruidos de fácil montaje y desmontaje. Las áreas temporales de obra ocuparán una superficie estimada en 4,530 m². A fin de no impactar áreas adicionales a las contempladas por el proyecto, estas áreas se ubicarán dentro de las zonas de desplante final de los proyectos y su ubicación se moverá conforme avancen las obras. Al terminar las etapas de obra, estas estructuras serán removidas en su totalidad.

Campamentos, comedores. Las áreas temporales de obra también alojarán los campamentos y comedores del personal empleado durante preparación del sitio y construcción, e igualmente se utilizarán elementos preconstruidos de fácil montaje y desmontaje. A fin de no impactar áreas adicionales a las contempladas por el proyecto, estas áreas se ubicarán dentro de las zonas de desplante final de los proyectos y su ubicación se moverá conforme avancen las obras. Al terminar las etapas de obra, estas estructuras serán removidas en su totalidad. El campamento contará con zonas de descanso y enfermería.

Instalaciones eléctricas. Durante la etapa de construcción se utilizarán grupos electrógenos móviles (4) con tecnología de punta que incluye sistemas de contención de fluidos que evitan entrar en contacto con el espacio circundante y cuyo diseño les caracteriza por ser compactos y silenciosos, dichos equipos utilizan diésel para su funcionamiento en función de las necesidades de la obra. El mantenimiento de estos equipos se realizará en las plataformas destinadas para tal efecto, garantizado que las grasas y aceites generados por este proceso, sean correctamente manejadas y siempre de acuerdo con la normatividad.

Instalaciones sanitarias. Se instalarán baños y regaderas portátiles, con lavabos y bebederos con agua potable disponible, estos se contratarán con una empresa especializada de la región. Las aguas residuales procedentes de oficinas temporales serán conducidas a tanques sépticos para su almacenamiento temporal y de la misma manera el mantenimiento, manejo y disposición final estará a cargo empresas autorizadas para este fin.

Bancos de material. Los materiales pétreos requeridos para las actividades de preparación del sitio y construcción serán adquiridos en locales comerciales especializados o de bancos de material autorizados en materia ambiental.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Sitios para la disposición de residuos. En el caso de residuos sólidos se considera el uso de contenedores para los residuos, debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo con el tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables), siendo colocados en las áreas de trabajo para su posterior disposición.

Almacén temporal de residuos peligrosos. Se contará con un pequeño almacén temporal de residuos peligrosos, el cual cumplirá con lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR), en el cual los residuos serán segregados de acuerdo con sus características y almacenados de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional. El almacenamiento estará ubicado en la parte oeste del predio en un espacio designado y acondicionado para este fin. No se prevé la instalación de estaciones y/o contenedores satelitales para el almacenamiento de este tipo de residuos. Los residuos serán dispuestos de acuerdo con sus características con prestadores de servicios autorizados para este fin, siguiendo los criterios establecidos en la regulación aplicable.

Maquinaria y Equipo

A continuación, en la **Tabla II.17** se presenta la maquinaria y equipo que se empleará en la etapa de preparación del sitio.

Tabla II.17 Maquinaria y equipo requerido para la preparación del sitio.

Preparación del Sitio				
Equipo	Unidades	Total	Consumo Diesel/hora (litros)	Consumo Total de Diesel (litros)
Retroexcavadoras 320D	h	7,320	10	73,200
Tractor frontal D-9	h	90	9	810
Grúa montacargas	h	1,433	6	8,598
Motoconformadora	h	156	10	1,560
Bobcat	h	1,440	6	8,640
Revolvedora manual de 1 saco	h	475	6	1,425
Camión Volteo 7m ³	viajes	463	20	9,260
Revolvedora de 7 m ³	viajes	500	20	10,000
Camión pipa de 10,000 L	viajes	110	18	1,980
Vibrocompactador 9 t	h	113	9	1,017
Compresor Ingersollrand	h	189	9	1,701

II.2.5 Etapa de Construcción

II.2.5.1 Etapa de Construcción

A continuación, se describen las obras y actividades que se pretenden desarrollar durante la etapa de construcción para el proyecto. En la **Tabla II.18**, se presenta las superficies de las construcciones en relación con el área del proyecto.

Tabla II.18 Áreas intervenidas (Huella del proyecto).

Obras	Superficie	Porcentaje
Áreas Comunes Generales (Zona comercial, caminos y vialidades, área de servicios, albercas y área de alimentos y bebidas)	126,607.63	17.37%
Áreas Comunes (hoteles)	89,862.94	12.33%
Áreas Hoteles	20,418.80	2.80%
Puentes Sobre Manglar	67.27	0.01%
Obras Playa	18,553.45	2.55%
Total	255,510.09	35.05%

a) Cimentación

La cimentación será determinada siguiendo los resultados que deriven del estudio de mecánica de suelos del predio y en función del cálculo estructural del proyecto. La cimentación de la estructura principal será construida a base de pilotes que se hincarán hasta llegar al estrato de capa dura rigidizando dicha cimentación con contra trabes conectadas a los lados de cada pilote. Una vez completado el colado de las contra trabes se procederá al relleno de zanjas y celdas para el desplante del resto de la estructura.

En los edificios donde la cercanía al mar requiera de piloteo, se llevará a cabo de la misma manera utilizando después el mismo tipo de estructura a base de dalas, castillos y muros de carga. En las áreas donde no resulte necesario el piloteado de los edificios, una vez construida la terracería se procederá a una cimentación tipo cajón con losa estructural y dalas de desplante

b) Estructura

Los edificios se desplantarán a partir de la cimentación con una estructura prefabricada a base de columnas, trabes y losas prefabricadas (fabricadas en planta), transportadas a la obra y montadas en el sitio por medio de grúas. Para los muros divisorios se usará block, rigidizándolos con castillos.

c) Acabados

Los acabados de los hoteles serán de dos tipos: para las áreas de servicios y para las áreas de huéspedes.

d) Caminos y vialidades

Se construirán con una base permeable de pedraplén, sobre la cual se desplantarán: una sub-base de sascab (material de reúso conformado por tierra blanca o caliza), una base hidráulica y finalmente la carpeta de concreto hidráulico permeable. En las áreas en las que sea recomendable por mantenimiento, se terminarán con carpeta de concreto impermeable. Esta área se calcula en un 50% máximo del área total de caminos y vialidades.

e) Áreas de servicio.

Se utilizarán pisos de loseta vinílica y cerámica con zoclo. En las cocinas se utilizará piso loseta cerámica o similar según las especificaciones de los estándares de la cadena propietaria. En los muros se incorporará azulejo a media altura y pintura esmalte blanca hasta el plafón que será de tipo modular liso lavable. En cocinas, almacenes de alimentos, baños de empleados, almacenes de químicos (Biodegradables) y envases (No desechables), así como en las áreas de lavados de botes y basuras, los muros estarán cubiertos de un lambrín de cerámica 20 x 20 blanco colocado a hueso que permita la fácil limpieza. En las áreas de servicios no habrá falsos plafones únicamente en áreas donde se requiera instalación de aire acondicionado; en las demás áreas la losa se chuleará y se cubrirá con pintura vinílica blanca. Todas las instalaciones serán aparentes y estarán ordenadas y pintadas según el reglamento de construcción y el departamento de mantenimiento del operador hotelero. El aluminio para la manguetería y ventanería del proyecto anodinado será electro pintado blanco de 3" con cristal transparente de 6 mm de espesor. Las puertas serán de tambor con triplay de caoba o similar, terminadas en color natural con polyform color mate.

f) Estacionamientos/jardín botánico

La cimentación será determinada siguiendo los resultados que deriven del estudio de mecánica de suelos del predio y en función del cálculo estructural del proyecto. La cimentación de la estructura principal será construida a base de pilotes que se hincarán hasta llegar al estrato de capa dura rigidizando dicha cimentación con contra trabes conectadas a los dados de cada pilote. Una vez completado el colado de las contra trabes se procederá al relleno de zanjas y celdas para el desplante del resto de la estructura. En las áreas donde no resulte necesario el piloteado de los edificios, una vez construida la terracería se procederá a una cimentación tipo cajón con losa estructural y dalas de desplante.

Los edificios se desplantarán a partir de la cimentación con una estructura prefabricada a base de columnas, trabes y losas prefabricadas, fabricadas en planta, transportadas a la obra y montadas en el sitio por medio de grúas. Para los muros divisorios se usará block, rigidizándolos con castillos.

En la zona de estacionamiento, se contará con una capacidad aproximada de 115 cajones, se plantea un estacionamiento construido con una base permeable de pedraplén, sobre la cual se desplantarán: una subbase de sascab, una base hidráulica y finalmente la carpeta de concreto hidráulico permeable.

En el momento de completo desarrollo, esta área se cubrirá con una estructura ligera de madera que contendrá un jardín botánico, el cual funcionará como huerto para las actividades de los restaurantes de los diferentes edificios. Este jardín botánico, albergará una parte de las especies de plantas rescatadas. A su vez, se extenderá el sistema estructural de madera para generar una cobertura del área de huerto que contendrá placas de captación solar que alimentarán los futuros medios de transporte eléctricos. Además, la cubierta será utilizada para la captación de agua de lluvia almacenándola en cisternas cuyo volumen total es de 350 m³, esto considerando un evento de lluvia máxima.

g) Zona comercial

La Zona Comercial contará con un área de tiendas, que ofrecerán distintos productos y souvenirs para el consumo de los huéspedes, así como también pretende ofrecer talleres de artesanías dentro de estas áreas. Esta área será construida con una cimentación que se determinará según los resultados que deriven del estudio de mecánica de suelos del predio y en función del cálculo estructural del proyecto. La cimentación de la estructura principal será construida a base de pilotes que se hincarán hasta llegar al estrato de capa dura rigidizando dicha cimentación con contra trabes conectadas a los dados de cada pilote. Una vez completado el colado de las contra trabes se procederá al relleno de zanjas y celdas para el desplante del resto de la estructura. En las áreas donde no resulte necesario el piloteado de los edificios, una vez construida la terracería se procederá a una cimentación tipo cajón con losa estructural y dalas de desplante.

Los edificios se desplantarán a partir de la cimentación con una estructura prefabricada a base de columnas, trabes y losas prefabricadas, transportadas a la obra y montadas en el sitio por medio de grúas. Para los muros divisorios se usará block, rigidizándolos con castillos.

h) Áreas de huéspedes.

Se utilizarán pisos y zoclos de mármol en distintos colores y modelos según sean diseñados los espacios. En los salones de convenciones se utilizará alfombra. En los muros se utilizará pintura vinílica de distintos tonos en colores arena y tonos ocres, salvo en restaurantes y bares temáticos que contarán con diversas aplicaciones y acabados de acuerdo con su especialidad, presentando aplicaciones de maderas, molduras y pastas, e incorporando pisos de losetas cerámicas y mármoles. La mayoría de las áreas públicas llevarán falso plafón de tabla roca para cubrir las instalaciones del nivel próximo superior. Se utilizarán perfiles de aluminio anodizado con cristal claro de 6 mm y la carpintería será en base a triplay de machiche de 19 mm con polyform color mate. En las áreas exteriores y caminos los pisos serán de concreto lavado y el recubrimiento de las albercas será sistema pebbleteck color arena.

i) Hoteles

La cimentación será determinada siguiendo los resultados que deriven del estudio de mecánica de suelos del predio y en función del cálculo estructural del proyecto. La

cimentación de la estructura principal será construida a base de pilotes que se hincarán hasta llegar al estrato de capa dura rigidizando dicha cimentación con contra trabes conectadas a los dados de cada pilote. Una vez completado el colado de las contra trabes se procederá al relleno de zanjas y celdas para el desplante del resto de la estructura. En las áreas donde no resulte necesario el piloteado de los edificios, una vez construida la terracería se procederá a una cimentación tipo cajón con losa estructural y dalas de desplante.

Los edificios se desplantarán a partir de la cimentación con una estructura prefabricada a base de columnas, trabes y losas prefabricadas, transportadas a la obra y montadas en el sitio por medio de grúas. Para los muros divisorios se usará block, rigidizándolos con castillos.

j) Zona de playa

En los edificios donde la cercanía al mar requiera de piloteo se llevará a cabo de la misma manera utilizando después el mismo tipo de estructura a base de dalas, castillos y muros de carga. En las áreas donde no resulte necesario el piloteado de los edificios, una vez construida la terracería se procederá a una cimentación tipo cajón con losa estructural y dalas de desplante.

Los edificios se desplantarán a partir de la cimentación con una estructura prefabricada a base de columnas, trabes y losas prefabricadas transportadas a la obra y montadas en el sitio por medio de grúas. Para los muros divisorios se usará block, rigidizándolos con castillos.

k) Cuerpos de agua, y albercas.

Para los cuerpos de agua se procederá a una excavación mecánica de 3.5 m de profundidad hasta conseguir el afloramiento natural del agua, el volumen medio total del suelo extraído será de 98,861.66 m³.

El suelo extraído se clasificará en elementos vegetales, tierra orgánica, sascab y material rocoso inerte obtenida de las excavaciones. Este material se incorporará al plan de obra de reciclado vegetal orgánico en el cual la tierra orgánica se almacenará provisionalmente en las áreas destinadas a estacionamiento hasta poder ser repartida en las huellas hoteleras en las zonas de paisaje intervenido. El sascab se procederá a su procesamiento para emplearlo en bases y subbases. Las rocas inertes se repartirán en los usos hoteleros para su empleo como elementos decorativos o configuradores de paisaje.

Estos elementos se construirán a base de muros de contención de concreto con losa de fondo en colado integral utilizando banda de PVC ojillada para las juntas de colado, e incorporando impermeabilizante integral en el concreto utilizado en los colados de los muros. Los recubrimientos para los acabados de las superficies de las albercas, será pebble tek y mosaico veneciano unido con adhesivos.

El agua para las albercas será tratada y filtrada constantemente para evitar su deterioro y consecuente sustitución. Su calentamiento se dará por medio de la utilización de métodos ecológicos como son las bombas de calor y el Calentamiento solar, produciendo así ahorro de energía. El retrolavado de los filtros de las Albercas se almacenará para ser utilizado en el riego de áreas ajardinadas. Es importante mencionar que el agua de desecho de regaderas y lavabos será tratada y reciclada para el uso de los W.C.

l) Iluminación.

Para la iluminación se utilizarán luminarias tipo spot de bajo consumo doble dulux y lámparas slim-line de 2 x 75 watts con gabinete para las áreas de servicio. Para el suministro de energía eléctrica en equipos, se colocarán contactos dúplex polarizados. Se contempla la integración de sistemas de voz y datos para cada habitación.

m) Instalación eléctrica.

La distribución en cuanto al sistema eléctrico será en sistema anillo en 13.2 KV con transformadores de tipo pedestal. La instalación eléctrica de alumbrado y contactos para el interior de las habitaciones se realizará con circuitos eléctricos a 127 V, con dispositivos ahorradores de energía que permitan desconectar los circuitos eléctricos cuando el huésped no se encuentre en la habitación. El sistema eléctrico contará con transformadores eléctricos que reducirán el voltaje de la Red Nacional de Distribución Eléctrica de la CFE, con una disposición de tres (3) transformadores, teniendo un transformador para cada hotel y sus áreas adjuntas, como la zona de playa, y otro para la zona comercial, así como para el área de vivienda para los empleados y las áreas de servicios, así mismo contará con mecanismos de protección tales como sistemas de tierras y pararrayos.

El promovente ha considerado la instalación de paneles solares los cuales podremos instalar en el techo de las edificaciones con un aporte de 100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble.

n) Instalaciones hidráulicas.

Las instalaciones hidráulicas estarán conformadas por un sistema centralizado de almacenamiento y distribución de agua potable para todo el hotel. Es decir, existirá una cisterna principal que almacenará el agua potable necesaria para el correcto funcionamiento del desarrollo.

El agua para las albercas será tratada y filtrada constantemente para evitar su deterioro y consecuente sustitución. Su calentamiento se dará por medio de la utilización de métodos ecológicos como son las bombas de calor y el calentamiento solar, produciendo así ahorro de energía. El retrolavado de los filtros de las albercas se almacenará para ser utilizado en el riego de áreas ajardinadas. Es importante mencionar que el agua de desecho de regaderas y lavabos será tratada y reciclada para el uso de los W.C.

El volumen de la cisterna será el suficiente para abastecer satisfactoriamente los servicios del desarrollo en cuestión. Se calculará para que almacene el agua de consumo diario con cuatro días de reserva además del volumen requerido contra incendio.

o) Puentes de madera

El proceso inicia con la identificación del punto de colocación de los postes de madera, posteriormente se realiza el izado de este, antes de su colocación, mediante una estructura de madera fabricada exprofeso para tal fin de aproximadamente 5 m de altura, la cual se colocará de manera temporal sobre el área abierta. Esta estructura estará provista con garrucha y polipasto de cadena de accionamiento manual de 2.5 toneladas de capacidad, con una longitud de cadena de 10 m de desarrollo. Previo al hincado, se realizará una inyección de agua (tomada del mismo sistema lagunar, sin añadir aditivos o ninguna otra sustancia) con una bomba de alta presión a fin de desplazar momentáneamente cualquier tipo de agregado o cualquier material que en su trayectoria se encuentre, permitiendo el deslizamiento vertical sucesivo del poste hasta llegar al lecho resistente. La estructura de madera prevista para el izamiento de los postes de zapote que habrán de hincarse se sostendrá apoyándose sobre el terreno firme del fondo adecuado para soportar el peso de cada poste a izar, además de la estructura provisional en sí.

Posteriormente al hincado de los postes, para confinar perimetralmente cada tronco; dada la temporalidad del efecto de desplazamiento producido por la inyección externa del flujo hidráulico, el material circundante se reincorporará a su posicionamiento original, generando con ello el efecto de fijación deseado.

Para lograr la reincorporación del material de fondo al poste, será necesaria la participación de un buzo certificado. Las actividades de este comprenderán el manejo de la inyección del agua a presión, para que pueda ser puntual y de la reincorporación del material.

El proceso de avance en la construcción del puente de madera involucra un aprovechamiento sucesivo de su misma estructura, con el fin de continuar la materialización de los tramos subsecuentes, por lo que el área de maniobras para la ejecución del andador sería la misma plataforma ya creada en los segmentos anteriores, es decir, la estructura de apoyo temporal.

Finalmente, sobre la estructura ya conformada, se colocará la cubierta del piso del andador, que se realiza por medio de tablonces de madera de zapote estufado de 1-1/2" (una y media pulgadas) de espesor, los cuales estarán fijados a la estructura por medio de tornillería de acero inoxidable; ya sobre la cubierta se colocarán los barandales laterales que serán de rollizo (Jabín) fijados también a la estructura por elementos metálicos de acero inoxidable. La estructura superior será a base del mismo material de zapote, para formar la estructura conformada con vigas de carga que unirán las columnas y así configurar la estructura; ésta última estará contra venteadada con madera de Jabín de la zona, para darle la rigidez y estabilidad necesarias.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Toda la madera expuesta al exterior será tratada con material preservativo para madera para evitar el ataque de hongos y termitas; a la vez llevará como acabado final un protector a la intemperie base-agua marca Woon 365 y retardante de fuego.

Maquinaria y Equipo

A continuación, en la **Tabla II.19** se presenta la maquinaria y equipo que se empleará en la etapa de construcción del proyecto.

Tabla II.19. Maquinaria y Equipo requerido en la etapa de construcción.

Construcción				
Equipo	Cantidad	Total	Consumo Diesel /hora (litros)	Consumo Total de Diesel
Retroexcavadoras	h	73,199	10	731,990
Tractor frontal D-9	h	896	9	8,064
Grúa montacargas	h	14,331	6	85,986
Motoconformadora	h	1,564	10	15,640
Bobcat	h	14,331	6	85,986
Revolvedora manual de 1 saco	h	4,748	6	28,488
Camión Volteo 7m ³	viajes	4,617	20	27,702
Revolvedora de 7 m ³	viajes	9,402	20	92,340
Camión pipa de 10000 lts	viajes	1,089	18	19,602
Vibrocompactador de 9 t	h	1,602	9	14,427
Compresor Ingersollrand	h	1,889	9	17,001

II.2.6 Estimación del Volumen por especie de materia primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

De acuerdo con las superficies manifestadas (Ver Tabla siguiente), la superficie total de remoción de vegetación es de 255,510.09 m², de los cuales únicamente 67.27 m² corresponden a superficie ubicada en la zona de vegetación de manglar donde se cimentarán los pilotes, pero, sin remover ni podar vegetación, ya que estos se ubicarán en zonas desprovistas de vegetación.

Tabla II.20 Superficies sujetas a ocupación del proyecto.

Obras	Superficie (m2)
Áreas comunes Generales (caminos y vialidades, zona comercial, Cuerpos de agua, área de servicios, albercas y área de alimentos y bebidas, y áreas verdes)	126,607.63

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obras	Superficie (m2)
Áreas Comunes Hoteles	89,862.94
Áreas Hoteles	20,418.80 m ²
Puentes Sobre Manglar	67.27
Obras en Playa	18,553.45
Superficie Total	255,510.09

Como se puede observar, en las unidades forestales correspondientes Selva Mediana Subperenifolia (SMQ) y Matorral Costero (MRC), el total de individuos estimados a remover es de 39, 249, siendo las especies más abundantes:

Tabla II.21 Especies de flora mas abundantes en SMQ y MRC

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	No individuos estimados totales
1	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	5471
2	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbacea	4208
3	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiak-k'aax	Arbustiva	4058
4	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oregano de playa	Herbacea	3126
5	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbacea	2766
6	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	2390
7	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	1834
8	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	1789
9	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbacea	1533
10	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva	1308
11	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	1082

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla II.22 Volumen de especies a remover en el proyecto en las unidades forestales de Selva Mediana Subperenifolia y Matorral Costero.

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	No individuos estimados por ha tipo	No individuos estimados totales
1	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbacea	60	1533
2	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arborea	1	30
3	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea	4	105
4	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea	23	586
5	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco	Arborea	2	45
6	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits, aak'its	Arborea	1	30
7	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchacah	Arborea	1	30
8	Arecaceae	<i>Chamaedora seifrizii</i>	Xyaat, Palma bambu	Arbustiva	1	15
9	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva	9	240
10	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	72	1834
11	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	42	1082
12	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	214	5471
13	Aspargaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Pata de elefante	Arbustiva	0	6
14	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbacea	108	2766
15	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculís	Arborea	1	15
16	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Kandol, K'an-lol	Arbustiva	4	105
17	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Arborea	3	75
18	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Arborea	1	30
19	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arborea	3	75
20	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Helecho de playa	Herbacea	22	571
21	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Arbustiva	5	120
22	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	70	1789

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	No individuos estimados por ha tipo	No individuos estimados totales
23	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco, Nuez	Arborea	1	15
24	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia nodiflora</i>	Abrazapalo	Herbacea	4	105
25	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil, ts'it'il che'	Arborea	2	60
26	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Iki che	Arborea	1	30
27	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté, Ya'ay tiik	Arborea	2	60
28	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo, Subin	Arbustiva	1	30
29	Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	Subin, Kabal piich	Arborea	1	30
30	Fabaceae	<i>Acacia glaumeri</i>	Catzin	Arborea	1	30
31	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca, Ts'uslub'took	Arbustiva	14	346
32	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tzimin	Arbustiva	2	45
33	Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Haba de mar	Herbacea	17	436
34	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea	9	240
35	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Herbacea	16	421
36	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'ax eek	Arborea	18	466
37	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Zuzuk, Ruda de monte	Arborea	2	45
38	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite, Cacaoché	Arborea	14	346
39	Fabaceae	<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	Xu'ul	Arborea	1	30
40	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canazin, k'anasín	Arborea	1	15
41	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam verde, Zalam verde	Arborea	4	90
42	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea	6	165
43	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	159	4058
44	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo, subin che'	Arborea	4	105
45	Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Sófora plateada, frijol de playa	Arbustiva	5	135

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	No individuos estimados por ha tipo	No individuos estimados totales
46	Flacourtiaceae	<i>Laetia thamnia</i>	Huilote	Arborea	9	225
47	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	94	2390
48	Hernandiaceae	<i>Hernandia wendtii</i>	Mahahua	Arborea	1	15
49	Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché, Palo azul	Arborea	1	15
50	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo, jobon, ka'aax	Arborea	10	256
51	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Arborea	1	15
52	Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo, Taman che'	Arbustiva	2	45
53	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Arborea	1	15
54	Moraceae	<i>Ficus máximo</i>	Higuera	Arborea	1	30
55	Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta	Arborea	5	135
56	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Arborea	2	45
57	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Arbustiva	2	60
58	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Cit, Carricillo	Herbacea	7	180
59	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbacea	165	4208
60	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob	Arborea	5	135
61	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob	Arborea	6	150
62	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob ch'iich	Arborea	3	75
63	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva	51	1308
64	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizilché, ztiztiche, ts'iits'ilche, pata de venado	Arborea	8	195
65	Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo ché	Arborea	13	331
66	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub, huilote	Arborea	6	165
67	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Lengua de gallo	Herbacea	9	225
68	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Arborea	1	15

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	No individuos estimados por ha tipo	No individuos estimados totales
69	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Cascarillo	Arborea	1	15
70	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Arbustiva	1	15
71	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta, kat ku'uk	Arbustiva	2	60
72	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruz, k'iix, ka'aal	Arborea	5	135
73	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Arborea	1	30
74	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Gusanillo	Arborea	1	15
75	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arborea	36	932
76	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya de monte	Arborea	9	240
77	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup, k'an chuunup	Arborea	6	150
78	Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia	Arbustiva	2	60
79	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea	5	120
80	Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	Arborea	1	15
81	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	2	60
82	Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo	Arborea	2	60
83	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Arborea	1	15
84	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	Arbustiva	4	105
85	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oregano de playa	Herbacea	122	3126
					1,536.12	39,249

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.7 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo

Los recursos biológicos forestales en el predio que está sujeto a cambio de uso de suelo se han cuantificado mediante 17 sitios de muestreo, totalizando estadísticamente el número de individuos existente en el predio por especie, para determinar el valor de los recursos se realizó la estimación del costo de producción de esa misma cantidad de individuos y especies, su plantación y mantenimiento hasta tener individuos aptos para su subsistencia autónoma. Este costo no se asocia a un valor comercial de la planta, sino mas bien al costo de llevar (realizando las acciones básicas) el ecosistema a su condición original (Entiéndase que para que esto suceda se tendrá que iniciar con la plantación de especies y dejar que el medio siga su curso natural para que después de un periodo a mediano plazo, el ecosistema pueda ser similar al actual). Se entiende que la fauna no se verá afectada de forma directa sino únicamente en su desplazamiento a las zonas aledañas al predio y que a su vez, dentro de este proceso de regeneración la fauna podrá reincorporarse al predio sujeto a restauración.

Para la estimación económica se determinó el valor de costo de producción de planta. En las tablas siguientes se muestra este costo. Se incluye solo el costo de producción hasta una planta madura (para los estratos bajos 1.7 años y para los estratos arbóreos 3.5 años).

Se incluye en el valor de producción la mano de obra, mantenimiento e insumos necesarios durante los 1.7/3.5 años de desarrollo de la planta.

Es importante considerar que en este lapso de tiempo la vegetación del estrato arbóreo no alcanzará la altura ni el volumen de la vegetación actual, sin embargo, es apta para la supervivencia autónoma de los individuos en el ambiente.

Del total de individuos, se tienen estimados 13,572 del estrato bajo o herbáceo, 15,141 del estrato arbustivo y 10536 del estrato alto o arbóreo, se ha distinguido entre cada estrato el costo de producción, plantación y mantenimiento, quedando conforme a la siguiente tabla.

Tabla II.23 Estimación del valor económico de las especies en SMQ y MC

Forma vital	Total de plantas	Costo de producción	Costo de plantación	Costo de mantenimiento / año	Años de establecimiento	Costo total por individuo	Total
Herbácea	13572	\$3.00	\$3.00	\$85.00	1.5	\$ 133.50	\$1,811,874.65
Arbustiva	15141	\$35.00	\$55.00	\$ 185.00	3	\$ 645.00	\$9,766,091.63
Arborea	10536	\$1,175.00	\$ 215.00	\$ 280.00	3	\$2,230.00	\$23,495,355.18
Total	39249	\$1,213.00	\$ 273.00	\$ 550.00			\$35,073,321.46

El valor total estimado de los recursos forestales es de \$ 35,073,321.46, mismo que se ejercerá por un periodo de 5 años, estimado desde el inicio de la producción de planta, plantación y hasta 1.5 años de mantenimiento posterior a la plantación.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.8 Operación y Mantenimiento

II.2.8.1 Operación y Mantenimiento

Durante la etapa de operación y mantenimiento del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se estima la generación de un total de 2,601 empleos para todas las etapas del proyecto, de los cuales 1,939 se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción, es decir, empleos temporales; mientras que los 662 restantes, se generarán en la etapa operativa, los cuales serán empleados permanentes.

A continuación, en las siguientes tablas (Tabla II.24, Tabla II.25 y Tabla II.26) se puede observar la cantidad del personal requerido para las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto.

Tabla II.24 Empleos proyectados a generar, durante la etapa de preparación del sitio

Etapa de Preparación del Sitio	
Oficio	Empleos
Peón	139
Cabo de obra	13
Oficial albañil	6
Operador de maquinaria menor	4
Operador de tractor D4E y trascabo	10
Carpinteros	19
Fierreros	17
Electricista	19
Plomero	10
Aluminero	8
Pintor	10
Topógrafo	8
Palapero	4
Total	267

Tabla II.25 Empleos proyectados a generar, durante la etapa de construcción

Etapa de Construcción	
Oficio	Empleos
Peón	694
Cabo de obra	65
Oficial albañil	278
Operador de maquinaria menor	19
Operador de tractor D4E y trascabo	47

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Carpinteros	93
Fierreros	84
Electricista	93
Plomero	47
Aluminero	37
Pintor	47
Topógrafo	37
Herrero	19
Colocador	93
Palapero	19
Total	1,672

Tabla II.26 Empleos proyectados a generar, durante la etapa de Operación del sitio

Operación	
Oficio	Número
División de cuartos	217
Alimentos y bebidas	313
Entretenimiento	10
Spa	9
Mantenimiento	78
Administración general	35
Total	662

Debido a que el área del proyecto no cuenta con los servicios básicos, se instalarán los siguientes sistemas para poder cubrir los servicios requeridos con un bajo impacto en el ambiente.

a) Drenaje sanitario

No existe drenaje sanitario en la zona donde se ubica el sitio del proyecto, por lo que se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales.

Los cálculos para la producción del volumen de aguas servidas del proyecto arrojan un estimado de descarga de aguas negras de 250 m³/día y una descarga de aguas grises proviniendo de la lavandería de 150 m³/día siendo un total de aguas residuales a tratar de 400 m³/día. El objetivo es realizar ahorros en sus costos de tratamiento.

Se instalará una planta de tratamiento que usa tecnología RBS, la cual tiene la ventaja de reducir el espacio de terreno, ya que el proceso es en un solo tanque y reduce los costos de instalación, así como del mantenimiento, además que elimina en un 70% los lodos. La superficie requerida para la instalación de la planta es de 200.00 m².

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Proceso del RBS: El proceso es completamente automatizado, típicamente el RBS se compone de los siguientes elementos (**Figura II.11**):

1. Cárcamo receptor.
2. Un sistema de filtración primaria para la retención de sólidos.
3. El biorreactor RBS activado por un decantador flotante automatizado.
4. Un sistema de desinfección.
5. Un tanque de agua tratada

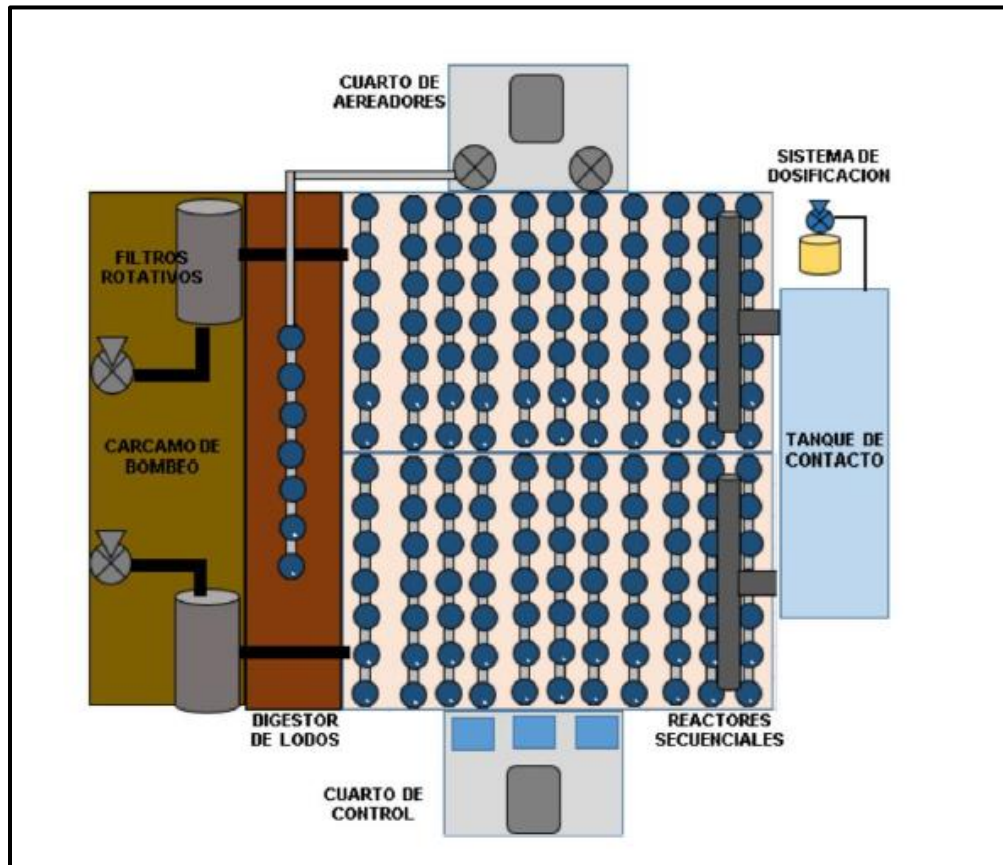


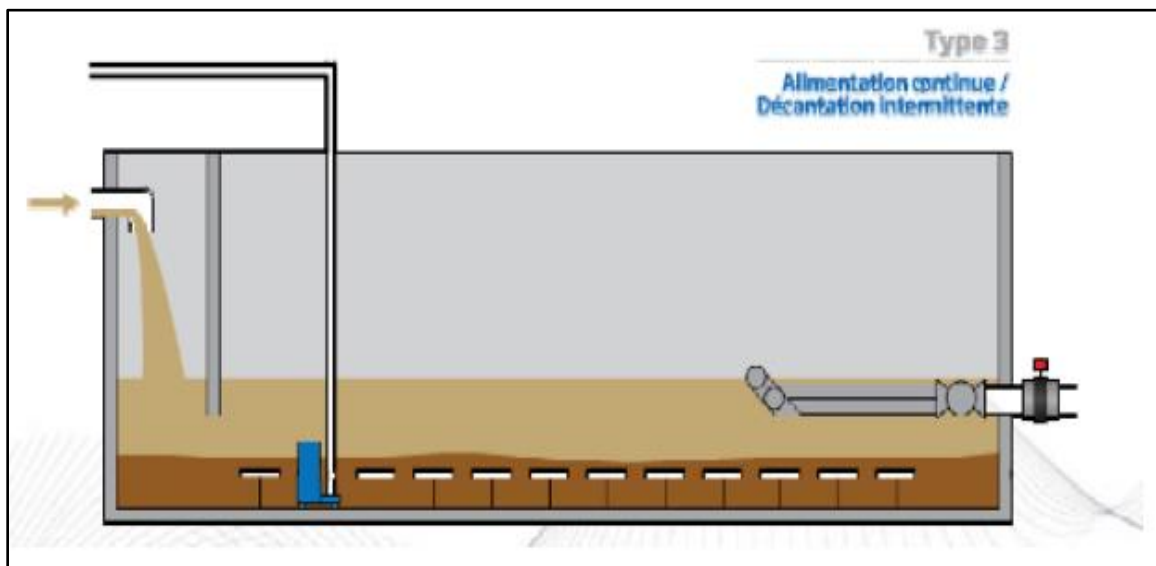
Figura II.11 Proceso de drenaje sanitario RBS

El RBS funciona de dos formas: En flujo continuo y en Batch. Esto significa que el agua por tratar entra continuamente en la planta tratadora (PTAR) y es tratada por batch según el ciclo programado de proceso basado en tiempos de operación. Los ciclos de operación son de 6 horas cada una lo que significa que en un período de 24 horas se realiza 4 ciclos, los cuales son:

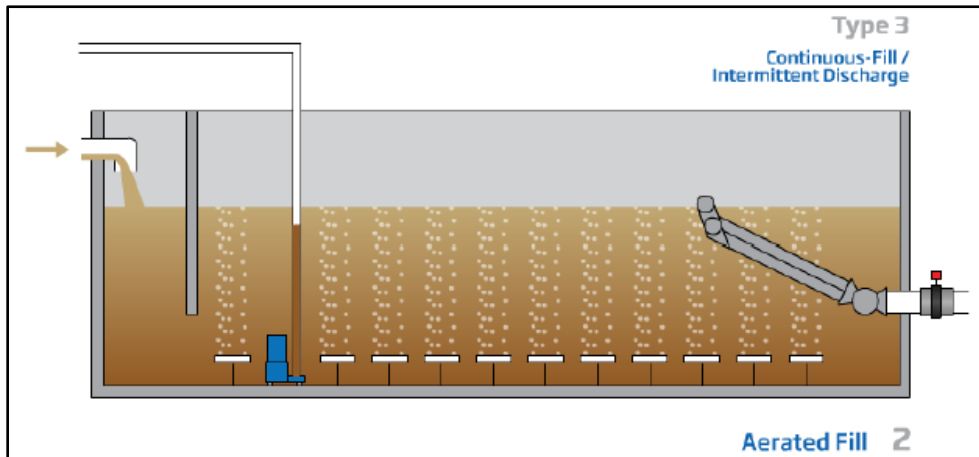
1. El llenado: una bomba transfiere el agua por tratar al biorreactor hasta su nivel operativo.
2. El Anóxico: un período de reposo sin aireación para permitir la formación de bacterias. Esta etapa no aérea estimula la producción de bacterias formadoras de grumos y reduce la producción de bacterias filamentosas. La mezcla anóxica resultará en una economía de energía y una recuperación parcial de alcalinidad al promover la desnitrificación.

3. La reacción: con la acción de los sopladores y difusores de aire se realiza la reacción biológica alimentando de oxígeno las bacterias que realizan la digestión de la materia orgánica del agua. Esta etapa está controlada por una lectura de concentración de oxígeno disuelto dada por un transmisor en cada reactor, con el propósito de mantener una concentración óptima de oxígeno disuelto mientras se reducen los costos de energía.
4. La sedimentación: una vez realizada la reacción biológica, se deja un tiempo de tranquilidad para permitir a los sólidos o grumos biológicos en suspensión asentarse en el fondo del tanque biorreactor donde forman un lodo fino que será removido después de cada ciclo.
5. La decantación: la última etapa que sigue a la sedimentación es decantar con nuestro decantador flotante en sobrenadante (libre de sólidos) del RBS y este constituye el efluente de agua tratada.

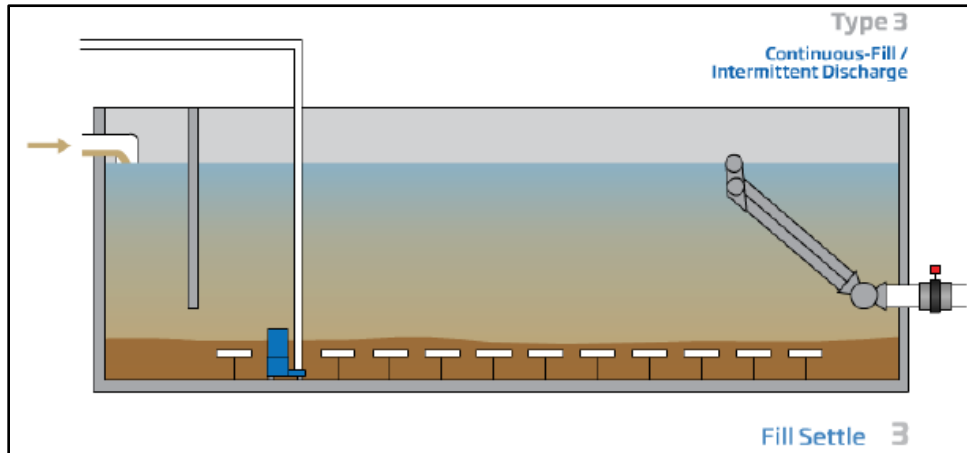
1. Llenado estático



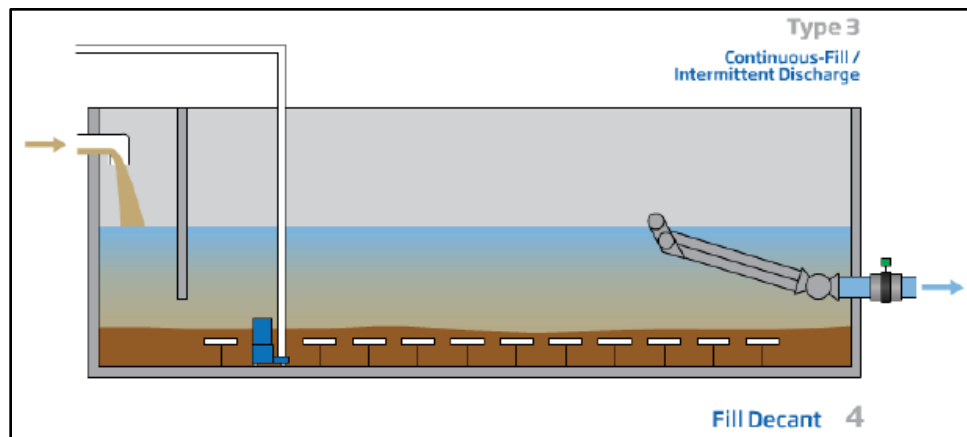
2. Aireación



3. Llenado sedimentación



4. Llenado decantación



b) Control del proceso.

El panel de control combinará los arranques de motores y la instrumentación de control en el mismo panel. El control se lleva a cabo con un Controlador Lógico Programable (PLC) y una Interfase Máquina Humana Allen-Bradley (IMH). La IMH mostrará la situación y las alarmas del proceso y permitirá que el operador cambie los parámetros de la operación.

Los parámetros del proceso del RBS consistirán principalmente en el tiempo de las etapas y los niveles de transición. En el flujo alto para el caudal promedio en tiempo seco (CPTS) del diseño, la transición de una etapa a la siguiente ocurrirá cuando la etapa correspondiente se haya ejecutado. Cuando el caudal excede el CPTS del diseño, la transición de una etapa a la siguiente se pondrá en funcionamiento ya sea al concluir el tiempo de la etapa o al llegar al nivel de transición. En consecuencia, el tiempo de la etapa será reducido progresivamente de acuerdo con el flujo real y los niveles de transición preestablecidos.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Características de descarga: Con base en los resultados y análisis del agua que se emita en el estudio geohidrológico se procederá a llevar los trámites necesarios ante la Comisión Nacional del Agua, con objeto de solicitar la perforación de un pozo para descargar las aguas ya tratadas producto de la operación del hotel, mismas que deberán de cumplir con las normas y parámetros que establece la CNA y las Normas Oficiales Mexicanas.

Finalmente, la descarga del agua residual se realizará de la siguiente manera:

- 30% se reutilizará para riego de áreas verdes y su uso en servicios generales (limpieza de superficies y WC), y
- 70% se infiltrará al subsuelo a través del pozo de infiltración propuesto. El agua tratada a infiltrar cumplirá con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021 y previo a su operación, se gestionará el Concesión para infiltración de Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

c) Agua potable

Como fuente de agua, se pretenden instalar cinco pozos de extracción en la zona del proyecto, los cuales serán tramitados ante la CONAGUA. El agua extraída de los pozos será de agua salobre, la cual será tratada, a través de la instalación de una Planta Desaladora, totalmente automatizada la cual incluye:

1. Sistema de Pretratamiento.
2. Módulo de filtración de Osmosis Inversa de alta eficiencia.
3. Módulo de bombeo de alta presión con sistema de recuperación de energía (hasta un 40% de ahorro de energía).
4. PLC con sistema de control automatizado.
5. Monitoreo y Control Remoto para asesoramiento a distancia.
6. Sistema de “flusheo” totalmente automatizado.
7. CIP (Clean In Place) sistema de limpieza de membranas integrado (en lugar de aislado como en las plantas convencionales) facilitando la operación de limpieza.
8. Módulo de desinfección final.

Diseño e ingeniería:

1. Diseño e Ingeniería con base en la “Industry Best Technology Conservative Design”.
2. Garantiza eficiencia y calidad del más alto nivel.
3. Proyecciones de volumen y calidad sobre el tercer año de operación.
4. Permite hasta un 20% de pérdida de eficiencia de las membranas antes de tener una caída de volumen de producto.
5. Ofrece una operación y un mantenimiento fácil y económico.
6. Asegura una larga vida de operación por la calidad de sus componentes.
7. Garantía.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

8. Canromex -WTS garantiza la ingeniería y la calidad de agua por un periodo de tres años.
9. Garantía de fabricantes por escrito.

En la **Figura II.12** se presenta el diagrama de flujo de dicha planta:

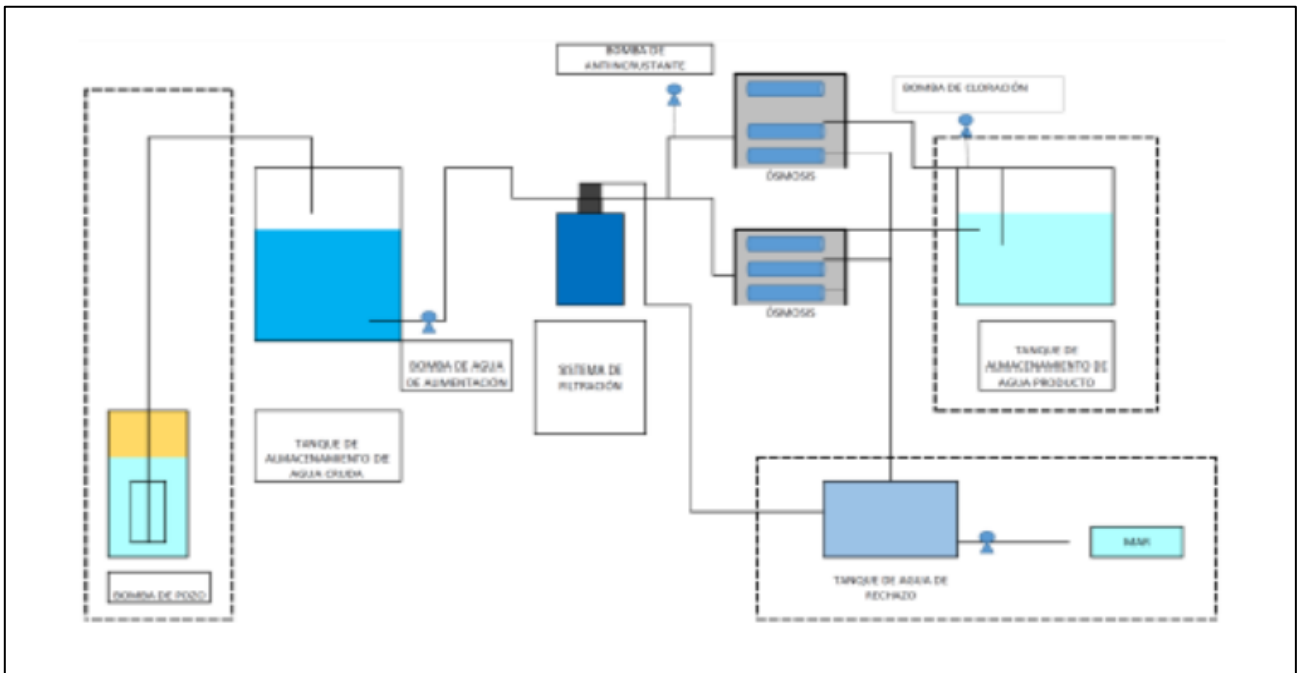


Figura II.12 Diagrama de flujo de la planta desaladora.

El proceso comienza con la alimentación del agua de dos pozos con una salinidad máxima de 45,000 mg/l de sólidos disueltos totales, y libre de sulfhídrico hacia los filtros, el agua salobre es bombeada a través de una bomba de realce que es accionada desde el tablero de control de la planta de ósmosis.

Los equipos de Osmosis Inversa se utilizarán para desalar el agua desde concentraciones de 45,000 mg/l de sólidos disueltos totales, produciendo un volumen de 700 m³/día (en dos módulos 350 m³/día), para la obtención de agua producto con una calidad menor a 300 mg/l. En la **Tabla II.27** se describe cada uno de los sistemas del proceso de desalación.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla II.27 Descripción de los sistemas empleados en la Planta desaladora.

Planta desaladora	
Sistema	Descripción
<i>Sistema de Pretratamiento</i>	<p><i>Primer Paso: Filtro Multimedia</i></p> <p>Compuesto de una combinación de arena, grava y antracita, el filtro multimedia es el primer paso para retener los sólidos gruesos de la fuente de agua y bajar el índice SDI (Silt Density Index).</p> <p>Incluye tanques a presión FRP Pressure Vessels (Fiberglass Reinforced Plastic: el material más indicado para uso en agua de mar). Cantidad y tamaño con variación dependiendo del volumen de agua a tratar.</p> <p>Totalmente resistente a la corrosión.</p> <p>Presión de operación mínima de 10 bares; máxima de 82.7 bares.</p> <p>Diseñado, fabricado y probado en base a los estándares ASME.</p> <p>Totalmente automatizado para la autolimpieza en base a la presión de entrada.</p>
	<p><i>Segundo Paso: Microfiltración</i></p> <p>Más alta calidad de tanque para Microfiltración.</p> <p>La calidad EDEN MANUFACTURING.</p> <p>FRP fabricación sin costura = sin punto débil y sin posibilidad de fugas.</p> <p>Más resistente a la corrosión que el acero inoxidable y hasta 5 veces más fuerte con el 50% del peso.</p> <p>Tubería de baja presión con PVC termofusionado.</p> <p>Duplex SS de alta resistencia a la salinidad del agua y a químicos.</p> <p>Fácil de mantenimiento y larga vida.</p> <p>Microfiltración.</p> <p>Filtros de 5 micrones.</p> <p>Incluye cartuchos desechables para alta calidad de agua de 2.5" x 40".</p>

Como principal subproducto de la planta desaladora dentro del proceso de ósmosis inversa, se generará agua de rechazo con un alto contenido de sales minerales, para darle un

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

tratamiento adecuado se proponen dos sistemas, los cuales se evaluarán al momento de la operación. A continuación, se describen de manera general ambos sistemas:

Desalt LT DRY: cristizador eléctrico de baja temperatura Evaporador-Cristalizador al vacío de construcción horizontal. Funcionamiento a bomba de calor eléctrica, estructura muy compacta, ausencia de emisiones y olores, construido en materiales muy resistentes a la corrosión si se requiere, funcionamiento automático las 24 h y control total a través de PLC. Está diseñado para obtener concentrados sólidos, cristalinos, pastosos o gelatinas, así como para recuperar materias primas presentes en la solución de las aguas residuales (salmuera). Sus aplicaciones principales son: concentración y secado simultáneo en un mismo equipo, cristalización de salmueras, concentración de baños de trabajo agotados y la concentración de extractos y fragancias. Extracción del producto de forma manual o con ayuda de un husillo (opcional).

Desalt LT VR: Evaporador- cristizador al vacío de construcción vertical y rascador interno con palas, calentamiento con vapor o agua caliente. Está fabricado con materiales muy resistentes a la corrosión si se requiere, funcionamiento automático, control total a través de PLC. Está diseñado para la concentración hasta la cristalización de salmueras y fluidos concentrados procedentes de un evaporador. En caso de fluidos orgánicos permite concentrar hasta formar una pasta. Sus principales aplicaciones son las siguientes: tratamiento de líquidos incrustantes, tratamiento de salmueras, tratamiento de colas, tintas y pinturas.

d) Energía eléctrica

Objetivo del sistema. Proporcionar el fluido eléctrico al mencionado desarrollo cumpliendo con los criterios, métodos, equipos y materiales; establecidos en las especificaciones CFE DCCSSUBT - Construcción de Sistemas Subterráneos y a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012; a fin de ofrecer condiciones adecuadas de seguridad a los usuarios y sus propiedades.

Tipo de Instalación. Es una red eléctrica de distribución subterránea en media tensión la cual consiste en una red de distribución subterránea para un sistema trifásico en media tensión, 3F-4H con conductor XLP cal 1/0 AWG, 35 kV, Aluminio, 100% aislado y neutro corrido con cable de cobre cal. 2 Awg desnudo, conectada a un seccionado derivador de 3 vías 200 Amp, construida con bancos de ductos de 3 vías bajo banqueteta y/o arroyo, utilizando tubería PADC de 3" (75 mm), con registros tipo RMTB3, MURETE J5 y RMTB4 para media tensión.

Transformadores. Los transformadores que darán servicio al complejo serán trifásicos de acuerdo con la especificación CFE K0000-07 con tres boquillas en media tensión tipo pedestal operación radia, la capacidad será de 500, 750 KVA tipo pedestal, con relación de transformación de 34500YY-19918-220/127 Volts, con derivaciones 2.5% cada uno, dos arriba y dos abajo del voltaje nominal, para instalarse en base de concreto, según norma, estos quedaran saturados lo más cercano al 80% de su capacidad. El tanque y gabinete del transformador será de acero inoxidable; Los transformadores contarán con avisos de prueba

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

de laboratorios de CFE y puesta en servicio (TTR, dieléctrico del aceite, aislamiento y hermeticidad). Estos equipos estarán instalados en áreas de aprovechamiento con suficiente espacio para los mismos.

Generalidades del Proyecto. La energía eléctrica del complejo turístico estará alimentada en media tensión, con un arreglo en anillo, y contará con 15 subestaciones tipo pedestal con arreglo en anillo. Todas las instalaciones serán subterráneas.

Sistema de tierras. Como se indicó anteriormente, el sistema de alimentación que se utilizará será el tipo 3F-4H, en la línea troncal. En los registros de media tensión, en registros o bóvedas donde se instalen transformadores o derivadores de media tensión se tendrá una tierra de hasta 11 m de profundidad con una varilla copperweld y relleno de cemento conductor y tierra vegetal. Para las tierras de los equipos se utilizará cable de cobre desnudo del No. 2 Awg y varilla copperweld de 3 m de longitud x 15 mm de diámetro.

La instalación quedaría de la siguiente manera: el cable de cobre desnudo No. 2 Awg es el que estará conectado con el transformador, el neutro corrido y el neutro de la baja tensión en el suelo, en este punto se unirá con el cable No. 2 Awg de cobre y en el extremo inferior la varilla, que es la que llegará hasta los 3 m de profundidad. Para la instalación de cable desnudo 2 Awg de cobre y la varilla copperweld, es necesario estar unidas con soldadura autógena o a través de conectores y se hará una perforación de hasta 11 m de 3" de diámetro relleno de cemento conductor y deberán obtenerse los valores de resistencia no mayor a 5 Ω en época de lluvia y 10 Ω en época de estiaje, estos valores deberán quedar sujetos al visto bueno del personal del laboratorio de CFE.

e) Energías renovables

A fin de cumplir con la actual regulación, nuestro proyecto pretende la utilización de diferentes energías renovables que mitigarán el impacto del uso de combustibles fósiles para generación y consumo de energéticos dentro de la propiedad.

En un inmueble los mayores consumidores de energéticos son los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, así como la generación de agua caliente, para dar el confort y cubrir las necesidades operativas del inmueble.

La primera consideración será la utilización de sistemas de alta eficiencia energética, con lo que reduciremos los consumos en comparación a un sistema convencional.

El sistema de aire acondicionado para su funcionamiento consume entre un 60 y un 70% de la potencia eléctrica que suministraremos al conjunto, por lo que hemos dividido el sistema en dos subsistemas.

Los edificios y los restaurantes serán acondicionados con un sistema con distribución de agua helada generada desde el cuarto de máquinas, el cual tiene un cálculo de carga térmica aproximadamente de 637 toneladas de refrigeración equivalente a 7,644,000 Btuh, que al momento de remover del inmueble podremos aprovechar, antes de ser un desecho.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

La carga térmica será disipada en un sistema de agua helada con un índice de uso equivalente del 65% para el verano, que equivale a que todos los usuarios y las cargas que se encuentren presentes al mismo tiempo durante el verano en su máxima utilización, y en sentido opuesto del 25% durante el invierno bajo condiciones de baja carga térmica derivadas de periodos de lluvia y nublados largos durante los meses de diciembre y enero principalmente, sin embargo con alta humedad a remover dentro del inmueble para dar la sensación de confort.

Cabe la aclaración que las cámaras de refrigeración y congelación son otra fuente de carga térmica que colaborará en el sistema de transferencia de calor atendido por el sistema central de aire acondicionado, ya que serán condensadas con agua de retorno del sistema de aire acondicionado.

Dentro del cuarto de máquinas tendremos dos unidades generadoras de agua helada condensadas por agua de torre de enfriamiento, cada una con una capacidad de 250 TR con doble circuito de refrigeración y doble compresor de tornillo, los que en sí ya tienen una redundancia en caso de falla, con una eficiencia equivalente a 0.65 KW/TR a plena carga y de 0.55 KW/TR a condiciones normales de carga, y utilizando gas 134° de compresión que es ecológico, ya que en caso de escape no ataca la capa exterior de ozono.

La transferencia de la energía térmica en la central de agua helada nos dará un recurso de renovación de energía que en el pasado se desperdiciaba, y que hemos contemplado renovar en este proyecto específicamente, y será recuperar el calor proveniente de las habitaciones y locales acondicionados antes de ser rechazado en la atmosfera como lo hace cualquier sistema de aire acondicionado convencional.

f) Sistema de Recuperación de Calor

Este sistema tiene el objetivo de generar agua caliente, sin necesidad de utilizar Gas LP o gas natural (Figura II.13).



Figura II.13 Sistema de Recuperación de Calor

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Modulo Central. El sistema de recuperación de calor funciona acoplando una bomba de calor agua-agua en serie al sistema de generación de agua helada, desviando un equivalente al 20% del flujo de agua proveniente del retorno de agua helada después de haber absorbido el calor de deshecho en las habitaciones y locales del módulo central. Este módulo ayudará en la mitigación de los siguientes conceptos.

-Disminuyendo el calentamiento global al no presentarse la combustión de gas LP como un sistema de generación de agua caliente convencional.

- Disminuir la huella de carbono por el desuso de CO₂ de la combustión convencional de gas LP o algún otro combustible fósil.

- La posibilidad de generar bonos de carbono y/u obtener puntos LEED.

- En nuestro cálculo preliminar existen 113,268 litros de gas LP que dejaron usarse anualmente, lo cual representaría un aporte de calor equivalente a 8'463,636.67 BTUH de calor por día.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

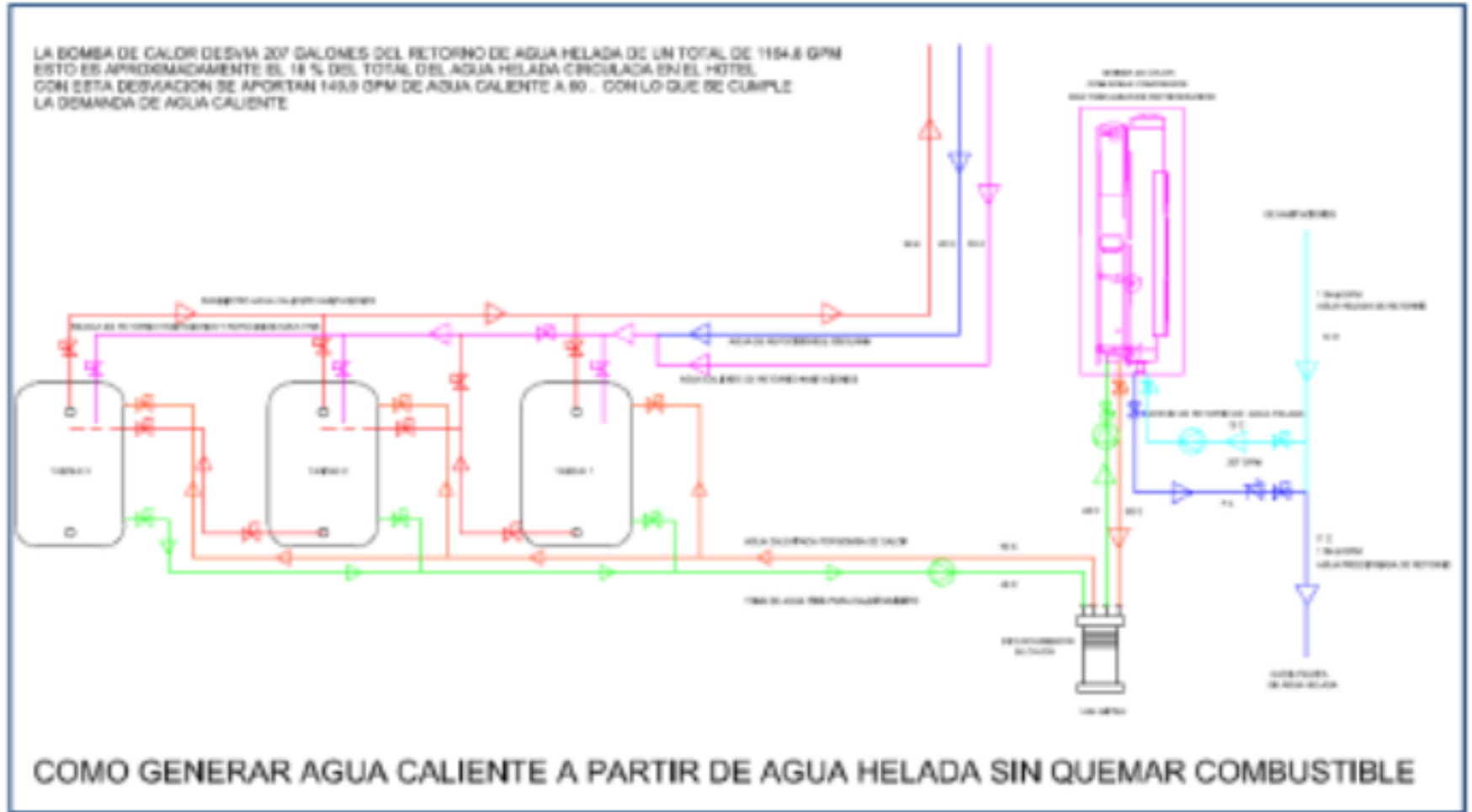


Figura II.14 Proceso del sistema de Recuperación de Calor

g) Generación de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica deberá considerar el uso de energías renovables y en el caso del proyecto, el promovente ha considerado paneles solares los cuales podremos instalar en el techo de las edificaciones con un aporte de 100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble.

h) Red pluvial

La red de aguas pluviales consiste en la captación de las aguas provenientes de la lluvia y el traslado de su curso natural hacia pozos de absorción para llevarla al manto freático.

Para el cálculo del diámetro de las bajadas de aguas pluviales, se consideró el área de aporte de azotea para cada bajante, y se consideró una precipitación pluvial de diseño con una intensidad correspondiente a una lluvia de 200 mm/h.

La **Tabla II.28** especifica las Normas del IMSS que indica la cantidad de área de captación que puede recibir cada diámetro en una tubería vertical.

Tabla II.28 Área de captación de tubería vertical

Diámetro de Tubería (mm)	Área Tributaria (m²)
50	34
75	104
100	217
150	639
200	1368

La **Tabla II.29** especifica las Normas del IMSS, nos indica la cantidad de área de captación que puede recibir cada diámetro en una tubería horizontal con una pendiente del 1%.

Tabla II.29 Área de captación de tubería horizontal

Diámetro de Tubería (mm)	Área Tributaria (m²)
75	38
100	87
150	247
200	538
250	967

Con base a esto, podemos dimensionar las tuberías horizontales y verticales que trasladarán las aguas pluviales a los pozos de absorción los cuales deberán contar areneros para evitar su pronto azolve, sin embargo, se recomienda que se les de mantenimiento cada 12 meses.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

i) Vehículos de baja emisión.

La operación del Complejo turístico propone el uso de vehículos con tecnología de baja emisión de gases de combustión, como pueden ser algunas de las siguientes opciones: autos eléctricos, autos híbridos o alguna otra tecnología disponible al momento de la operación del proyecto. Sin embargo, durante la operación se proyecta el uso de los siguientes vehículos:

- 1) Cuatro (4) vehículos utilitarios tipo sedan.
- 2) Cuatro (4) camionetas tipo vagonetas para el transporte de turistas, y
- 3) Cuatro (4) camionetas de trabajo tipo Pick Up.

En este sentido, se estima un promedio de un potencial uso de aproximadamente 100-150 kms por días. A continuación, se presentan los consumos aproximados de los vehículos que se utilizaran en el proyecto.

Tabla II.30 Insumos requeridos durante la etapa de preparación del sitio

Tipo de Auto	Consumo Aproximado	Kilometraje Máximo Estimado (día)	Consumo diario (Estimado)
Sedan ¹	35 km/L	150	4.2
Vagoneta ²	18 km/L	150	8.3
Pick up ³	9.8 km/l	150	15.3

Lo anterior nos da un consumo diario de 27.8 litros diarios de gasolina, durante la etapa de operación.

j) Insumos

Derivado de las diferentes áreas que se instalarán, a continuación, en la **Tabla II.31**, se presentan los insumos requeridos por área.

Tabla II.31 Insumos requeridos durante la etapa de preparación del sitio

Materiales	Unidad	Total
Alambrón	kg	372,274.80
Alambre recocido	kg	274,451.36
Varilla de acero	Ton	9,323.11
Clavos	kg	106,815.63
Malla electrosoldada 6x6 -10x10	m ²	106,051.89
Pasto en rollo	m ²	11,169.60
Cemento tipo 1	Ton	12,403.58

¹ <https://noticias.autocosmos.com.mx/2021/07/19/toyota-prius-c-la-nueva-generacion-de-este-auto-hibrido-logra-un-consumo-35-km-por-litro>

² <https://noticias.autocosmos.com.mx/2021/06/23/toyota-sienna-2021-conoce-el-consumo-de-combustible-real-de-esta-minivan-hibrida>

³ <https://tiempomotor.com/cuanto-consume-la-ford-f-150-hibrida/>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Materiales	Unidad	Total
Cemento blanco	Ton	922.12
Cal hidratada	kg	4,127.87

Tabla II.32 Insumos requeridos durante la etapa de construcción del sitio

Materiales	Unidad	Total
Cemento crest (20kg)	kg	1,882,792.80
Masilla fina (40 kg)	saco	18,520.49
Polvo de piedra	m ³	26,298.50
Grava	m ³	12,515.39
Agua (pipas)	m ³	25,179.49
Block de concreto 15x20x40	Pza	3,202,846.04
Cubierta para lavabo de mármol	Pza	2,746.16
Bovedilla de concreto	Pza	919,478.70
Vigueta de concreto	ml	230,246.71
Madera de pino de 3a en duela	Pt	361,078.25
Madera de pino de 3a en Barrote	Pt	92,530,762.00
Madera de pino de 3a en polín	Pt	1,205,924.90
Madero de pino de 3a en tablón	Pt	47,601.59
Cimbra de madera de pino de 3 ^a	hoja	29,893.72
Concreto Premezclado	m ³	69,805.91
Material Sascab	m ³	216,027.62

Para esta etapa del Proyecto, se considera la operación de los siguientes equipos:

Generador de Emergencia. Equipo que operará a base de Diesel, con capacidad de abastecer la infraestructura básica, este generador se utilizará en caso de una pérdida de voltaje de las instalaciones. El equipo incluirá un tanque de 500 L de diesel, el cual contará con una contención secundaria de concreto, para evitar derrames fuera de este.

Equipos de bombeo. Se instalarán equipos hidroneumáticos para el suministro de agua en las habitaciones y en las diferentes áreas del Hotel.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.8.2 Programa de Operación y Mantenimiento

El programa de mantenimiento consiste en la clasificación de actividades con diferente periodicidad, ya sean diarias, semanales, mensuales, trimestrales o incluso anuales. Dichos mantenimientos preventivos se enlistan en la **Tabla II.33**.

Tabla II.33 Programa de Operación y Mantenimiento

MANTENIMIENTO	
Actividad	Frecuencia
Revisión y mantenimiento de grupos electrógenos	Anual
Revisión y mantenimiento de cuadros eléctricos con termografía	Anual
Revisión y mantenimiento de celdas en media tensión	Anual
Revisión y mantenimiento a transformadores	Anual
Análisis de rigidez dieléctrica del aceite aislante de los transformadores	Anual
Revisión de instalaciones eléctricas anuales con Unidad verificadora	Anual
Revisión y medición de sistemas de tierra y aparta rayos	Anual
Revisión y mantenimiento de instalaciones de gas con unidad verificadora	Normatividad
Revisión y mantenimiento de tanques de gas l.p.	Anual
Realización de pruebas de ultrasonido en tanques de gas	Diario
Revisión y mantenimiento de extintores, hidratantes, extinción de campanas, sprinklers diluvio y equipo de emergencia contra incendio	Mensual
Revisión de central de detección de incendio y gas	Diario
Limpieza de campanas y extractores de campanas de cocina	Trimestral
Limpieza de trampas de grasa y cárcamos	Trimestral
Realización de dictámenes estructurales	Normatividad
Mantenimiento de maquinaria	Mensual/Trimestral/Anual
Mantenimiento de equipos de cocina	Semanal/mensual/anual
Mantenimiento de elevadores	Mensual
Mantenimiento de unidades generadoras de agua helada para a.a.	Mensual
Mantenimiento de centrales frigoríficas.	Trimestral
revisión y limpieza de aljibes de agua	Anual
Revisión de acumuladores de agua caliente	anual
Aplicación de sistema de higiene	Diario
Tratamiento y control de aguas de proceso	Diario
Revisión y mantenimiento de equipo de Spa	Trimestral
Realización de análisis de emisiones de gases a la atmosfera	Normatividad
Realización de análisis de aguas residuales	Normatividad
Realización de análisis microbiológicos y fisicoquímicos	Mensual/bimensual
Manejo integral de residuos sólidos urbanos	Diario

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

MANTENIMIENTO	
Actividad	Frecuencia
Manejo de residuos peligrosos	Diario/Mensual
Reciclado de aceite vegetal	Diario/Mensual

II.2.9 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Se estima que la vida útil del Proyecto será de 50 años, el cual podría prolongarse por más tiempo, debido al mantenimiento oportuno a los equipos y a partir de las autorizaciones ambientales en caso de pretender dicha extensión. Una vez que el Proyecto concluya la vida útil, se desarrollara un programa de abandono de sitio, en el cual se establecerán los pasos para que se puedan volver a utilizarse de acuerdo con el uso de suelo que existe en la zona. El plan de abandono incluirá de forma general las siguientes actividades.

- 1. Desmantelamiento.** Se desmantelarán los edificios, equipos y tuberías, separando aquellas partes y componentes que sean considerados residuos peligrosos y de manejo especial, los cuales contarán con almacenamiento y disposición adecuada.
- 2. Rehabilitación de áreas.** En caso de que se determine necesario y de acuerdo con el uso que se pretenda dar al sitio, se quitara el concreto y asfalto, disponiendo de igual manera los residuos peligrosos y de manejo especial generados por estas actividades.
- 3. Aviso a dependencias gubernamentales:** Se notificará al Municipio de Solidaridad, a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y a la autoridad ambiental estatal, del cese de operaciones y por ende el cierre de las instalaciones para la cancelación y cierre de los permisos, licencias, registros, así como la ejecución de los planes de manejo ambientales existentes durante la etapa de operación del proyecto.

II.2.10 Residuos

Residuos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la operación del Proyecto serán separados y clasificados desde su fuente de origen en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación (restaurantes, área de huéspedes, zona comercial, entre otras).

La disposición final de estos residuos se llevará a cabo de la siguiente manera:

- a) Los residuos sólidos reciclables como: plásticos PET, aluminio, papel y cartón, serán almacenados de manera temporal y dispuestos con una empresa con autorización estatal.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- b) Los residuos sólidos no reciclables como: plásticos de embalaje, vidrio, papel celofán, Tetrapak, entre otros, serán dispuestos con una empresa dedicada a este servicio.
- c) Los residuos sólidos orgánicos serán separados y para su disposición final se evaluarán diferentes alternativas como: donación a los ganaderos de la zona para uso como forraje, conformación de pilas de compostaje o disposición final como residuos no reciclables.

Residuos peligrosos

Derivado de la operación, se espera la generación de los siguientes residuos peligrosos:

- Aceite gastado derivado del mantenimiento de los equipos.
- Trapo impregnado con aceite.
- Residuos de pintura.
- Trapo impregnado con pintura.
- Lámparas fluorescentes.
- Filtros contaminados.
- Mangueras impregnadas.

Se contará con un pequeño almacén temporal de residuos peligrosos en el área de servicios, el cual cumplirá con lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR), en el cual los residuos serán segregados de acuerdo con sus características y almacenados de acuerdo con lo establecido en la legislación nacional. El almacenamiento será temporal en un espacio designado y acondicionado para este fin. No se prevé la instalación de estaciones y/o contenedores satelitales para el almacenamiento de este tipo de residuos. Los residuos serán dispuestos de acuerdo con sus características con prestadores de servicios autorizados para este fin, siguiendo de nueva cuenta, los criterios establecidos en la regulación aplicable.

Residuos líquidos

Para la etapa de operación y mantenimiento, se espera la generación de 250 m³/día de aguas residuales, mismas que serán conducidas hasta la planta tratadora de agua correspondiente ya que se planea instalar 5 plantas una para cada hotel y una para el área comercial.

En el caso de residuos líquidos peligrosos generados comúnmente durante la etapa de operación y mantenimiento como son: thinner, restos de pintura y esmaltes, estopas impregnadas de residuos y aceite industrial, serán almacenados temporalmente en contenedores plásticos o metálicos según corresponda en el PVA, con la finalidad de ser dispuestos de manera final, mediante prestadores de servicio autorizados.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

II.2.11 Emisiones y descargas

Por la naturaleza del Proyecto, durante la etapa de operación no se espera una gran Generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta, por el uso intermitente de generadores de electricidad de emergencia y por el consumo de gas LP en las cocinas de los restaurantes. Es importante mencionar que en la etapa de operación se utilizaran vehículos de baja emisión, como se menciona en la sección II.2.8 de este documento.

En la *Tabla II.34* se presentan los procesos en los cuales se espera la GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla II.34 Gases de efecto invernadero que se espera sean emitidos durante las diferentes etapas del proyecto.

Alcance	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Directo	Se deberán a la combustión de los combustibles requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno	Combustión del combustible requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del proyecto	Uso intermitente de plantas de generación de electricidad de emergencia. Combustión del Gas LP utilizado para las cocinas.
Indirecto	Generados por el consumo de energía eléctrica que se utilizará para abastecer de energía las instalaciones provisionales, tales como oficinas, comedor, bodegas y demás. Así como la iluminación del predio	Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las instalaciones provisionales del proyecto y la iluminación del predio	Consumo de energía eléctrica para la operación del proyecto. La cual será suministrada por la Red Nacional de Distribución de Energía Eléctrica, de la CFE.

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO₂ equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión según lo establecido en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

$$E_{CO2} = VC * PC * FE_{CO2}$$

$$E_{CH4} = VC * PC * FE_{CH4}$$

$$E_{N2O} = VC * PC * FE_{N2O}$$

Dónde:

ECO2 - Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]

ECH4 - Emisiones de metano en kilogramos [kg]

EN2O - Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]

VC - Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m3]

PC - Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m]

FE - Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Art. Sexto fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), los valores se enlistan en la **Tabla II.35**. En dicho Acuerdo también señala que, para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO2e} = W_{Elect} * FE_{Elect}$$

Dónde:

ECO2e - Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO₂e]

W_{Elect} - Consumo de energía eléctrica [MWh]

FE_{Elect} - Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO₂/MWh]

El FE_{Elect} que se utilizará para realizar la conversión conforme al factor de emisión, corresponde al valor de 0.458 toneladas de CO₂ / MWh, el cual fue publicado por la SEMARNAT

Tabla II.35 Factores de emisión para el cálculo de emisiones

Combustible	CO2 (t/MJ)	CH4 (t/MJ)	N2O (t/MJ)
Diésel	7.41E-05	4.15E-06	2.86E-05
Gasolina	6.93E-05	5.00E-05	2.00E-06
Electricidad CO ₂ (t/MWh)			
Consumo	0.458		

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla II.36 Estimación de la generación de gases de efecto invernadero durante el proyecto

Combustible	Consumo (m ³ /año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tco ₂ e/año)
Etapa de Preparación del Sitio					
Diesel	119616	3.18E+01	1.78E-03	1.23E-02	31.81
Etapa de Construcción					
Diesel	488535.00	1.30E+03	7.27E-02	5.01E-01	1,299.4
Etapa de Operación y Mantenimiento					
Gasolina	5560	1.29E+01	4.67E-03	1.49E-03	12.95
Electricidad	Consumo (kwh)	Emisiones anuales GEI (tco₂e/año)			
Consumo	5000	2.525			

Con base en lo anterior, se estima que:

- El Proyecto generará 31.81 tCO₂e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante la etapa de preparación del sitio.
- El Proyecto generará 1299.4 tCO₂e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante la etapa de construcción.
- El Proyecto generará 15.475 tCO₂e de Gases de Efecto Invernadero anualmente durante su operación.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

De acuerdo con las estimaciones realizadas en los apartados precedentes, en resumen, los gases de efecto invernadero que se generarán durante la preparación del sitio, la construcción, operación y abandono del proyecto, que comprende en total un periodo de 50 años, es principalmente CO₂, en el caso de los otros gases emitidos, se realizó la conversión a tCO₂e. La **Tabla II.37** presenta la estimación de energía que será disipada con el proyecto.

Tabla II.37 Total de energía disipada por el proyecto

Etapa	Duración de la etapa (años)	Emisiones de toneladas CO₂e anuales	Emisiones de toneladas CO₂e Totales
Preparación del sitio	1	31.81	31.81
Construcción	2.5	3,248.39	8,120.97
Operación	45.5	704.05	32,034.34
Abandono	1	1,299.35	1,299.35
Total	50	5,283.60	41,486.48

Como se puede observar, con base en la estimación de emisiones para la totalidad de los servicios y actividades que comprende el proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se tendrá una liberación de 41,486.48 toneladas de CO₂e.

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES Y ESTATALES

III.1.1 1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)

La Constitución de los Estados Unidos Mexicanos, es el máximo documento rector de las Leyes en México, este contiene los principios y objetivos de la nación. Establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos.

A continuación en la

Tabla III.1. Vinculación con los artículos de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
<p>Artículo 4. El varón y la mujer son iguales ante la ley. Esta protegerá la organización y el desarrollo de la familia.</p> <p>Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.</p> <p><i>Última Reforma publicada en DOF 08-02-2012</i></p>	<p>Las actividades que pretende desarrollar el proyecto, están diseñadas para generar el menor impacto posible al ambiente. El proyecto plantea la ejecución de medidas de protección al ambiente, seleccionadas</p>
<p>Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo.</p> <p>(...)</p>	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.1.2 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento

De acuerdo con el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) 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.

Tabla III.2. Vinculación con los artículos de la LGEEPA.

Artículo	Vinculación
De acuerdo con el Artículo 98 de la LGEEPA para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, el uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.	El proyecto se ubicará dentro de unidades de gestión ambiental en las que se contemplan la construcción de infraestructura turística. El uso de suelo del predio es compatible con las actividades planteadas en el presente proyecto.
El Artículo 110 de la presente Ley y el Artículo 13 de su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera establece que las emisiones de contaminantes de la atmósfera sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactorio para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	Las emisiones que se generarán por el proyecto serán únicamente por el uso de gas LP; además, la actividad turística no está listada como sector industrial de jurisdicción federal, por lo que esta emisión es de carácter Estatal.
De acuerdo al Artículo 119 BIS y 120 de la presente Ley, la prevención y control de la contaminación del agua corresponde a los gobiernos de los Estados y de los Municipios mediante el control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, la vigilancia de las normas oficiales mexicanas correspondientes, la determinación del monto de los derechos correspondientes para que el municipio o el estado lleve a cabo el tratamiento necesario y el registro de las descargas a los sistemas de drenaje y alcantarillado que administren.	Si bien la prevención y control de la contaminación del agua corresponde a los gobiernos de los estados y de los municipios, el presente proyecto cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y se apegará en todo momento a la legislación estatal vigente aplicable en la materia.
El Artículo 134 de la presente Ley, manifiesta que es necesario prevenir y	Para esto, el promovente basa su cumplimiento regulatorio en una gestión de residuos, conforme lo

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Artículo	Vinculación
reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente	establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento, que a continuación se describen y vinculan con el proyecto.

III.1.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

Tabla III.3 Vinculación con los artículos de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
El Artículo 22 de la LGPGIR, establece que las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si estos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.	El promovente ha realizado el ejercicio de identificar los residuos que se generarán de las actividades que involucran el presente proyecto, clasificándolos como de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial y Peligrosos, como se describe en la sección II.2.10.
El Artículo 43 de la presente Ley, establece que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las Autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ellas se deriven.	El promovente se dará de alta como generador de residuos peligrosos, conforme a lo establecido en el presente artículo. Los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del presente proyecto se almacenarán temporalmente para después ser dispuestos mediante transportistas autorizados.
Para dar cumplimiento al Artículo 41, que establece que los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada	El promovente almacenará temporalmente los residuos generados por el proyecto dentro un área designada para tal efecto, en cumplimiento con el artículo 82 del Reglamento de esta Ley.
El promovente se apegará a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la LGPGIR para el manejo y disposición de los residuos que se generen a lo largo de todo el proyecto. Se adherirá a los Artículos 35, 42, 46, 82 y 83 relacionados con la identificación de los residuos, la asignación de la categoría de generador y los requerimientos legales que deben seguir los pequeños y grandes generadores de residuos.	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.1.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

De acuerdo al **Artículo 1.**, el presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

A continuación

Tabla III.4 Vinculación con los artículos de la LGPGIR.

Artículo	Vinculación
<p>El Documento Técnico Unificado es el que integra la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades regional o particular, señaladas en los artículos 12 y 13 del Reglamento de la <u>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental</u>, con el estudio técnico justificativo señalado en el artículo 121 fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del <u>Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable</u>.</p>	<p>El proyecto involucra la remoción de vegetación forestal, por lo que el presente estudio corresponde a un Documento Técnico Unificado (DTU), el cual integra los requerimientos establecidos en el Instructivo para la Elaboración de un DTU, publicado por la SEMARNAT.</p>
<p>Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <p>A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el 	<p>El presente documento corresponde una Dictamen Técnico Unificado, el cual integra en sus requerimientos, los elementos mínimos establecidos en este artículo, ya que se utilizarán las guías, Leyes, Normas y reglamentos publicados por la autoridad ambiental competente.</p>

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

<p>Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo;</p> <p>IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y</p> <p>V. El estudio Técnico Justificativo.</p> <p>Para efectos previstos en el inciso c) del presente artículo, cuando se trate de las instalaciones, actividades y proyectos del Sector Hidrocarburos, los interesados deberán acreditar la propiedad, posesión o derecho para su realización, con la documentación señalada en el artículo 31 del presente Reglamento.</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

III.1.5 Ley de Aguas Nacionales

La presente Ley es reglamentaria del Art. 27 de la Constitución Política en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Vinculación con el Proyecto

Con respecto al aprovechamiento de aguas nacionales y debido a que en la zona donde se pretende instalar el proyecto no hay servicio de suministro de agua potable, el proyecto contempla la instalación de cinco pozos de extracción de agua y un sistema de desalinización para tratar el agua, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso c. El Promovente del proyecto, gestionará las concesiones para la instalación de los pozos, ante la CONAGUA.

Con respecto a la generación de agua residual durante la etapa de operación, El proyecto contempla la construcción de cinco plantas tratadoras de agua residual como se describe en la sección II.2.8.1 inciso a, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras. Posteriormente, previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-1996.

III.1.6 Ley General de Cambio Climático

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho a un ambiente sano, declarado en la Constitución Mexicana, así como regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropológicas peligrosas además de regular las acciones para la mitigación y adaptación del cambio climático.

Vinculación con el Proyecto

Dada la naturaleza del Proyecto, no se espera una considerable generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) durante las diferentes etapas del proyecto.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán emisiones de manera puntual y en un tiempo determinado. Además, se ejecutará un Programa de Mantenimiento Preventivo del equipo y maquinaria, con lo que se espera mantener bajas emisiones de GEI. En la sección II.2.11 se puede consultar la tabla de emisiones del proyecto.

Durante la etapa de operación, se espera una moderada generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con el alcance del proyecto, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta, por el uso intermitente de generadores de electricidad de emergencia y por el consumo de gas LP en las cocinas de los restaurantes. Así mismo, el proyecto integrará acciones para la reducción de emisiones de GEI, las cuales se enlistan a continuación:

- 1) Sistema de Recuperación de calor (sección II.2.8.1 inciso e).
- 2) Sistema de Distribución de Agua Helada (sección II.2.8.1 inciso e).
- 3) Paneles solares para generación de energía eléctrica (sección II.2.8.1 inciso g).
- 4) Uso de vehículos de baja emisión (sección II.2.8.1 inciso i).

III.1.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

El artículo 10 de la LFRA, establece que toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El artículo 12 menciona que, será objetiva la responsabilidad ambiental, cuando los daños ocasionados al ambiente devengan directa o indirectamente de:

- I. Cualquier acción u omisión relacionada con materiales o residuos peligrosos;
- II. El uso u operación de embarcaciones en arrecifes de coral;
- III. La realización de las actividades consideradas como Altamente Riesgosas, y
- IV. Aquellos supuestos y conductas previstos por el artículo 1913 del Código Civil Federal.

Vinculación con el Proyecto

El Capítulo VI del presente documento, establece medidas de prevención y mitigación, con el objetivo de no incurrir en un daño al ambiente, el cual pueda resultar en un evento de contaminación. Adicionalmente, se establecerá un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual se enfocará en los potenciales parámetros ambientales identificados como aquellos que se verán afectados en mayor grado por las actividades del proyecto, tales como: calidad del agua, aire, suelo, aspectos de contaminación acústica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actividad o etapa del proyecto. Dado lo anterior, el proyecto estará en concordancia con lo establecido en la LFRA.

III.1.8 Ley de Vertimientos en las Zonas Marinas Mexicanas

La presente ley es de jurisdicción federal, sus disposiciones son de orden público y tienen por objeto el control y la prevención de la contaminación o alteración del mar por vertimientos en las zonas marinas mexicanas.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no prevé ningún tipo de vertimiento al mar, no se realizará ninguna actividad de evacuación, eliminación, introducción en las zonas marinas mexicanas de desechos u otras materias incluyendo aguas de lastre alóctonas, provenientes de buques, aeronaves, plataformas u otras construcciones de igual manera, no se realizará la colocación de materiales u objetos de cualquier naturaleza, con el objeto de crear arrecifes artificiales, muelles, espigones, escolleras, o cualquier otra estructura en el mar.

En el caso de un evento fortuito o de fuerza mayor que provoque un vertimiento al mar, el promovente rendirá un informe detallado a la Secretaría, justificando la realización de este y se encontrará obligado a reparar, compensar, remediar o restaurar los daños ocasionados por el vertimiento de acuerdo con lo señalado en los artículos 55 y 56 de la presente Ley.

III.1.9 Ley General de Turismo

El artículo 58 de la Ley General de Turismo establece obligaciones para los prestadores de los servicios turísticos, a continuación, se enlistan las que tienen aplicabilidad directa en materia de medio ambiente, con el proyecto.

IV. Participar en el manejo responsable de los recursos naturales, arqueológicos, históricos y culturales, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

Vinculación con el Proyecto

El promovente llevará a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales están descritas en el Capítulo VI de este documento, así como la ejecución de un Plan de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de proteger los recursos naturales y culturales de la región.

III.1.10 Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo

La Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, establece obligaciones para los prestadores de los servicios turísticos, a continuación, se enlistan las que tienen aplicabilidad directa en materia de medio ambiente, con el proyecto.

Artículo 55. Los prestadores de los servicios turísticos tendrán los siguientes deberes:

...

IV. Participar en el manejo responsable de los recursos naturales, arqueológicos, históricos y culturales, en términos de las disposiciones jurídicas aplicables;

XI. Prestar sus servicios en español como primera lengua, lo que no impide que se puedan prestar los servicios en otros idiomas o lenguas;

XV. Observar las disposiciones de esta Ley y de la Ley General y demás ordenamientos legales que normen su actividad y vigilar que sus dependientes y empleados cumplan con las mismas.

Vinculación con el Proyecto

El promovente llevará a cabo medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales se describen en el Capítulo VI de este documento, así como la ejecución de un Plan de Vigilancia Ambiental, con el objetivo de proteger los recursos naturales y culturales.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.1.11 Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y su Reglamento

El Artículo 24 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo (LEEPA), establece que la realización de las obras o actividades a que se refiere este artículo se sujetará al procedimiento de evaluación de la manifestación de impacto ambiental.

Vinculación con el Proyecto

Debido a que el proyecto contempla la remoción de vegetación y que cumple con los previstos en el artículo 28 de la LGEEPA, se presenta un Documento Técnico Unificado. Si bien este artículo no le es aplicable al proyecto, EL DTU, cumplirá el objetivo de prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana.

Artículo 112.- Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades, las Fuentes Fijas de Competencia Estatal o municipal, requerirán la Licencia de Funcionamiento Ambiental expedida por la secretaría o el municipio. El promovente obtendrá la licencia de funcionamiento Estatal, una vez que se obtenga la autorización en materia de impacto ambiental y se hayan iniciado las operaciones.

Vinculación con el Proyecto

Una vez obtenida la autorización para realizar las actividades plasmadas en la presente DTU, se tramitarán todas las autorizaciones pertinentes, tales como la Licencia de Funcionamiento Ambiental.

Con respecto a la descarga de aguas residuales, la LEEPA en su reglamento establece lo siguiente:

Artículo 88.- Para el caso de la realización de obras o actividades descritas en el artículo 28 de la Ley, artículo 5 del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental a que se refiere la Ley, así como de las Fuentes Fijas de Competencia Estatal, durante los períodos de trabajos preliminares, construcción y operación de los proyectos, se deberán instalar baños portátiles que garanticen que no habrá emisión de contaminantes provenientes de aguas sanitarias al suelo y subsuelo.

Vinculación con el Proyecto

Se instalarán sanitarios portátiles durante la etapa de Preparación del sitio y construcción, a razón de un (1) sanitario por cada diez (10) trabajadores, garantizando la no emisión de contaminantes provenientes de aguas sanitarias al suelo y subsuelo.

III.1.12 Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo

El artículo 36 de la Ley de Agua y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (LAPA) determina que están obligados a contratar los servicios de agua potable, en los lugares en que exista el servicio, los propietarios o poseedores de giros mercantiles e industriales o de cualquier otra actividad que por su naturaleza estén obligados al uso de agua potable.

El artículo 42 establece que para cada predio, giro o establecimiento de lo que haya obligación de dotar de agua potable del servicio público, deberá instalarse una toma independiente, así como una descarga de aguas negras por separado, salvo los casos en que a juicio de los organismos operadores y siendo posible, no haya inconveniente en autorizar una derivación.

Vinculación con el Proyecto

Debido a que en la zona del proyecto no hay un sistema de alcantarillado urbano o municipal, el proyecto contempla la construcción de cinco plantas tratadoras de agua residual como se describe en la sección II.2.8.1 inciso a, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras. Posteriormente, previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-1996.

III.1.13 Ley Para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo

De acuerdo al Artículo 1, esta Ley tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la gestión y el manejo integral de los Residuos de Manejo Especial, Residuos Sólidos Urbanos y Residuos Peligrosos de control local, así como de la prevención de la contaminación de sitios por residuos y su remediación, con base en la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los distintos sectores sociales y las autoridades de los tres órdenes de gobierno.

Vinculación con el Proyecto

Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la operación del Proyecto serán separados y clasificados desde su fuente de origen en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores específicos colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación (restaurantes, área de huéspedes, zona comercial, entre otras).

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

La disposición final de estos residuos se llevará a cabo de la siguiente manera:

- d) Los residuos sólidos reciclables como: plásticos PET, aluminio, papel y cartón, serán almacenados de manera temporal y dispuestos con una empresa con autorización estatal.
- e) Los residuos sólidos no reciclables como: plásticos de embalaje, vidrio, papel celofán, tetrapak, entre otros; serán dispuestos con una empresa dedicada a este servicio.

Los residuos sólidos orgánicos serán separados y para su disposición final se evaluarán diferentes alternativas como: donación a los ganaderos de la zona para uso como forraje, conformación de pilas de compostaje o disposición final como residuos no reciclables.

III.1.14 Ley Para el Fomento de la Eficiencia Energética y del Aprovechamiento de las Fuentes de Energía Renovables en el Estado de Quintana Roo

En su Artículo 1. Fracción I establece: Fomentar el aprovechamiento de las fuentes de energía renovables, y el uso de tecnologías limpias, la eficiencia y la suficiencia energética en el Estado y los Municipios como instrumento de promoción del desarrollo sustentable, la innovación, el desarrollo tecnológico, la competitividad económica, la mejora de la calidad de vida y la protección y preservación del medio ambiente.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto, en concordancia con esta ley, pretende hacer uso de las fuentes de energía renovables, así como uso de tecnologías limpias. Por ello, el promovente ha considerado paneles solares los cuales podremos instalar en el techo de las edificaciones con un aporte de 100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble.

Adicionalmente, el proyecto integrará un Sistema de Recuperación de calor (ver sección II.2.8.1 inciso f), el cual tiene el objetivo de generar agua caliente, sin necesidad de utilizar combustibles fósiles como gas LP o gas natural.

III.2 Planes y Programas de Desarrollo

III.2.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) presenta una propuesta para la transformación de la vida pública de México, para el bienestar de todos. Los objetivos y las estrategias que se plantean en este documento están encaminadas a atender las principales causas de fondo que han impedido el desarrollo nacional. El objetivo del PND será transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos.

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas: 1) Justicia y Estado de Derecho; 2) Bienestar; y, 3) Desarrollo económico. Asimismo, se definieron tres ejes transversales: 1) Igualdad de género, no discriminación e inclusión; 2) Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública; 3) Territorio y desarrollo sostenible.

El eje general de *Justicia y Estado de Derecho*, tiene como objetivo, el garantizar la construcción de la paz, el pleno ejercicio de los derechos humanos, la gobernabilidad democrática y el fortalecimiento de las instituciones del Estado mexicano. El proyecto es vinculable con el siguiente objetivo y estrategia:

- 1) Objetivo 1.9 Estrategia 1.9.1 Reducir el riesgo de desastres existente, así como mejorar el conocimiento y preparación de la sociedad para aumentar la resiliencia, con mecanismos de planeación y ordenamiento territorial y ecológico, con enfoque diferenciado centrado en las personas y sus derechos humanos.

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, se establecerá dentro del Municipio de Solidaridad, que actualmente cuenta con infraestructura para servicios turísticos y que está regulado en materia de ordenamiento territorial por el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad; por lo cual, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre ambiental.

El eje general de *Bienestar*, tiene como objetivo, el garantizar el ejercicio efectivo de los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, con énfasis en la reducción de brechas de desigualdad y condiciones de vulnerabilidad y discriminación en poblaciones y territorios. El proyecto es vinculable con los siguientes objetivos y estrategias:

- 1) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.1 Conservar y proteger los ecosistemas terrestres y acuáticos, así como la biodiversidad para garantizar la provisión y calidad de sus servicios ambientales.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, se establecerá dentro del Municipio de Solidaridad, y que está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. El ecosistema predominante en el sitio corresponde a Selva Baja Subperenifolia (Selva baja inundable)., El diseño del proyecto se integra en un predio de 1,633,172.16 m2 donde será intervenido tan solo, el 33%, dado lo anterior no se prevé que las actividades puedan ocasionar un desequilibrio en los ecosistemas terrestres y/o acuáticos.

- 2) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.2 Aprovechar sosteniblemente los recursos naturales y la biodiversidad con base en una planeación y gestión económica comunitaria con enfoque territorial, de paisajes bioculturales y cuencas.

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, a su vez no representa una presión de aprovechamiento sobre los recursos naturales y la biodiversidad, ya que las actividades no contemplan un uso sistemático de estos. En este mismo sentido, el Proyecto pretende instalarse en una zona con vocación turística, lo cual ampliara la oferta de servicios turísticos y por ende la demanda de mano de obra de las comunidades y provisión de alimentos de proveedores locales y comunidades pesqueras, para cubrir las diferentes etapas del Proyecto.

- 3) Objetivo 2.5 Estrategia 2.5.8 Promover la gestión, regulación y vigilancia para prevenir y controlar la contaminación y la degradación ambiental.

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera, promoverá una adecuada gestión ambiental de sus actividades e implementará, un sistema de vigilancia y control internos, con el objetivo de prevenir la contaminación y la degradación ambiental en todas las etapas del Proyecto.

- 4) Objetivo 2.6 Estrategia 2.6.3 Fomentar la supervisión ambiental eficaz, transparente y participativa para la prevención y control de la contaminación del agua.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, así como para los trabajos de mantenimiento de dichos caminos. El agua a utilizar se suministrará a partir de pozos de aprovechamiento de agua subterránea y las aguas residuales serán dirigidas al sistema de drenaje del Complejo Ecoturístico y serán posteriormente enviadas a las plantas de tratamiento creadas para el Proyecto, a razón de una por cada hotel y una adicional, para la zona comercial. Los detalles tanto de las plantas desalinizadoras, como de las plantas de tratamiento de aguas y los puntos de descarga se describen a detalle en la sección II.2.8.1, de este documento.

- 5) Objetivo 2.8 Estrategia 2.8.1 Promover acciones de planeación de carácter regional, estatal, metropolitano, municipal y comunitario en materia de desarrollo urbano y ordenamiento territorial y ecológico con criterios de sostenibilidad, accesibilidad, de mitigación y adaptación al cambio climático, asegurando la participación de los tres órdenes de gobierno, los sectores sociales, privado y la academia, así como los pueblos y comunidades indígenas.

Vinculación con el Proyecto

La construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, se establecerá en un área con vocación turística, y la cual se encuentra regulada en materia de ordenamiento territorial, por el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. El Proyecto se centra en la instalación de infraestructura turística, lo cual se ajusta a la tendencia de desarrollo del Estado de Quintana Roo. Así mismo, el proyecto aplicará una serie de medidas que promueven la sustentabilidad y

- 6) Objetivo 2.11 Estrategia 2.11.6 Promover y garantizar el empleo digno con enfoque de género, juventud, inclusión y no discriminación.

Vinculación con el Proyecto

Tanto la construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, generarán empleos directos e indirectos a lo largo de sus diferentes etapas. El promovente como empleador, cumplirá con la normatividad aplicable en materia de derechos y obligaciones de los trabajadores con el fin de respetar sus derechos laborales y dará preferencia a personal proveniente de las comunidades cercanas, sin establecer restricciones por cuestiones de género, edad, clase social, etnia o raza, religión y/o preferencias sexuales.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El eje general de Desarrollo económico tiene como objetivo el incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a largo de todo el territorio. El proyecto es vinculable con los siguientes objetivos y estrategias:

- 1) Objetivo 3.10 Estrategia 3.10.1. Promover políticas para la reducción de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero en sectores productivos, así como promover y conservar sumideros de carbono.

Vinculación con el Proyecto

Si bien, la promoción de políticas públicas no es competencia del Promovente, es importante mencionar que las emisiones a generar por la construcción y operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya serán mínimas, ya que resultan únicamente de la combustión de equipos y maquinaria (gasolina y diésel) durante las actividades durante la preparación, construcción y operación del Proyecto, por lo que no se generarán emisiones adicionales a estas. En este sentido, se cuidará que los vehículos utilizados en la etapa de preparación del sitio y construcción para el movimiento de dichos materiales se encuentren en buenas condiciones mecánicas, con el fin de disminuir las emisiones derivadas de los mismos.

Durante la etapa de operación, se utilizarán vehículos de baja emisión, como se menciona en la sección II.2.8.1, inciso i).

Adicionalmente, se generarán emisiones resultantes de a combustión de gas LP de la caldera. Los sistemas de enfriamiento contarán con gases refrigerantes de alta eficiencia, reportados como no agotadores de la capa de ozono por el protocolo de Montreal y de esta manera, también se evitará el uso de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

III.2.2 Programa Estatal de Desarrollo Quintana Roo 2016-2022

El Programa se compone de los siguientes cinco ejes temáticos: 1) Desarrollo y Diversificación Económica con Oportunidades para Todos, 2) Gobernabilidad, Seguridad y Estado de Derecho 3) Gobierno Moderno, Confiable y Cercano a la Gente, 4) Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad, 5) Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental. Es importante mencionar que el Proyecto cuenta con una constancia de compatibilidad urbanística Estatal, emitida por la Secretaría de Desarrollo urbano Territorial Urbano Sustentable (SEDETUS), número de oficio SEDETUS/DS/SSDU/DAU/001392/2018 con fecha del 30 de abril de 2018 (**Anexo 2.4**)

A continuación, se vincula el Proyecto con los siguientes programas, estrategias y líneas de acción:

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

1) Programa 1. Empleo y Justicia Laboral.

Estrategia. Diseñar y ejecutar esquemas de colaboración con los sectores empresarial, educativo y social para propiciar la creación de fuentes de empleo y autoempleo, con énfasis en las zonas centro y sur del Estado.

Meta. Mantener a Quintana Roo entre las diez entidades con mayor tasa de ocupación.

Líneas de acción. 7. Realizar ferias y jornadas de empleo en todo el Estado; 8. impulsar convenios de colaboración entre el sector empresarial y educativo para integrar a los jóvenes recién egresado al campo laboral; 13. Difundir en colaboración con el sector patronal, los derechos y obligaciones establecidos en la normatividad laboral que rige nuestro país, y 17. promover la certificación de empresas por el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

Vinculación con el Proyecto

El Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se ubica al Norte del Estado de Quintana Roo. Sin embargo, a pesar de que la estrategia está enfocada en las poblaciones del centro y sur del Estado, el Promovente se inscribirá en las Ferias de empleo organizadas por el municipio, buscará integrar a personal de las carreras de Turismo y afines en su plantilla laboral, dará cumplimiento a los derechos laborales de sus empleados y evaluará la obtención de una certificación en temas de higiene y seguridad como centro de trabajo.

1) Programa 2. Desarrollo, Innovación y Diversificación Económica.

Estrategia. Incrementar la inversión en los sectores económicos para promover la diversificación, el desarrollo, la innovación y la modernización tecnológica.

Meta. Aumentar en 2% anual la actividad económica de la entidad.

Líneas de acción. 1. Incrementar con visión regional e integral, la inversión en los sectores primario y secundario para detonar el potencial y diversificar las actividades económicas; 15. Promover la producción, comercialización y certificación de productos orgánicos, y 17. Fortalecer estrategia de vinculación peninsular para la producción y comercialización de productos.

Vinculación con el Proyecto

La operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, incentivará el crecimiento del sector primario y secundario, al aumentar la demanda de alimentos (frescos y procesados) y artesanías de la región.

2) Programa 4. Diversificación y Desarrollo del Turismo.

Estrategia. Impulsar la actividad turística mediante el fomento de las inversiones, el desarrollo y modernización de la infraestructura, la mejora en la calidad de la prestación de servicios, el mejoramiento del marco regulatorio y la diversificación a través de la puesta en valor del patrimonio cultural y natural del estado.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Meta. Incrementar en 2% la actividad turística en el estado, durante el primer año de gobierno.

Líneas de acción. 5. Promover el trabajo conjunto de todos los sectores de la actividad turística y otorgar facilidades para su desarrollo; 10. Impulsar el principio de accesibilidad universal en todos los destinos turísticos de la entidad; 12. Poner en marcha un programa de capacitación a empresas y personas empleadas en el sector turísticos para incrementar la calidad en la prestación de servicios y garantizar su mejora continua; 16 Promover los productos elaborados por artesanos quintanarroenses en los destinos turísticos del estado; 17. Consolidar el turismo en sus diferentes líneas de producto e impulsar nuevas ofertas turísticas; 20. Impulsar el Programa Viajemos por Quintana Roo; 21 Impulsar el Programa Mundo Maya en México; Posicionar el Caribe Mexicano como una marca turística multiproducto y diversificado.

Vinculación con el Proyecto

El Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, pretende integrarse en una zona turística que ya opera y la cual no contempla playas privadas. En esta zona turística, como región, existe una zona comercial donde se ofrecen diferentes productos, entre ellos, artesanías de la región promoviendo así el intercambio comercial en la península. Esta zona turística promueve la capacitación entre sus empleados y personal de confianza, con el objetivo de elevar la calidad de los servicios que ofrece. Finalmente, el establecimiento de un Complejo Ecoturístico, incrementa la oferta de servicios turísticos con un enfoque sustentable, de conformidad con las líneas de acción para el impulso de nuevas ofertas turísticas, el impulso de los programas de extensión de visitantes y de conocimiento del mundo maya, así como el posicionamiento del Caribe Mexicano, como un producto turístico de alto nivel por la diversificación de actividades.

Eje Rector 4. Desarrollo Social y Combate a la Desigualdad

1) Programa 26. Igualdad de Género.

Estrategia. Empezar acciones afirmativas orientadas a establecer condiciones de igualdad entre mujeres y hombres en los ámbitos económico, social, cultural y político.

Meta. Elaborar e implementar, desde el primer año de gobierno, el Programa Estatal para la Igualdad entre Mujeres y Hombres, con fundamento en el PBR.

Líneas de acción. 6. Deconstruir estereotipos de género, y 12. Promover en coordinación con el Sector empresarial, condiciones laborales de igualdad entre mujeres y hombres;

Vinculación con el Proyecto

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

La administración del Proyecto tiene como objetivo, abrir las ofertas de empleo, sin importar el género, raza o etnia, condición social, ni religión. De la misma manera, el promovente se compromete a mantener condiciones laborales justas, de acuerdo con lo que establece la Legislación mexicana, sin establecer diferencias entre hombres y mujeres, para lo cual desarrollará un Reglamento Interno de Trabajo, donde se estipulen lineamientos con énfasis en la no discriminación por género.

Eje Rector 5. Crecimiento Ordenado con Sustentabilidad Ambiental

- 1) Programa 27. Desarrollo Urbano Sostenible y Ordenamiento Territorial con Visión Regional y Metropolitana.

Estrategia. Establecer y desarrollar las políticas de planeación y ordenamiento sustentable territorial, urbano y metropolitano en un trabajo coordinado entre los tres niveles de Gobierno, los sectores empresariales, social y académico.

Meta. Contar, al término de la administración, con al menos seis instrumentos jurídicos y normativos de competencia estatal, necesarios para la ordenación sustentable del territorio y su desarrollo urbano.

Líneas de acción.

1. Implementar en las principales ciudades y asentamientos humanos la acción, adopción y aplicación de políticas y planes hacia la inclusión social;
8. Incluir bio-corredores del paisaje, en la ordenación del territorio, a fin de vincular e integrar las áreas naturales protegidas del estado;
9. Fortalecer y respetar el patrimonio cultural y natural fomentando la convivencia de las comunidades urbanas y rurales con los bienes culturales y ambientales;
11. Promover la disminución de la huella ecológica estatal, priorizando el uso de energías limpias y ecotecnologías que ayuden a mitigar el cambio climático y sus efectos adversos, y
12. Desarrollar el ordenamiento territorial evitando la fragmentación de los paisajes naturales.

Vinculación con el Proyecto

1. El Proyecto se establecerá en una región donde hay grupos indígenas y comunidades marginadas. Para la contratación de personal, se dará preferencia a personas de las comunidades cercanas;
8. Las áreas verdes proyectadas, ocuparan una superficie de 217,559.20 m² (21.75 has), de las cuales el 13.32%), estarán destinadas a la conformación de áreas verdes ajardinadas las cuales están incluidas en el cambio de uso de suelo, (en tanto que el resto de la superficie de las áreas verdes, será destinada como área de conservación, lo que equivale a una superficie de 1,079,562.11 m² (107.95 hectáreas), es decir, el 66.10% del predio

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

9. El desarrollo del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya, promoverá la llegada de visitantes de diferentes partes del mundo, viajeros que, en promedio, están interesados en la cultura mexicana, lo que promoverá la asistencia a recintos arqueológicos y otros sitios de interés.

11. El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 12% del consumo total considerado para su operación (100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble).). Adicionalmente, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.

12. El Proyecto se integrará a un área con vocación turística, la cual está regulada por el POEL-Solidaridad y PMDU-Solidaridad, por lo que no favorecerá la fragmentación de los ecosistemas.

2) Programa 28. Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Estrategia. Desarrollar instrumentos, mecanismos y programas orientados a concientizar, regular, cumplir y vigilar la normatividad ambiental aplicable en los proyectos, actividades, desarrollos existentes y futuros, en corresponsabilidad con los sectores público, privado y social.

Meta. Ordenar ecológicamente 3 millones 119 mil hectáreas del territorio de Quintana Roo, para que al término de la administración se encuentre totalmente ordenado.

Líneas de acción.

3. Promover, en coordinación con los sectores público, privado y social, campañas de reciclaje de residuos;

6. Capacitar al sector social, público y empresarial para la elaboración adecuada de sus planes de manejo de residuos;

8. Promover la inversión de la iniciativa privada en el reciclado, manejo y aprovechamiento de residuos sólidos;

21. Realizar actividades de difusión para el uso racional y sustentable de los recursos naturales;

24. Implementar medidas para recuperar, limpiar y mitigar la erosión de playas, así como el aprovechamiento de sargazo;

34. Promover la implementación de energías renovables o tecnologías limpias para las fuentes fijas y móviles de competencia estatal;

43. Desarrollar planes y programas de capacitación en el cuidado del medio ambiente;

47. Promover, con el sector hotelero y de servicios turísticos, el uso eficiente de agua, reducción de emisiones contaminantes y reciclaje;

48. Implementar incentivos para que los nuevos desarrollos turísticos adopten medidas que mitiguen los efectos de cambio climático y la contaminación de recursos, así como a predios que destinen superficies para la conservación.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

3, 6 y 8. Para el desarrollo del Proyecto, se elaborará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual contempla un Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, y medidas para la reducción y reciclaje de los residuos, las cuales se presentan en la sección VII.2.6, de este documento.

21. Como parte de la ejecución del Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos, se implementarán capacitaciones para todo el personal del Complejo, con el objetivo de que todos participen para la reducción del uso de materiales, así como para el reciclaje de los residuos.

24. Como parte de la operación, se tiene contemplado realizar de manera periódica, campañas de limpieza de la Playa, así mismo, no se desarrollará infraestructura en la zona de playa.

34. El Proyecto operará una Caldera a base de Gas LP, la cual es considerada una fuente fija de emisión a la atmósfera Estatal. No se prevé en este momento, el uso de una energía alternativa para este tipo de combustible.

43. Los empleados del Complejo, recibirán una capacitación con respecto al cuidado y la protección al medio ambiente, lo que ayudará a conservar las áreas.

47. Como parte del PVA, el Proyecto implementará Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad, un Programa de Monitoreo de Emisiones y un Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos, este último incluye medidas para el reciclaje de residuos.

48. Las áreas verdes proyectadas, ocuparán una superficie de 217,559.20 m² (21.75 has), de las cuales el 13.32%, estarán destinadas a la conformación de áreas verdes ajardinadas las cuales están incluidas en el cambio de uso de suelo, (en tanto que el resto de la superficie de las áreas verdes, será destinada como área de conservación, lo que equivale a una superficie de 1,079,562.11 m² (107.95 hectáreas), es decir, el 66.10% del predio

III.2.3 Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo (PEACCCEEQROO)

El ser humano es responsable del incremento progresivo de las concentraciones de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), hecho demostrado ante el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), ya que estas emisiones son las responsables del incremento en la temperatura media del planeta, con efectos directos en la forma y calidad de vida de los seres humanos en temas como seguridad alimenticia, calidad y disponibilidad hídrica, pérdida de los bosques y selvas derivado de los incendios forestales, cambio en el patrón de los periodos estacionales, temperatura y precipitación así como de incrementos en la intensidad de los fenómenos Hidrometeorológicos extremos como los son los huracanes , depresiones tropicales y mareas de tormenta. Quintana Roo se encuentra geográficamente ubicada en una zona vulnerable a los efectos de cambio

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

climático como lo establecen los escenarios tanto del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) como los que se presentan en este programa.

El territorio del Estado tiene más de 70 por ciento de la superficie con vocación forestal, lo que nos ha llevado a iniciar con una Estrategia Estatal de Reducción de Emisiones de Deforestación y Degradación Forestal (EREDD+ Q.ROO). La principal actividad económica del Estado es el turismo, por lo que como Gobierno del Estado de Quintana Roo participamos en la Iniciativa de Turismo Bajo en Carbono (ITBC).

De esta manera el PEACCEQROO, establece *Medidas de Adaptación* por cada uno de los sectores productivos que se llevan a cabo en el Estado. A continuación, se enlistan las *Medidas de Adaptación* para el Sector Turismo, que son aplicables al Proyecto:

- i. Establecer programas de restauración y mantenimiento en caso de contingencias hidrometeorológicas en las principales ciudades y vías de comunicación
- ii. Fomentar entre el sector turístico el uso de buenas prácticas ambientales para la planeación, diseño y construcción sustentable.
- iii. Incentivar las actividades turísticas que se desarrollan fuera de la zona costera.
- iv. Elaborar estudios para determinar la huella de carbono de los turistas, y
- v. Diseñar los mecanismos necesarios que permitan la compra y venta de los bonos de carbonos verdes en el Estado.

Vinculación con el Proyecto:

- i. El Proyecto preparará un Programa de Contingencias, como parte del cumplimiento con lo establecido por Protección Civil, el cual incluirá, acciones de prevención, así como acciones de restauración y mantenimiento a llevar a cabo, después de la ocurrencia de un evento hidrometeorológico;
- ii. La construcción y operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, integrará buenas prácticas de medio ambiente, para lo cual se integran una serie de medidas de prevención y mitigación (Capítulo VI), así mismo, el promovente evaluará la obtención de un Certificado Ambiental por parte de la Secretaría de Turismo (SECTUR) y la Secretaría de Medio Ambiente (SEMA);
- iii. El proyecto promoverá actividades que se desarrollan fuera de la zona costera, a través de la vinculación con otras empresas turísticas, así como con la Secretaría de Turismo, que permita una derrama económica hacia otras ubicaciones del estado.
- iv. Una vez que las autoridades publiquen un Mecanismo de medición (homologado) de la huella de carbono de los turistas, el promovente realizará la estimación correspondiente, y

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- v. Una vez que las autoridades Estatales emitan los mecanismos por los cuales se podrá acceder a los bonos de carbono, e promovente evaluará la compra de los mismos.

III.2.4 Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Solidaridad 2018-2021

Este Plan Municipal de Desarrollo, es el documento rector que pretende dar rumbo a las acciones del Gobierno Municipal, a partir del establecimiento de políticas públicas que muestren el interés de los habitantes del municipio para hacer realidad la vocación multicultural, que este ya tiene y pretende mantener. Para lo anterior se diseñaron cuatro ejes rectores: 1) Solidaridad Humano e Incluyente; 2) Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible; 3) Bienestar con Esperanza, y 4) Gobierno Seguro y Combate a la Corrupción.

Adicionalmente se presentan tres ejes transversales con perspectivas de vanguardia en derechos y deberes para la actuación de toda la administración pública, en procuración de altos valores éticos y humanos para lograr una mayor empatía y calidad de servicio hacia los usuarios internos, lo cuales son: 1) Gestión Centrada en la Persona, 2) Ciudadanía Participativa con Visión de Género y 3) Transparencia y Rendición de Cuentas Pro Activas.

El proyecto es vinculable con los siguientes ejes rectores, programas sectoriales y líneas de acción:

Eje Rector 2. Desarrollo Económico Ordenado y Sostenible

- 1) *Programa Sectorial 2.1.* Trabajo Decente y Consumo Responsable.

Líneas de acción.

2.1.14. Impulsar el “Servicio Municipal de Empleo”.

2.1.15. Insertar a las personas con discapacidad y de la tercera edad al mercado laboral a través de empleos formales e inclusivos. Iniciativa: “Empleo Inclusivo”.

2.1.19. Brindar atención eficiente, oportuna y de calidad al turista nacional e internacional. Iniciativa: “Atención Integral al Turista”.

Vinculación con el Proyecto

Para la contratación de personal para la operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se tomará como opción el Servicio Municipal de Empleo, para las posiciones de mayor jerarquía. En este mismo sentido, y ya que las instalaciones estarán habilitadas para recibir a personas con discapacidad, se evaluará la posibilidad de integrar a personal con alguna discapacidad. Como ya se mencionó en este capítulo, la administración del desarrollo turístico ofrecerá cursos de actualización a todo el personal, para ofrecer servicios turísticos de alta calidad

III.3 Programas de Ordenamiento Ecológico (POE)

III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La recesión económica, el acelerado crecimiento de la población y la desigualdad social, son problemas del ámbito internacional que han repercutido en el agotamiento de los recursos naturales y han generado impactos ambientales de magnitudes preocupantes, como el cambio climático. Esta situación ha impulsado al Gobierno Mexicano a tomar conciencia de la necesidad de planear ambientalmente el territorio nacional, mediante la acción coordinada de los diferentes órdenes de gobierno, quienes toman las decisiones y ejecutan estrategias territoriales dirigidas a frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio, así como de la sociedad en general que coadyuva con su participación.

De conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), el ordenamiento ecológico se define como el instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos ("Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio", SEMARNAT).

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del 2012 y este comprende, la regionalización ecológica, así como los lineamientos y estrategias ecológicas que rigen a lo largo del país. La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integren a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo.

La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio, hacia el interior de cada unidad y como resultado, la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT. Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. El POEGT comprende 80 regiones ecológicas que fueron definidas por los sectores del desarrollo, denominados también Rectores, los cuales resultaron en un número de 34 y que se combinaron con 18 Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación). Cada región debe ser considerada en función de un nivel de atención prioritaria que se da en una escala de 5 niveles.

El presente proyecto se enmarca en la Región Ecológica 17.33 del POEGT, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo, la cual abarca el Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Roo, con una superficie de 59,542.35 Km². Esta UAB tiene como política ambiental la Restauración, Protección y Aprovechamiento sustentable. De acuerdo con este mismo documento, el estado del medio ambiente se catalogó en 2008, como inestable con un nivel muy alto de degradación de la vegetación una degradación media del suelo, el escenario para 2033, es que pasará de inestable a crítico.

En la **Figura III.1**, se muestra la ubicación del proyecto en relación con el POEGT, en la **Tabla III.5**, se especifica la política ambiental y las estrategias aplicables de la UAB 62, en la **Tabla III.6**, se realiza la vinculación con las estrategias aplicables, con el fin de evidenciar la compatibilidad de las obras y actividades propuestas con dicho instrumento normativo.

Tabla III.5 Unidad Ambiental Biofísica, Política Ambiental y Estrategias

Región Ecológica	UAB	Política Ambiental	Estrategias Sectoriales
17.33	62	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

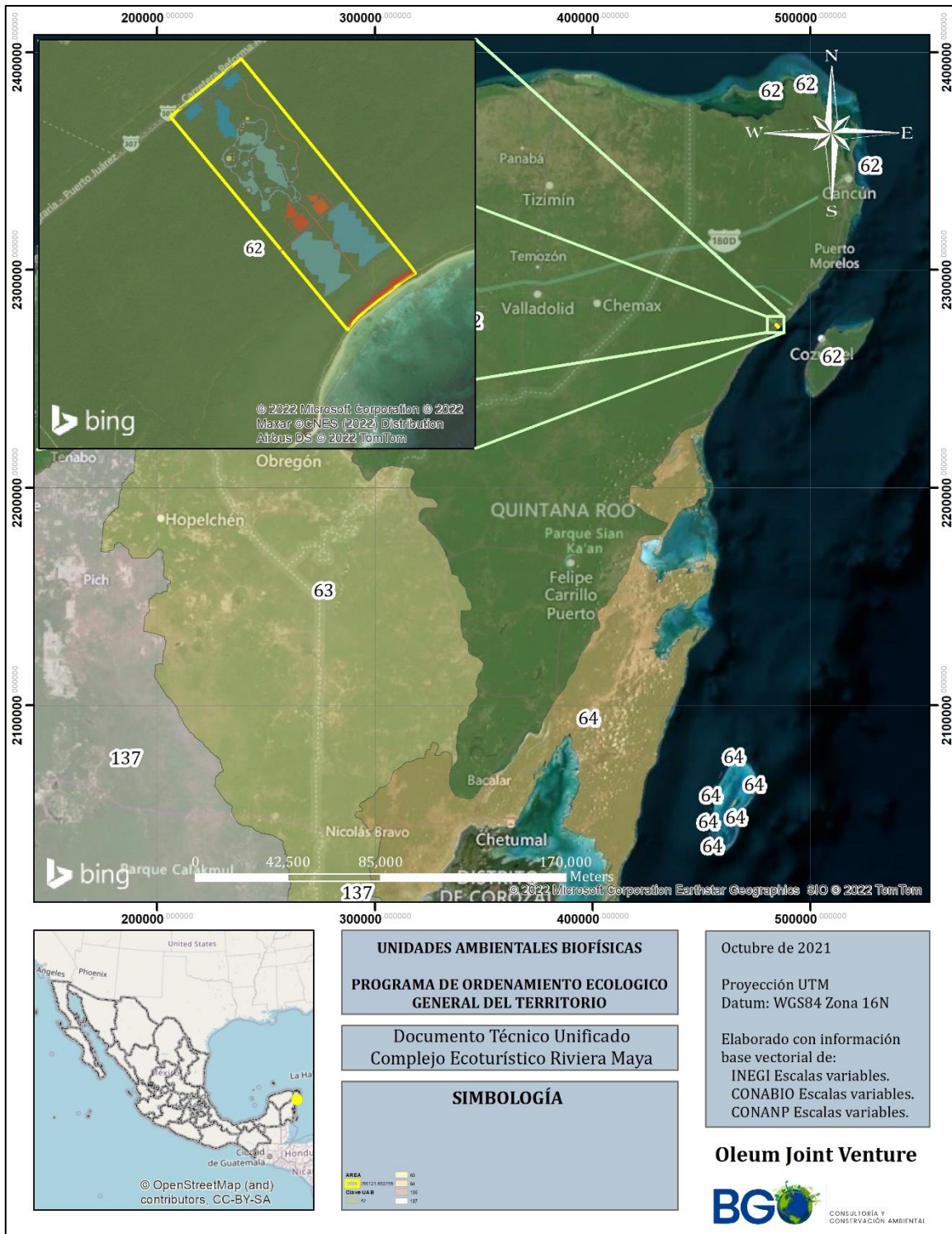


Figura III.1 Polígono del proyecto, con respecto a las unidades Ambientales Biofísicas dentro del POEGT.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
1	Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad	Las áreas verdes proyectadas, ocuparán una superficie de 217,559.20 m ² (21.75 has), de las cuales el 13.32%), estarán destinadas a la conformación de áreas verdes ajardinadas las cuales están incluidas en el cambio de uso de suelo, (en tanto que el resto de la superficie de las áreas verdes será destinada como área de conservación, lo que equivale a una superficie de 1,079,562.11 m ² (107.95 hectáreas), es decir, el 66.10% del predio
2	Recuperación de especies en riesgo	La totalidad del Sitio del Proyecto (SP) presenta vegetación del tipo Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia y Vegetación de Duna Costera, además en el SA se tienen otros tipos de vegetación como lo son vegetación primaria de Selva Mediana Subperennifolia, Humedal Costero de Tular, además de cuerpos de agua, sitios sin vegetación aparente y un uso de suelo catalogado como urbano construido. Debido a que el proyecto considera la remoción de vegetación forestal, se considera el rescate y reubicación de flora y fauna, especialmente de aquellas especies que se encuentran bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3	Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad	Para la elaboración de este documento, se realizó una línea base de flora y fauna, con el objetivo de conocer el medio y de esta manera, tener elementos para evaluar los impactos, tanto la construcción y operación del Complejo Eco-Turístico Riviera Maya. De esta manera, se generaron listados de

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
		especies, lo que permitió contrastar con la información disponible, haciendo de esta manera un análisis del impacto del proyecto a los ecosistemas.
4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales	Como parte del Proyecto no se prevé el aprovechamiento sistemático de ecosistemas, especies o recursos genéticos de la región. Únicamente en la etapa de construcción, se utilizarán algunos recursos naturales como: agua, arenas, gravas y material para relleno y construcción, así como maderas y lozas para los acabados del Proyecto. Es importante mencionar, que todos estos materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.
5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	El proyecto no involucra actividades agrícolas ni pecuarias por lo que esta estrategia no le es aplicable.
6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	El modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, no es atribución del promovente, por lo que no le es aplicable lo dispuesto en esta estrategia.
7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	El Proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos forestales, por lo que esta estrategia no le es aplicable.
8	Valoración de los servicios ambientales	Durante la elaboración del presente documento, se llevó a cabo una valoración de los elementos naturales que proveen servicios ambientales (agua, aire, suelo, vegetación, etc.), así como el impacto del Proyecto hacia estos. De esta manera la estimación de las descargas al ambiente, se presentan en el

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
		Capítulo II, mientras que la evaluación de los potenciales impactos al ambiente, se evalúan en el capítulo V.
12	Protección de los ecosistemas	La promotora, implementará medidas de prevención y mitigación, las cuales serán manejadas a través de un Plan de Vigilancia Ambiental y estas se establecen en el Capítulo VII.
13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	El proyecto no utilizará agroquímicos ni biofertilizantes como parte de sus operaciones, por lo que esta estrategia no es aplicable.
14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	El Proyecto no involucra el aprovechamiento de ecosistemas forestales y/o suelos agropecuarios, por lo que lo dispuesto en esta estrategia no es aplicable.
21	Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	El Proyecto no tendrá incidencia en el diseño de las políticas públicas para el sector turismo; Sin embargo, el Proyecto incrementará la oferta de servicios turísticos en la región.
22	Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El Proyecto pretende instalarse en una zona con vocación turística, lo cual ampliará la oferta de servicios turísticos y por ende la demanda de mano de obra y personal calificado de los centros de Población, y la provisión de alimentos de proveedores locales, para cubrir las diferentes etapas del Proyecto.
23	Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del	Se incrementará la demanda de mano de obra en la región para cubrir las diferentes etapas del Proyecto, así como la demanda de alimentos y servicios turísticos diversos (visitas guiadas a

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
	turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	recintos culturales, compra de artesanías, entre otras) de proveedores locales. El promovente cumplirá con todas sus obligaciones como empleador, y beneficiará la contratación de mano de obra y personal calificado de las localidades cercanas al Proyecto.
31	Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	El Proyecto impulsará el crecimiento de la región. En conjunto, este Centro de Población se encuentra dentro de un Programa de Desarrollo Urbano y un Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo cual regula el crecimiento estructurado de este Centro de Población.
32	Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	Como se menciona en el punto anterior, el área donde se pretende desarrollar el Proyecto se encuentra regulada por el Programa de Desarrollo Urbano de este Centro Poblacional, así como por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo que permite un crecimiento ordenado y a la vez incrementa la fortaleza económica a partir del desarrollo del sector turístico.
36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza	Ninguna de las etapas del proyecto consta de actividades agroalimentarias o de aprovechamiento de biomasa, por lo que esta estrategia no es atribuible al promovente.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	El proyecto no se encuentra dentro de una región con una fuerte y/o reconocida vocación agraria; sin embargo, las políticas de contratación del promovente incluyen la contratación de personal sin importar el género, raza, condición social y/o preferencias sexuales.
38	Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El Proyecto atraerá turistas que, por la ubicación geográfica del lugar, visitarán cenotes, sitios arqueológicos, lo que promoverá el desarrollo de comunidades cercanas a estos puntos de interés. En este mismo sentido, las políticas de contratación del promovente incluyen la contratación de personal sin importar el género, raza, condición social y/o preferencias sexuales.
39	Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	El Proyecto pertenece al sector turístico, y no tiene como objetivo, la integración de servicios de salud a las comunidades, ya que se instalará dentro de un desarrollo turístico consolidado. Esta estrategia no es atribuible al Proyecto.
40	Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	El Proyecto pertenece al sector turístico, y no tiene como parte de sus objetivos, la asistencia social a grupos vulnerables; Sin embargo, el incremento en la oferta de servicios turísticos abrirá una pequeña ventana de oportunidad que puede detonar en una escala moderada, la mejora económica de las poblaciones aledañas.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.6 Vinculación con las Estrategias del POEGT

No.	Estrategia	Vinculación
42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto se establecerá en un predio propiedad del Promovente, el cual no se encuentra bajo ningún litigio, por lo que está en conformidad con esta estrategia.
43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos	El proyecto no involucra actividades agrarias en ninguna de sus etapas por lo que esta estrategia no le es aplicable.
44	Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto impulsará el crecimiento de la región la cual se encuentra dentro de un Programa de Desarrollo Urbano y un Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, lo cual regula el crecimiento estructurado de este Centro de Población

III.3.2 POE Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF), el 24 de noviembre del 2012 y es un instrumento de política ambiental, cuyo objeto es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos.

El área sujeta a ordenamiento ecológico tiene una extensión de 995,486.2 km² y está integrada por los siguientes dos componentes

- 1) **Área Marina**, que comprende las áreas ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de competencia federal con parte de su extensión en la zona marina. El área marina tiene una extensión de 827,023.8 km².
- 2) **Área Regional**, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen tres ANPs de competencia federal que no tienen contacto directo con el mar y 14 ANP estatales. El área regional tiene una extensión de 168,462.4 km².

En la Figura que se presenta a continuación, se muestra el área sujeta a ordenamiento por el POEMyRGMMyMC.

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura III.2. Área sujeta al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Fuente: Diario Oficial de la Federación, publicación del 24 de noviembre de 2012.

El POEMyRGMMyMC considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental, así como con una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables.

Las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), son áreas del territorio, definidas a partir de elementos homogéneos, a las que se les asignan lineamientos y estrategias ecológicas para mantener su funcionalidad. El estado deseable de cada UGA se refleja en la asignación de la política ambiental y el lineamiento ecológico que le corresponde. Debido a su extensión y complejidad territorial, el modelo de ordenamiento ecológico contiene 203 tipos diferentes de UGAs clasificadas en Marinas y Regionales.

de las UGAs, orientados a la atención de las tendencias de deterioro ambiental identificados, mientras que, las estrategias ecológicas se componen de 26 enunciados, las cuales están orientadas al logro de los lineamientos ecológicos. Para cada una de las estrategias se desarrollaron acciones generales las cuales aplican para todas las UGAs, así como acciones específicas las cuales se asignan dependiendo de sus características.

Adicionalmente, el POEMyRGMMyMC considera los siguientes criterios de regulación ecológica:

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- 1) **Criterios de regulación ecológica para Islas**, que tienen como fin preservar estos ambientes costero-marino particulares; y
- 2) **Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata (ZCI)**, dividida en 6 zonas, cuyo fin es precisar acciones a implementar para el desarrollo de actividades en la zona marina adyacente a la línea de costa.

En la **Figura III.3.**, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a las Unidades de Gestión Ambiental del POEMyRGMMyMC.

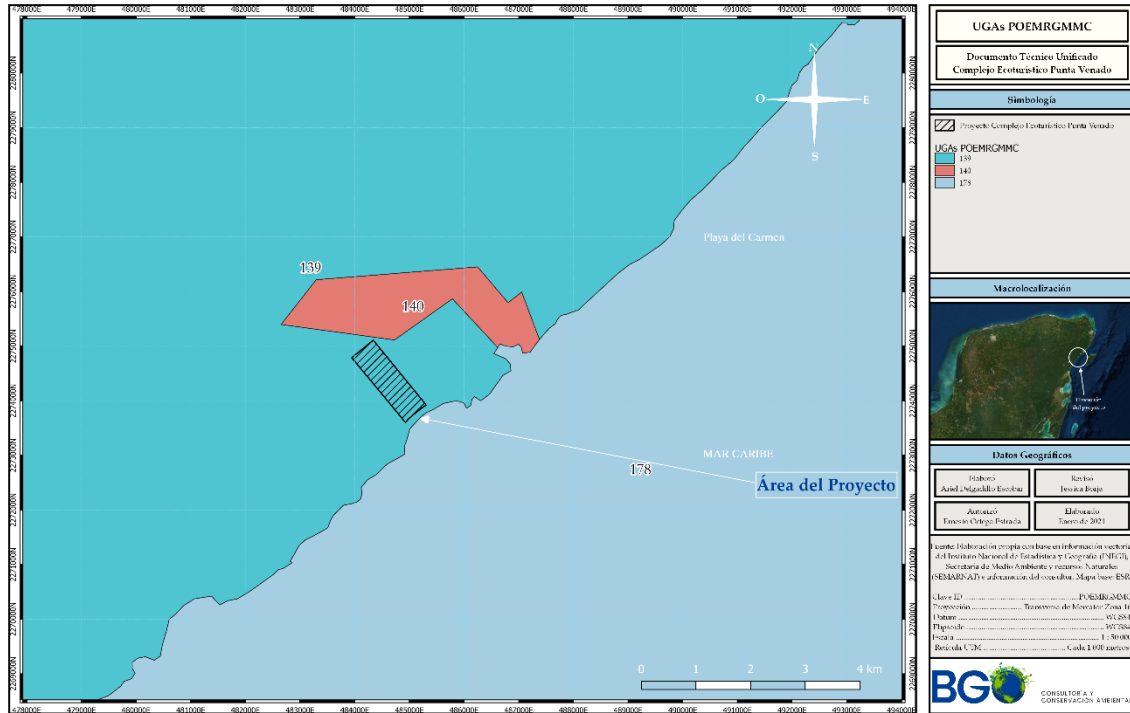


Figura III.3. Ubicación del proyecto con respecto a las Unidades de Gestión Ambiental del POEMyRGMMyMC.

En la **Tabla III.7.**, se especifica la UGA, los lineamientos ecológicos, acciones y criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto.

Tabla III.7. Unidades de Gestión Ambiental, Lineamientos Ecológicos y Acciones

UGA	Lineamientos Ecológicos	Acciones Generales	Acciones Específicas	Criterios de Regulación Ecológica
UGA139	1 al 27	Todas	A-001 a A-003, A-005 a A-033, A-037 a A-040, A-044, A-046, A-050 a A-072 y A-077.	Zona Costera Inmediata Mar Caribe

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En la **Tabla III.8**, se muestran los lineamientos ecológicos y estrategias aplicables al proyecto, mientras que en la **Tabla III.9**, se realiza la vinculación con las Acciones Generales, Específicas y los Criterios de Regulación Ecológica aplicables según la ubicación geográfica del proyecto, con el fin de evidenciar la compatibilidad de las obras y actividades propuestas con dicho instrumento normativo.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.8 Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
<p>Área sujeta a ordenamiento con actividades humanas sustentables que no actúan sinérgicamente con los principales factores de Cambio Climático Global (Temperatura y Precipitación) que no alteran la estructura y funcionalidad de los ecosistemas.</p> <p>Alta calidad del aire en el área sujeta a ordenamiento.</p>	Acción ante el Cambio Climático Global (CCG).	G006, G007, G025, G037, G038, G057, A024
Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Incremento en la participación de energías limpias.	G027, G028, G029, G031, G032, G033, A033, A034, A035, A036, A037, A038
Mantenimiento de playas y condiciones adecuadas para la anidación de tortuga marina.	Conservación de la Biodiversidad	G003, G004, G005, G008, G009, G026, A007, A008, A009, A010, A018
Área sujeta a ordenamiento con baja marginación y alto nivel de bienestar humano	Impulso a la dotación de servicios básicos a las comunidades.	G045, G046, A059, A061
Formulación e implementación de planes y programas de planeación territorial, como POET, POEL, PDU y PPDU para toda el área sujeta a ordenamiento, incluyendo estrategias de evaluación y seguimiento de estos.	Impulso y aplicación de la Planeación Ambiental y Territorial.	G019, G059
	Impulso a las actividades productivas.	G047, A074, A075, A076, A077, G064, G012

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.8 Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
100% de residuos biológico-infecciosos con adecuada captación, manejo y disposición final en el área sujeta a ordenamiento.	Manejo Integral de Residuos Peligrosos	G053, G058
100% de residuos líquidos municipales con tratamiento y disposición adecuado.	Manejo Integral de descargas de agua.	G054, A063, A064, A065, A066, A067, G051
Descargas de agua emitida por las plantas de tratamiento con tratamiento terciario o con calidad adecuada para el mantenimiento de la vida silvestre y el equilibrio ecológico de acuerdo con la normatividad vigente		
Capacidad para la captación, manejo y disposición final del 100% de residuos sólidos urbanos en el área sujeta a ordenamiento.	Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos	G052, G056, A068, A069, A070, G058
Minimizar los problemas de inundación y azolvamiento en la cuenca.	Manejo integral del agua.	G001, G002, A005, A006, A100, A019
Tasas de extracción de los acuíferos moderadas.		
Ausencia de infraestructura que modifique el perfil costero o los patrones de circulación y arrastre de materiales de las corrientes alineadas a la costa.		

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.8 Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
Emisiones de productos contaminantes del suelo por actividades industriales en el área sujeta a ordenamiento controladas.	Prevención de la contaminación.	A020, A022, A023, A025, A026, A046, G061, A004
Baja vulnerabilidad de la población ante los fenómenos hidrometeorológicos extremos	Prevención o mitigación en su caso de los efectos de la ocupación de espacios amenazados por los efectos de las precipitaciones.	A057, G015
	Prevención y mitigación de riesgos hacia la población.	G023, G048, G049, G050, A058, A060, G017
Bajo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el área sujeta a ordenamiento.	Fomento de la planeación y Ordenamiento de los asentamientos humanos e industriales.	G041, A050, A051, A071
Patrón ordenado de ocupación del territorio en el área sujeta a ordenamiento.		
Ecosistemas íntegros y poblaciones con bajo riesgo ante fenómenos naturales en el área sujeta a ordenamiento.		
Mínimo conflicto y presión de las actividades turísticas con el resto de las actividades productivas de la región, ecosistemas, bienes y servicios ambientales.	Promoción y regulación de las actividades turísticas bajo esquemas de sustentabilidad.	A072, A073, A078, A079, A080, A081, A082, A083, A084, A085, A086, A087, A088, A089, G011

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.8 Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
	Protección de los ecosistemas costeros.	A012, A027, A028, A029, A030, A031, A032, G060, G043, G065
Estados saludables de las poblaciones de especies sujetas a algún tipo de explotación.	Recuperación de la Salud y el Potencial Productivo de las Pesquerías	G044, A040, A041, A042, A043, A044, A045, A047, A048, A049, G063 A090, A091, A092, A093, A094, A095, A096, A097, A098, A099
Área sujeta a ordenamiento con cobertura vegetal conservada y con la mayor distribución posible	Recuperación y consolidación de la cobertura vegetal.	G016, A017
Área sujeta a ordenamiento con conectividad de los ecosistemas costeros		
Área sujeta a ordenamiento con sistemas saludables de duna costera y ecosistemas asociados.	Recuperación y protección de la biodiversidad del área sujeta a ordenamiento.	A015
Bajo o nulo deterioro de la biodiversidad de los ecosistemas en el área sujeta a ordenamiento.	Regulación de las actividades agropecuarias.	G010, G021, G022, A052, A053, A054, A055, A056, G062
	Control de especies exóticas	G013, A013
	Promoción de la Conservación y Restauración de los bosques y	G024, A011, A015, G014

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.8 Lineamientos y Estrategias aplicables al proyecto.

Lineamiento Ecológico	Estrategias	Acciones
	selvas del área sujeta a ordenamiento.	
	Promoción de la Conservación y Restauración de los manglares y humedales.	G018, G020, G055, A014, G039
Bajo consumo de combustibles fósiles para la satisfacción de la demanda energética de la región.	Aprovechamiento sustentable de la energía.	G030, G034, G035, G036
Control eficiente en el manejo y comercialización de agroquímicos en el área sujeta a ordenamiento.	Utilización Responsable de Agroquímicos.	A001, A002, A003, A039

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
Acciones Generales		
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	<p>El proyecto utilizará agua para los servicios generales, que incluyen sanitarios, limpieza general y lavandería, así como para las albercas. El mayor volumen de agua residual se deriva de los servicios generales, ya que la alberca tendrá una recarga periódica por la pérdida por evaporación. No existe drenaje sanitario en la zona donde se ubica el sitio del proyecto, por lo que se instalarán plantas de tratamiento de aguas residuales.</p> <p>Los cálculos para la producción del volumen de aguas residuales del proyecto, tiene un estimado de descarga de aguas negras de 250 m³/día y una descarga de aguas grises proviniendo de la lavandería de 150 m³/día siendo un total de aguas residuales a tratar de 400 m³/día. El objetivo es realizar ahorros en los costos de operación. Se instalará una planta de tratamiento que usa tecnología RBS, la cual tiene la ventaja de reducir el espacio de terreno, ya que el proceso es en un solo tanque y reduce los costos de instalación, así como del mantenimiento, además que elimina en un 70% los lodos. La superficie requerida para la instalación de la planta es de 200.00 m². Como se describe en la sección II.2.8.1 inciso a).</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		Se instalará un sistema de captación de agua de lluvia en la zona comercial con un volumen de almacenamiento estimado de 350 m ³ , para uso en servicios generales y riego del jardín botánico. Como se menciona en la sección II.2.6.1, inciso f).
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	El establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos no es atribuible a la operación; Sin embargo, el promovente pagará los derechos de agua correspondientes por el aprovechamiento de los pozos dentro del predio del proyecto, promoviendo de esta forma el cumplimiento de las obligaciones por el uso de este vital líquido.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto se establecerá dentro de una zona con vocación turística. La región donde se ubica el Proyecto está regulada por Planes y Programas de Desarrollo urbano. La creación de Unidades de Manejo Ambiental (UMAs), no está considerada en las etapas del Proyecto; Sin embargo, para evitar el comercio de especies de extracción, el promovente instaurará una política de prohibición de captura de fauna y/o extracción de vegetación.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	<p>El Sistema Ambiental Regional (SAR) presenta una fragmentación originada por la transformación del paisaje, producto de las actividades humanas relacionadas en su mayoría al Sector Turismo. En este sentido, tanto en el SAR y el sitio del Proyecto (SP) no se encuentran endemismos.</p> <p>En el SAR se presenta una especie endémica, de nombre común Despeinada (Nombre maya: Ts' ipil, nombre científico <i>Beucarnea pliabilis</i>), que además está en la categoría de amenazada. Durante la ejecución de los muestreos en campo, no se encontró esta especie en el sitio del proyecto.</p> <p>Para el SAR se encuentran especies de flora bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 siendo: las especies palma kuka, mangle botoncillo, palma chit, mangle blanco, el cedro y el guayacán. Para el SP hay tres especies con categoría de norma, las cuales son el mangle botocillo, palma chit y palmita, los cuales serán reubicados. (Ver sección VI.5.1)</p> <p>En cuanto especies de fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SP se observaron dos especies de aves el perico frentiblanca y pechisucio, bajo el estatus de protección, dos especies de reptiles que son</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		la iguana verde bajo estatus de protección e iguana negra bajo amenaza, de anfibios el sapo excavador bajo la categoría de protección. Por lo que se ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna. (Ver sección VI.5.2)
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	La operación no involucra el aprovechamiento sistemático de recursos naturales, por lo que el establecer bancos de germoplasma no es atribuible al promovente.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).	El proyecto contempla el uso de tecnologías que reducen la emisión de GEI, los cuales se enlistan a continuación: <ol style="list-style-type: none"> 1) Sistema de Recuperación de calor (sección II.2.8.1 inciso e). 2) Sistema de Distribución de Agua Helada (sección II.2.8.1 inciso e). 3) Paneles solares para generación de energía eléctrica (sección II.2.8.1 inciso d). 4) Uso de vehículos de baja emisión (sección II.2.8.1 inciso g).
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de	El Proyecto no involucra emisiones por fuentes fijas, que requieran reporte al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) de la

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
	emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	SEMARNAT, por lo que no se requieren metas propias para la reducción de emisiones GEI, y por lo tanto, esta disposición no es atribuible al promovente.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no involucrará en la generación de alimentos, el uso de Organismos Genéticamente Modificados, ya que el proyecto busca ser responsable con el medio ambiente.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	La construcción y operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad. De igual manera, se busca la regularización de cuatro caminos construidos sin autorización. Para ambos objetivos, se consideran acciones de compensación, las cuales se describen en el capítulo VII de este documento, con el fin de dar cumplimiento a esta disposición.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto no involucra actividades agropecuarias en ninguna de sus etapas. Adicionalmente, el proyecto se establecerá en un desarrollo turístico actualmente en operación, por lo que no esta disposición no es aplicable al Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El Proyecto contempla una serie de medidas para la mitigación y compensación de impactos ambientales. Dichas medidas son congruentes de acuerdo con los datos obtenidos a través de la línea base ambiental, con las características inherentes al proyecto. Dichas medidas se describen en el apartado específico.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	Ninguno de los dos objetivos del Proyecto contempla actividades industriales, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no involucra la introducción de especies invasoras. Al contrario, establecerá la prohibición de extracción de especies de flora y/o captura de especies de fauna, entre los empleados y visitantes.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior. Sin embargo, si contempla el establecimiento de cuerpos de agua, los cuales, estarán rodeados de áreas verdes, las cuales a su vez, serán vegetadas con especies nativas.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El Proyecto no se encuentra adyacente o cercano a cauces naturales de ríos, por lo que dicha disposición no aplica a ninguno de los dos objetivos del Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El Proyecto no se encuentra en zonas montañosas, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente por lo que esta acción no es aplicable.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no involucra actividades agrícolas en ninguna de sus etapas, por lo que esta disposición no es atribuible al promovente.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el área sujeta al ordenamiento, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El Promovente, acatará lo establecido en el por el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad, siendo estos los programas que rigen el crecimiento y desarrollo del área.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El predio del Proyecto no presenta cuerpos de agua superficial y/o escurrimientos considerables en su interior. Sin embargo, se establecerán cuerpos de agua, los cuales tendrán vegetación nativa a su alrededor, manteniendo así

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El Proyecto no involucra actividades de extracción, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El Proyecto no involucra actividades que puedan considerarse como extensivas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	El promovente llevará a cabo actividades de limpieza programada en áreas de cocina y almacenes donde se puedan generar plagas, así como la fumigación de las instalaciones periódicamente, tomando en cuenta la fauna local utilizando productos amigables con el medio ambiente, lo cual está en concordancia con la presente disposición.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El proyecto contempla medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental por un monto de 10 millones de pesos. Dichas medidas consideran acciones de reforestación y restauración de suelos y se pueden consultar en el apartado correspondiente de este documento.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El Proyecto no contempla actividades productivas que tenga como base el aprovechamiento de recursos naturales, por lo que esta disposición no es aplicable.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El Complejo Ecoturístico Riviera Maya, es un proyecto desarrollado bajo un concepto sustentable en el que se desea utilizar materiales amigables con el medio ambiente, así como la incorporación de algunas energías renovables, la integración de los elementos estructurales al paisaje, el mantenimiento de corredores biológicos que permitan una conectividad entre los diferentes ecosistemas presentes en el sitio, así como el mantenimiento de superficies permeables, con la finalidad de tener la menor afectación posible al ambiente. El diseño del proyecto se integra en un predio de 1,633,172.16 m ² donde será intervenido tan solo, el 33% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación que se pretende llevar a cabo.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	Para la etapa de operación, el proyecto únicamente contempla el uso de gas licuado de petróleo como combustible para una Caldera y para la operación de cocinas, y no involucra el uso de combustibles.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El proyecto contempla la instalación de paneles solares para la generación de energía eléctrica (ver sección II.2.8.1 inciso d), por lo que está alineado con esta disposición.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	El promovente capacitará a su personal en el uso eficiente de la energía eléctrica, promoviendo así, el aprovechamiento sustentable de la energía entre los trabajadores. Adicionalmente, el proyecto contempla la instalación de un sistema de Recuperación de calor (sección II.2.8.1 inciso e).
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La operación del Proyecto no contempla el uso de equipos, a excepción de los sistemas de enfriamiento los cuales, al ser de última generación, garantizan una alta eficiencia.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	La operación solo contempla el uso de Gas LP durante la etapa de operación, además, el proyecto contempla la instalación de un sistema de Recuperación de calor (ver sección II.2.8.1 inciso e), y un sistema de Distribución de Agua Helada (ver sección II.2.8.1 inciso e), los cuales evitan el uso de combustibles fósiles, y por ende, la generación de GEI.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	Para la operación del Proyecto, se contempla la instalación de paneles solares, por lo que el Proyecto no considera el uso de energía a partir de hidrogeno.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		Proyecto, en un porcentaje equivalente al 12% del consumo total considerado para su operación (100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble)
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 12% del consumo total considerado para su operación (100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble) Adicionalmente, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El Proyecto corresponde al Sector Turístico, para la construcción de las instalaciones, se emplearán materiales aislantes que permitan el ahorro de energía para el enfriamiento de las instalaciones.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto a desarrollar no contempla una instalación industrial, por lo que esta disposición no es aplicable.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El Proyecto mantendrá más del 50% de la superficie del predio, como superficie de conservación, ya que solo pretende intervenir el 33.88%, lo que promoverá la captura de carbono.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el área sujeta al ordenamiento.	El Proyecto se encuentra alineado con la tendencia de desarrollo que ha tenido el municipio. Así mismo, el predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad).
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El Proyecto no involucra actividades industriales, por lo que esta disposición no es aplicable al Proyecto.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El Proyecto está en línea con, el POEL-Solidaridad y el PMDU-Solidaridad, que regulan el crecimiento urbano en la región.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El Proyecto no involucra actividades industriales, por lo que esta disposición no es aplicable al Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El Proyecto no contempla actividades pesqueras y/o la extracción de recursos marinos, por lo tanto, esta disposición no es aplicable al proyecto.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto no involucra actividades pesqueras por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El Proyecto no considera el uso o provisión del servicio de transporte público, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	La operación del Proyecto no considera el uso de tránsito pesado, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El Proyecto se integrará a la oferta de servicios turísticos, incrementando la infraestructura existente, lo que mantendrá la vocación del municipio y el Estado. Lo que podrá generar actividades productivas alternas, como la producción de alimentos entre otras actividades.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El instrumentar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales no es atribuible al promovente; sin embargo, El promovente acatará las recomendaciones de protección civil en caso de un riesgo de desastre natural.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	El fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil no es atribuible al promovente.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	El Proyecto integrará en su diseño constructivo, medidas para que los inmuebles planteados, sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades del proyecto en todas las etapas planteadas.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	El implementar campañas de limpieza fuera de los límites de propiedad, no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Se instalarán plantas de tratamiento de agua residual, las cuales usaran tecnología RBS (ver sección II.2.8.1 inciso a), la cual tiene la ventaja de reducir el espacio de terreno, ya que el proceso es en un solo tanque y reduce los costos de instalación, así como del

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		mantenimiento, además que elimina en un 70% los lodos. La superficie requerida para la instalación de la planta es de 200.00 m ² .
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto no involucra actividades pesqueras por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto se desarrolla de conformidad con las leyes vigentes aplicables. Es por ello que en este caso se está presentando un Documento Técnico Unificado, que involucra la solicitud de autorización en materia de cambio de uso de suelo.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.	El promover e impulsar la construcción de sitios de disposición final de residuos, no es atribuible al promovente; sin embargo, todos los residuos que serán generados por el proyecto serán gestionados conforme a la legislación vigente, y dispuestos a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático (ECC).	Esta disposición no es atribuible al proyecto, ya que la operación del Proyecto no considera un alto impacto sobre el ECC, que repercuta en problemas de salud de las poblaciones aledañas.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto almacenará temporalmente residuos peligrosos (RPs) generados por las actividades de construcción y por el mantenimiento de los equipos. La gestión de estos residuos se llevará a cabo de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), donde se establece la disposición final, a través de prestadores de servicio autorizados por la SEMARNAT. El promovente cumplirá con las obligaciones impuestas de acuerdo con su categoría como generador de RPs.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El Proyecto no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura costera que pudiera impactar vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no involucra actividades de construcción sobre la franja costera, sin embargo, por la cercanía que existe con esta, en el Programa de Vigilancia Ambiental presentado en el Capítulo VI de este documento, se proponen medidas para la protección

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		del recurso agua y suelo, lo que evitara un impacto al ambiente marino.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no involucra actividades agropecuarias, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La elaboración de ordenamientos pesqueros no es atribuible al promovente, ya que este no involucra este tipo de actividades, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no involucra actividades de construcción carreteras, caminos, puentes o vías férreas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El Proyecto no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
Acciones Especificas		

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El Proyecto no involucra la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	Como parte del proyecto, no se utilizarán agroquímicas ni pesticidas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes no es atribuible al promovente por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de esta.	La distribución de agua no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto. Es importante mencionar que el promovente capacitará en el uso eficiente del agua a sus empleados, además de que utilizará equipos a presión para el mantenimiento de las áreas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	El predio del Proyecto contempla lo siguiente: 1) Instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial (ver sección II.2.8.1 inciso a).

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		<ul style="list-style-type: none"> 2) Instalación de cinco pozos de extracción de agua y un sistema de desalinización para tratar el agua, una para cada hotel y una para la zona comercial (ver sección II.2.8.1 inciso c). 3) Sistema de captación de agua de lluvia en la zona comercial, para uso en servicios generales y riego del jardín botánico (ver sección II.2.8.1 inciso g).
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	El Proyecto se encuentra en una zona con vocación turística y no se encuentra inmerso en ningún Área Natural Protegida, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	La franja costera donde se ubica el predio del Proyecto, no está considerada como zona de anidación de tortugas marinas, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	La franja costera cercana al predio del Proyecto no está considerada como zona de anidación de tortugas marinas, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	La franja costera cercana al predio del Proyecto no está considerada como zona de anidación de tortugas

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		marinas, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El Proyecto se encuentra en una zona con vocación turística y no se encuentra inmerso en zona agrícola, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	Dentro del SA Proyecto, no se registraron dunas costeras, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto no considera actividades marítimas, por lo que dicha disposición no le es aplicable.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El Proyecto llevará a cabo un Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate y reubicación de flora y fauna, lo que asegurará el rescate y reubicación de la vegetación con algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNANT-2010, como se describe en el Capítulo VII de este documento. El Proyecto contempla una serie de medidas para la mitigación y compensación de impactos ambientales. Dichas medidas son congruentes de acuerdo con los datos obtenidos a través de la línea base ambiental, con

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		las características inherentes al proyecto. Lo anterior se describe en el Capítulo VII de este documento.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del área sujeta a ordenamiento.	El proyecto contempla la instalación de obras en zona de playa, las cuales serán de consideración de bajo impacto.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del área sujeta a ordenamiento.	El predio del Proyecto mantendrá el 66.10% de la superficie como áreas de conservación, lo que promoverá que la vegetación del continúe la sucesión ecológica que lleva hasta ahora.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El Proyecto contempla una serie de medidas para la mitigación y compensación de impactos ambientales. Dichas medidas son congruentes de acuerdo con los datos obtenidos a través de la línea base ambiental, con las características inherentes al proyecto. Dichas medidas se describen en el apartado específico.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	El Proyecto llevará a cabo un Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate y reubicación de flora y fauna, lo que asegurará el rescate y reubicación de la vegetación con algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El sitio del Proyecto no se encuentra bajo algún emplazamiento de la autoridad o bajo un programa de remediación. Adicionalmente, de que se implementarán medidas de prevención para que el predio no se contamine y no sea necesario el llevar a cabo una remediación en el sitio.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El Proyecto comprende la construcción y operación de un Complejo EcoTurístico, por lo que esta acción no es aplicable al promovente.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	Por la naturaleza del Proyecto, durante la etapa de operación no se espera una gran Generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser Directa e Indirecta, por el uso intermitente de generadores de electricidad de emergencia y por el consumo de gas LP en las cocinas de los restaurantes. Es importante mencionar que en la etapa de operación se utilizaran vehículos de baja emisión, como se menciona en la sección II.2.8.1 inciso i) de este documento.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	El Proyecto no utilizará combustibles fósiles lo que esta acción no es aplicable al proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de sustancias químicas y residuos de forma que se prevenga la contaminación del suelo por derrames. En caso de suscitarse un derrame este será limpiado inmediatamente y en caso de aplicar reportado a la autoridad competente.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Las emisiones del proyecto no corresponden al sector industrial, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto. Sin embargo, es importante mencionar, que durante la etapa de operación se utilizarán vehículos de baja emisión de GEI.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	Los residuos generados por las actividades del proyecto serán almacenados temporalmente de acuerdo con la legislación vigente y dispuestos a través de prestadores de servicios autorizados para tal fin. El personal será capacitado para asegurar el manejo adecuado de los mismos.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El Proyecto considera la instalación de paneles solares para el suministro parcial de energía eléctrica al Proyecto, en un porcentaje equivalente al 12% del consumo total considerado para su operación (100 KW

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble)
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto contempla la instalación de infraestructura en zona de playa, la cual se considera de bajo impacto, y no pretende la modificación del perfil de costa.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	
		El proyecto contempla la instalación de infraestructura en zona de playa, la cual no modificará las

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	características naturales de la misma, por lo que no se prevé ninguna potencial modificación de las barreras arenosas y/o de las condiciones físicas o químicas.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El sistema eléctrico contará con transformadores eléctricos que reducirán el voltaje de la Red Nacional de Distribución Eléctrica de la CFE, con una disposición de cinco (5) transformadores, teniendo un transformador para cada hotel y sus áreas adjuntas, como la zona de playa, y otro para la zona comercial, así como para el área de vivienda para los empleados y las áreas de servicios, así mismo contará con mecanismos de protección tales como sistemas de tierras y pararrayos. El promovente ha considerado la instalación de paneles solares los cuales podremos instalar en el techo de las edificaciones con un aporte de 100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble. Debido al tipo de actividades que se llevaran a cabo, no se espera un elevado consumo de energía eléctrica, por lo que el Proyecto no considera el uso de otro tipo de energías, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El promovente ha considerado la instalación de paneles solares los cuales podremos instalar en el techo de las edificaciones con un aporte de 100 KW

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	El proyecto no involucra actividades agrícolas por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	El proyecto no involucra actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola no es atribuible al promovente, por lo que esta acción no es aplicable al proyecto.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto no incluye actividades de pesca, por lo que esta disposición no es aplicable al proyecto.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de	El proyecto, Complejo Ecoturístico Riviera Maya, no tendrá actividades de embarco/desembarco en las porciones marinas, costeras y oceánicas cercanas al

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
	embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	proyecto, por lo que esta disposición no es atribuible al proyecto.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es competencia del promovente.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es competencia del promovente.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es competencia del promovente.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es competencia del promovente.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El promovente implementará medidas de prevención y mitigación como parte del proyecto para la minimización de los impactos, los cuales se presentan en el Capítulo VII de este documento.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El Proyecto no involucra la producción agropecuaria, por lo tanto, esta disposición no es aplicable al proyecto.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto no involucra actividades de agricultura, por lo que esta acción no es aplicable.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se disminuye el riesgo de establecer el Proyecto en una zona de riesgo y/o generar un desequilibrio que pueda ocasionar un desastre.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El promovente promoverá entre su personal, la capacitación en temas de protección civil y de cómo actuar ante los potenciales riesgos naturales de la zona.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es atribuible al promovente.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos, además de que estos serán almacenados temporalmente y dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El Desarrollo del complejo Ecoturístico contempla la instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales para la etapa de operación. En este sentido, la instalación de dichas plantas de tratamiento, reducirá la presión que pueda existir por la generación de aguas residuales, derivadas de la operación del nuevo proyecto, hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales del municipio.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El proyecto involucra la construcción de infraestructura turística, por lo que dicha disposición no es competencia del promovente.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El complejo Ecoturístico contempla la instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial. Las plantas de tratamiento usaran tecnología RBS, la cual,

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
		entre otras ventajas, elimina en un 70% la generación de lodos. Por lo anterior, no se considera viable el aporte de lodos inactivados, a los programas de recuperación de suelo del municipio.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El complejo Ecoturístico contempla la instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial. Las plantas de tratamiento usaran tecnología RBS y se pretende descargar a un pozo de infiltración, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso c.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto contempla la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia en la zona comercial, para uso en servicios generales y riego del jardín botánico, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso h.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El promovente capacitará a su personal en el manejo adecuado de los residuos, además de que estos serán almacenados temporalmente y dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Los residuos a generarse durante la operación de proyecto serán dispuestos a través de prestadores de servicio autorizados de acuerdo con la normatividad ambiental vigente
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Las instalaciones de bajo impacto que se pretenden colocar en la zona de playa estarán sujetas a la gestión de residuos, establecida para el proyecto.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	El Complejo Ecoturístico Riviera Maya, es un proyecto desarrollado bajo un concepto sustentable, en el que se pretende utilizar materiales amigables con el medio ambiente, así como la incorporación de energías renovables, la integración de los elementos estructurales al paisaje, el mantenimiento de corredores biológicos que permitan una conectividad entre los diferentes ecosistemas presentes en el sitio, así como el mantenimiento de superficies permeables, con la finalidad de tener la menor afectación posible al ambiente. El diseño del proyecto se integra en un predio de 1,633,172.16 m ² donde será intervenido tan solo, el 33% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación que se pretende llevar a cabo.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	En el momento en que el proyecto se encuentre en operación, este se manejará bajo Estándares Internacionales para la atención a los visitantes, así como para el cuidado al medio ambiente.
A079	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El Proyecto no involucra infraestructura aeroportuaria, por lo que esta disposición no le es aplicable.
Criterio de Regulación Ecológica - Zona Costera Inmediata Mar Caribe		
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El Proyecto no involucra la construcción de ningún tipo de infraestructura en comunidades arrecifales, por lo que esta disposición no le es aplicable.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. En	La operación del proyecto Ecoturístico implica actividades acuáticas de bajo impacto para los visitantes, las cuales no involucran equipos motorizados, ni el uso de embarcaciones deportivas,

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
	todo caso deberán presentarse los estudios de impacto ambiental respectivo donde se demuestre la no afectación y perdida severa de los mismos para cualquier actividad que pretende llevarse a cabo.	con lo cual, no se prevé una afectación a los ecosistemas marinos.
ZMC-03	Se prohíbe la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles salvo para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación.	El Proyecto en cuestión, contempla la ejecución de un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, por lo que se cumple con esta disposición.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El Proyecto no contempla el uso o arribo de embarcaciones. No se desarrollarán actividades en las zonas coralinas cercanas que puedan impactar en su extensión, riqueza y estado actual.
ZMC-05	Salvo en casos de rescate o con fines científicos para su conservación y preservación, no se debe permitir la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otro ecosistema representativos.	A pesar de que el Proyecto ejecutará un Programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de las actividades y un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, no se realizaran colectas, capturas y/o extracciones de flora y/o fauna.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas, deberán estar avaladas por las autoridades y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera	El Proyecto no contempla la construcción de estas estructuras, por lo que esta disposición no es aplicable al proyecto.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona	El proyecto contempla la construcción de cinco plantas tratadoras de agua residual, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras. Posteriormente, previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996. Adicionalmente, se establecerá en el Reglamento Interno, la prohibición de cualquier sustancia al mar o a los cuerpos de agua.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas no se realicen a partir del ocaso hasta el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	La franja costera frente a la zona turística, no se considera como una zona de anidación de tortugas, sin embargo, se tomará en cuenta la recomendación establecida en esta disposición.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, en base a estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	La operación del complejo Ecoturístico contempla actividades acuáticas de bajo impacto, únicamente en la plataforma continental, y no se permitirá el uso de equipos motorizados ni embarcaciones. De esta manera no se prevén actividades acuáticas en las zonas arrecifales.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El promovente realizará la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda la actividad que se pueda desarrollar en la parte marina que se encuentra como área de influencia del proyecto. El Proyecto pretende el desarrollo de un complejo ecoturístico, no se contemplan actividades náuticas.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	El Proyecto no contempla actividades relacionadas con obras de canalización y dragado, por lo que esta disposición no es aplicable al proyecto.
ZMC-12	En caso de algún proyecto relacionado con muelles de gran tamaño, es necesario la presentación de estudios de impacto ambiental y específicos como estudios batimétricos, topográficos, de mecánica de suelo y geohidrológicos, donde se	El Proyecto pretende el desarrollo de un Complejo ecoturístico en el que no se contemplan muelles, por lo que esta disposición no es aplicable al proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
	demuestre que se asegura el mantenimiento de los procesos de transporte litoral, la calidad del agua marina y la no afectación de comunidades marinas presentes en la zona, así como autorización por parte del INAH en caso de existir vestigios arqueológicos en el sitio	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la SEMARNAT, así como el permiso de pesca correspondiente.	El Proyecto pretende el desarrollo de un Complejo ecoturístico y no contempla actividades de pesca deportiva y/o pesca comercial, por lo que esta disposición no es aplicable al proyecto.
ZMC-41	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA terrestres correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o privadas que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a	El predio del Proyecto está regulado en materia de ordenamiento territorial, por el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POEL-Solidaridad) y el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), con esto, se regula el crecimiento de la zona. Adicionalmente se menciona, que la operación del proyecto contempla el uso de productos de limpieza libres de fosfatos y se especificará el uso de productos de limpieza amigables con el medio ambiente, como se menciona en el capítulo II y en la sección V.3 de este documento.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.9. Vinculación del Proyecto con las Acciones Generales, Específicas y Criterios de Regulación Ecológica con el Proyecto.

Clave	Disposición	Vinculación
	completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.3.3 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050

El Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad (PMDU-Solidaridad), contiene una estrategia de desarrollo integral de gran visión, en un horizonte de planeación que abarca hasta el año 2050. Para la instrumentación de las políticas, estrategias y acciones previstas en este documento, se han considerado tres etapas de desarrollo: la primera, correspondiente al corto plazo, cubre el periodo 2010-2030; la segunda etapa, correspondiente al mediano plazo, cubre el periodo 2021-2040; y la tercera etapa al largo plazo correspondiente al periodo 2041-2050.

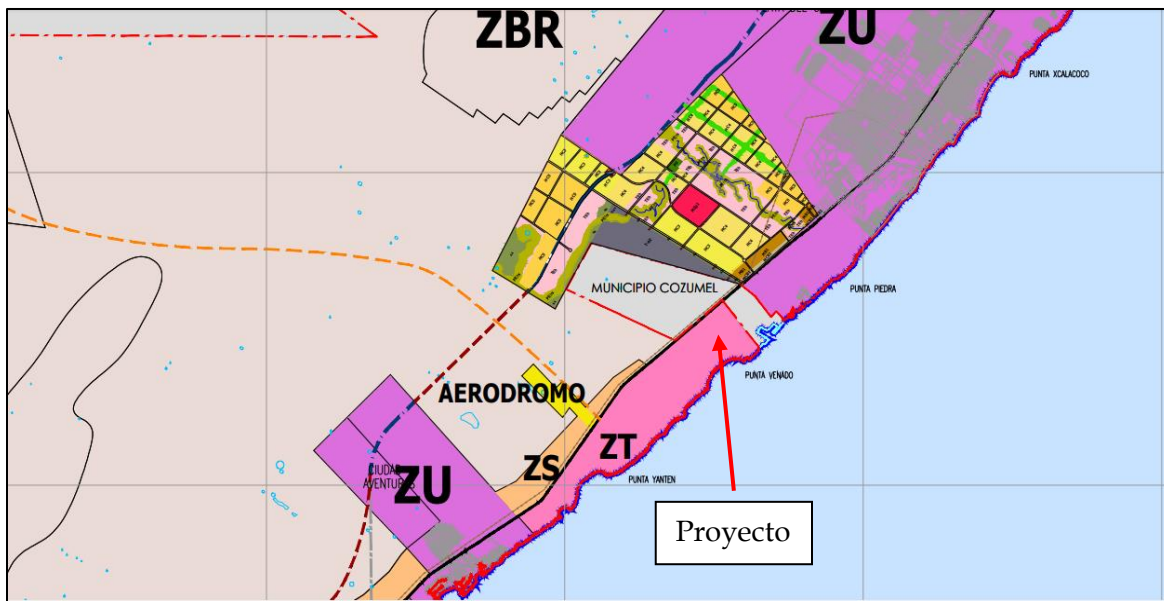


Figura III.4. Ubicación del proyecto con respecto al Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad 2010-2050.

A manera de referencia, el sitio del Proyecto se encuentra en la Zona ZT o Zona Turística, Estas zonas (que corresponden a las UGAS 15, 16 y 17), de acuerdo al PMDU-Solidaridad, se establece lo siguiente:

3.6.12 Zona Turística.

Estas zonas (que corresponden a las UGAS 15, 16 y 17) se regirán en su totalidad por los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

A continuación, se vincula el proyecto con las políticas y estrategias del PMDU-Solidaridad.

III.3.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POE-Local-Solidaridad).

Como lo estipula la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, el ordenamiento ecológico deberá estar dirigido a planear, programar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio, determinando como uno de sus objetivos el ordenar la ubicación de las actividades productivas y de servicios de acuerdo con las características de cada ecosistema o región, así como de la ubicación y condición socioeconómica de la población. Bajo ese ámbito de referencia, el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, presenta ecosistemas de gran biodiversidad susceptibles de ser aprovechados para el desarrollo sustentable.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad subdivide el territorio municipal en 19 unidades de gestión ambiental. En la conformación de tales unidades se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal (CNEC, 2007). Los usos del suelo propuestos para las diferentes unidades de gestión ambiental se subdividieron en dos tipos: condicionado e incompatible, definiéndolos de la siguiente manera:

- **Uso del Suelo Condicionado:** indica las diferentes opciones de aprovechamiento del territorio de acuerdo con sus aptitudes, potencialidades o tendencias;
- **Uso del Suelo Incompatible:** indica los usos que por su naturaleza no se permiten en la unidad de gestión ambiental definida.

Los criterios de regulación de carácter general y específico determinan los parámetros y estándares que deberán cumplirse, así como los límites de cambio aceptables para aprovechar sustentablemente el territorio y las condiciones particulares a que deberán sujetarse los desarrollos o proyectos que pretendan establecerse en el Municipio Solidaridad, en función de cada uno de los usos del suelo permitidos en las unidades de gestión ambiental. En total se determinaron 36 criterios de regulación ecológica de carácter general, 33 criterios de regulación aplicables a las áreas urbanas, 116 de criterios de carácter específico cuya aplicación particular depende del uso del suelo pretendido.

Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

El proyecto se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental 16, la cual tiene una vocación Turística como uso de suelo. A continuación, en la **Figura III.5**, se muestra el sitio del Proyecto en relación con las UGAs del POEL. Adicionalmente, en la **Tabla III.10.**, se enlistan los usos de suelo condicionado e incompatible y en la **Tabla III.11.**, se enlistan los criterios de regulación ecológica, los criterios específicos y la vocación de uso de suelo. Finalmente, en la **Tabla III.12**, se vinculan los criterios de área urbana con el Proyecto.

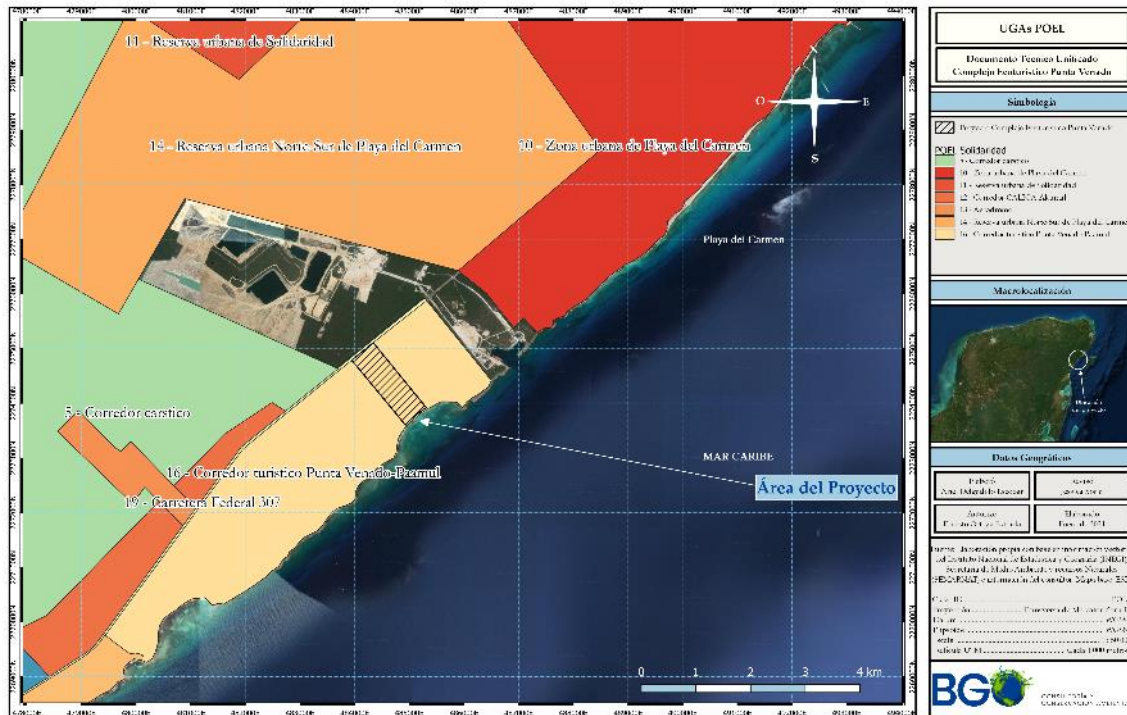


Figura III.5. Ubicación del proyecto en la UGA 16 del POEL Solidaridad.

En la imagen presentada a continuación (**Imagen III.1**), la cual presenta la Tabla 3 del POEL-Solidaridad, se muestran los usos compatibles e incompatibles de la UGA 16.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla 3. Asignación de compatibilidad de usos del suelo a las unidades de gestión ambiental en que se divide el territorio del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.

Usos del suelo	Unidades de Gestión Ambiental														
	1	2	4	5	6	7	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Agropecuario	C	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Agroforestal	C	C	I	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Agroindustrial	C	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	C	I
Forestal	C	C	I	C	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Urbano	I	I	I	I	I	I	C	I	I	C	I	I	I	I	I
Suburbano	C	C	I	I	C	C	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Turístico	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	C	C	C	I	I
Ecoturístico	C	C	C	C	C	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Deportivo	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Parque recreativo	I	C	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Marina	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	C	C	C	I	I
Industrial	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	I	I	I	C	I
Minero	C	I	I	I	I	I	I	C	C	C	I	I	I	C	I
Comercial	I	I	I	I	I	I	I	C	I	C	C	C	C	C	I
UMA'S	C	C	C	C	C	C	I	C	I	C	C	C	C	C	I
Reserva natural	C	C	C	C	C	C	C	C	I	C	C	C	C	C	I
Equipamiento	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Imagen III.1. Actividades compatibles e incompatibles en UGAs del POEL-Solidaridad, los usos de suelo marcados en rojo, corresponde a actividades compatibles en la UGA 16.

Tabla III.10. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

UGA	Usos Condicionados	Usos Incompatibles
16	Turístico, Ecoturístico, Suburbano, Deportivo, Parque recreativo, Comercial, UMA's, Equipamiento, Reserva Natural y Marina.	Agropecuario, agroforestal, Agroindustrial, forestal, Urbano, Industrial y Minero

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.11. Unidad de Gestión Ambiental con el uso de suelo, Criterios de Regulación Ecológica y los criterios específicos

UGA	Vocación de uso de suelo	Criterios de Regulación Ecológica	Criterios de Área Urbana
UGA 16	Turístico	Suburbano, Turístico, Ecoturístico, Deportivo, Parque recreativo, Comercial, UMA's, Reserva Natural y Equipamiento	Todos

Es importante mencionar que, bajo el criterio CE-13, la densidad máxima permitida para el proyecto es de 10 cuartos por hectárea, es decir, que por las 72.80 hectáreas que posee el predio, se pueden construir hasta 720 cuartos o unidades de hospedaje, lo cual se cumple considerando que el proyecto propone la construcción de 572 habitaciones, para brindar servicios de hospedaje, cumpliendo con lo establecido en este criterio.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	<p>El Proyecto plantea medidas de prevención, mitigación y compensación con el objetivo de reducir la magnitud de los impactos. Adicionalmente, se ejecutará un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA). Ambos elementos, las medidas y el PVA, están propuestas de conformidad con las Leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas aplicables al Proyecto.</p> <p>De esta manera, se da cumpliendo con lo establecido en este criterio.</p>
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al	<p>El presente documento que corresponde a un DTU, busca obtener la autorización para el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo.</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Dentro de los programas que conforman el PVA, presentados en el Capítulo VII, se encuentra el Programa de ahuyentamiento de fauna, rescate y reubicación de flora y fauna, el cual se ejecutará durante todas las etapas del Proyecto.
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá	El predio del Proyecto presenta vegetación Secundaria de Selva mediana Subperenifolia, las áreas verdes proyectadas, ocuparán una superficie de 255,510.09 m ² (25.5 has), de las cuales, 83,197.22 m ² estarán destinadas a la conformación de áreas verdes ajardinadas las cuales están incluidas en el cambio de uso de suelo, (en tanto que el resto de la superficie de las áreas verdes, será destinada como área de conservación, lo que equivale a una superficie de 473,466.71 m ² (47.34 ha), es decir, el 65% del predio. En las áreas verdes ajardinadas se incorporará vegetación nativa.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	<p>El diseño del proyecto se integra en un predio de 728,976.80 m² donde será intervenido tan solo el 35% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo por la remoción de vegetación que se pretende llevar a cabo.</p> <p>El área con vegetación de manglar no será intervenida, así mismo, una porción de la superficie del predio del proyecto, que se quedará como área de conservación, corresponde a Selva mediana subperennifolia y de Duna Costera, de esta manera se forma un corredor continuo de vegetación natural que a su vez fungirá como zona de paso de fauna silvestre manteniendo la conexión ecosistémica. Así mismo, las áreas de Selva mediana subperennifolia que se mantendrán como área de conservación, también colindan con áreas naturales de predios adyacentes, lo que también permite la conexión ecosistémica.</p> <p>Finalmente se respetará una franja de 10 metros de manera continua en la zona de matorral costero que es adyacente a la duna costera, lo que también actuará como corredor natural para el libre tránsito de la fauna silvestre, además que no se pretende desplantar obras en la Zona Federal Marítimo Terrestre, ni en la zona de playa la cual se constituye como una zona de anidación de tortugas marinas.</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		El proyecto ocupará la parte central del predio afectando principalmente vegetación de Selva mediana subperennifolia; así como una delgada franja de Duna costera, sin intervenir otros tipos de vegetación.
CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	El proyecto considera llevar a cabo el rescate de la capa fértil del suelo, también conocida como tierra vegetal; así como el triturado de la materia vegetal resultante del desmonte, para su posterior utilización en las áreas de conservación o en las áreas ajardinadas junto con los ejemplares vegetales que se reubiquen en dichas zonas. En síntesis, los recursos forestales antes referidos, servirán para ser incorporados a la dinámica ambiental del sitio, enriqueciendo las zonas donde serán incorporados, como se establece en el capítulo VII de este documento.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuando éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	Dado que no existe drenaje (alcantarillado) municipal en la zona donde se ubica el sitio del proyecto, de esta manera, el complejo Ecoturístico contempla la instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial. Estas Plantas de tratamiento utilizarán un sistema RBS, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso a, de este documento.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto contará con un sistema de captación de agua pluvial, el cual estará separado del sistema de drenaje sanitario. Así mismo, el sistema de captación de agua pluvial contará con un sistema de decantación de arenas (areneros), para ser utilizado para riego de áreas y el excedente se canalizará hacia pozos de absorción, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso g, de este documento.
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Se tendrá especial atención, para que todos los materiales empleados durante la etapa constructiva del proyecto provengan de sitios autorizados, a efecto de dar cumplimiento a lo establecido en este criterio.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	El proyecto no contempla como parte de sus actividades el uso de plaguicidas, fertilizantes o sustancias similares, sin embargo, en caso de que sea necesaria su utilización en las de áreas verdes para controlar plagas, únicamente serán empleadas las autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental	A efecto de dar cumplimiento a lo requerido por el presente criterio, se contempla la ejecución de un Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental , que estará a cargo del

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	responsable de dirigir el cambio de uso del suelo. En dicho programa se establecen las acciones a realizar para identificar la eficacia de las medidas propuestas, a través de visitas en campo (seguimiento ambiental), y a través de la presentación de Reporte de resultados (informes de cumplimiento). Este programa se describe en la sección VII.2 de este documento, cumpliendo con lo establecido en el presente criterio.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Los residuos que deriven de la obra se dispondrán temporalmente en superficies delimitadas y establecidas dentro de las áreas de aprovechamiento proyectadas, nunca sobre las áreas de conservación. El traslado y disposición final de ese tipo de residuos será realizado en apego a lo que dictaminen las autoridades municipales correspondientes, previa gestión ante dichas instancias de gobierno.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta	El proyecto no considera llevar a cabo la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO. En el caso de las áreas ajardinadas, se utilizarán las especies de flora rescatadas, y en caso de considerar ejemplares adicionales se prevé emplear preferentemente plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo, conforme al

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	programa de arborización y jardinería anexo al capítulo 8 de este estudio.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El sitio del Proyecto no se considera como zona de anidación de tortugas.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios	Toda vez que se espera que la totalidad de los trabajadores provendrán de la ciudad de Playa del Carmen, no será necesario el establecimiento de campamentos para su pernocta, durante la etapa de construcción. Sin embargo, de manera informativa se indica que, el proyecto pretende contar con las siguientes obras complementarias: <ul style="list-style-type: none"> • Almacenes y Bodegas • Campamento para vestidores y área de enfermería • Comedor

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Sanitarios móviles a razón de 1 por cada 15 trabajadores • Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos • Plantas generadoras de energía eléctrica a base de Diesel • Agua potable para uso del personal • Áreas de suministro de agua purificada para el abastecimiento del personal. <p>Ahora bien, respecto de la instrumentación de campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales, corresponde al Gobierno del Estado de Quintana Roo, a través de la Coordinación Estatal de Protección Civil (COEPROC), emitir los protocolos a seguir mediante sus sistemas de alerta por la incidencia de fenómenos meteorológicos.</p> <p>Por otra parte, con el objeto de apoyar dichas campañas, se seguirán las recomendaciones para la temporada de huracanes que establece la COEPROC, y que se indican a continuación:</p> <p>Recomendaciones para la temporada de huracanes</p> <p>Antes:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ubicar el refugio más cercano a tu domicilio. -Proteger puertas y ventanas con madera. -No olvide de proveerse de alimentos enlatados o envasados y un botiquín de primeros auxilios. -Almacene agua potable en envases con tapa para varios días.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		<p>-No olvide un radio con pilas, linterna, baterías, velas y cerillos.</p> <p>-Proteja sus documentos, dinero y objetos personales.</p> <p>-Prevea lo necesario en transporte, alimentos y medicamentos.</p> <p>-Si la autoridad del sistema estatal de protección civil le recomienda evacuar su casa. No lo piense ¡hágalo!.</p> <p><u>Durante:</u></p> <p>-Cada 3 horas se difundirá el recorrido y la trayectoria del fenómeno cuando entre al radio de afectación para la entidad.</p> <p>-Desconecte el switch de la luz, cierre los tanques de gas y asegúrese que no haya fugas.</p> <p>-Aléjese del mar y protéjase del viento.</p> <p>-No salga de su casa o refugio hasta que las autoridades lo indiquen.</p> <p><u>Después:</u></p> <p>-Regrese a la zona devastada hasta que las autoridades indiquen que no hay peligro.</p> <p>-No mueva heridos graves, repórtelos a las autoridades No toque cables caídos.</p> <p>-Tenga cuidado con las bardas, casas y edificios que estén en peligro de derrumbarse. Así mismo, se estará atento a la emisión de las alertas que se indican a continuación.</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (S I A T) ALERTA AZUL Peligro Mínimo Acercamiento-Aviso ALERTA VERDE Peligro Bajo - Acercamiento-Prevención ALERTA AMARILLA Peligro Moderado - Acercamiento-Preparación ALERTA NARANJA Peligro Alto Acercamiento-Alarma ALERTA ROJA Peligro Máximo Acercamiento-Afectación
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	En ninguna de las actividades del proyecto, se contempla el uso de fuego, pues se trata de una acción prohibida por el reglamento interno establecido para la ejecución del proyecto durante todas las etapas.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie	En caso de autorizarse el cambio de uso de suelo del proyecto, se acatará lo establecido en este criterio, presentando de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se	Para la apertura de los caminos de acceso en las áreas que serán intervenidas por el proyecto, se requiere la remoción de

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	<p>vegetación, misma que se somete a evaluación a través de este Documento Técnico Unificado, que evalúa el impacto ambiental del proyecto y el cambio de uso del suelo en materia forestal.</p> <p>Para el acceso a la playa, se plantea la instalación de Puentes, los cuales cruzarán sobre vegetación de manglar, y los cuales no removerán vegetación en este tipo de vegetación, solamente se dispondrán pilotes para el apoyo de la estructura de los Puentes.</p> <p>Lo anterior, se alinea con lo establecido en el presente criterio.</p>
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	El proyecto no considera la extracción de agua de Pozos existentes que abastezcan las zonas urbanas, sino que, el proyecto pretende la instalación de pozos de extracción para el abastecimiento de agua para la etapa de operación. Lo anterior se describe en la sección II.1.5, II.2.8.1 inciso c, y VII.2.4 (modificación de la calidad del agua), de este documento.
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de	Las medidas preventivas y de mitigación enfocadas a la protección del suelo y del agua, presentadas en el capítulo VII de este documento, consideran acciones para evitar el derrame al suelo de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	
CG-22	El uso de explosivos estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	Para el desarrollo del proyecto no se contempla el uso de explosivos en ninguna de las etapas, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	El proyecto generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos los cuales serán dispuestos a través de una empresa autorizada para el manejo de estos. Para su almacenamiento temporal, se instalará un almacén que cumpla con lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, como se menciona en la sección VII.2.6.5 de este documento.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	Atendiendo lo anterior, se advierte que el predio del proyecto corresponde a un ecosistema costero, toda vez que, se ubica entre la Zona Federal Marítimo Terrestre y la Carretera Federal 307.
CG-25	La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para	Al uso turístico asignado a la UGA 16 en la que se ubica el predio, le corresponde un porcentaje máximo de aprovechamiento del 35%, por lo que se cumple con este criterio, toda vez que el proyecto pretende aprovechar 483080.13 m ² que corresponden al 29.58% de la superficie total. El 70.42% restante del predio se mantendrá como área de conservación.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	<p>intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	Respecto a lo anterior y a partir de los trabajos de campo, se advierte que el predio del proyecto no cuenta en su interior con vestigios arqueológicos; sin embargo, en caso de que en alguna de las etapas del proyecto se encuentre algún indicio de vestigio arqueológico, se dará aviso al INAH.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto que se somete a evaluación en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo, no pretende realizar obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	El proyecto no contempla realizar el aprovechamiento o uso de ejemplares de flora o fauna silvestre, partes de ellas, derivados, productos o subproductos de los mismos, más que aquellas que deriven del desmonte y que serán triturados para su incorporación en las áreas de conservación; así como los derivados del despalme como la tierra vegetal y que serán utilizados para el rescate de flora nativa y mejoramiento de las áreas de conservación; finalmente aquellas que deriven del rescate de flora que serán utilizadas para la reforestación de las áreas perturbadas no sujetas a su aprovechamiento y jardines.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	<p>A efecto de dar cumplimiento a lo requerido por el presente criterio, antes de dar inicio con las obras y actividades del proyecto, se llevará a cabo el estudio de mecánica de suelos, mismo que será sometido a dictaminación y aprobación por parte de un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.</p> <p>En este sentido es importante mencionar, que se realizó un estudio geohidrológico al interior del sitio del proyecto, así como una prospección geológica a través del cual se pudo determinar que al interior del sitio del proyecto no existen cavernas, ni estructuras o sistemas cársticos que pudieran desplomarse. Se anexa el estudio geohidrológico en mención.</p>
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	<p>Toda vez que los trabajadores del proyecto provendrán principalmente de la Ciudad de Playa del Carmen, no se contempla la instalación de un campamento para pernocta durante la etapa de construcción, únicamente se contará con campamentos para ser utilizados como vestidores, áreas de descanso temporal y enfermería. Sin embargo, el personal encargado de realizar las actividades de cambio de uso de suelo impartirá pláticas ambientales al personal de la obra, proporcionando información sobre las especies de flora y fauna que se encuentran bajo algún estatus de protección, para evitar su captura, colecta o tráfico.</p> <p>Para cumplir con lo anterior, se llevará a cabo un Programa de Capacitación, el cual esta descrito en el Capítulo VII de este</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
		documento, y que será implementado como parte del proyecto. Lo anterior está alineado con este criterio.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	El proyecto no cuenta en su interior con cavernas secas o inundadas, por lo que no es necesario realizar el programa de monitoreo requerido en este criterio.
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Para el acceso a la playa, se plantea la instalación de Puentes, los cuales cruzarán sobre vegetación de manglar, y los cuales no removerán vegetación de manglar, solamente se dispondrán pilotes para el apoyo de la estructura de los Puentes, en una superficie de 67 m ² .
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	El proyecto no cuenta en su interior con cavernas o cenotes, por lo que las prácticas a las que hace referencia el presente criterio no resultan factibles de realizarse.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	El proyecto no contempla la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cuevas inundadas o secas, ni en cenotes o rejolladas; El proyecto contempla el tratamiento y disposición de aguas residuales, conforme a lo descrito en el Capítulo II de este documento, a través de la instalación de cinco Plantas de Tratamiento y la infiltración a los mantos acuíferos, en cumplimiento con la legislación ambiental vigente.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla III.12. Unidad de Gestión Ambiental con usos condicionados y los usos incompatibles

Criterio	Descripción	Vinculación con el Proyecto
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	El proyecto contempla la implementación de un plan de manejo de residuos, mismo que será ejecutado durante las distintas etapas que lo comprenden.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El proyecto sometido a evaluación no consiste en la construcción de un fraccionamiento, por lo que este criterio no le es aplicable.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CRITERIOS ESPECÍFICOS

CE-06. Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.

Vinculación con el Proyecto

El efluente que resulte del tratamiento de las aguas residuales será canalizado a un pozo de infiltración, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso a. Sin embargo, se instalará un sistema de captación de agua pluvial, el volumen almacenado será empleado para el riego de áreas verdes y superficies ajardinadas. Adicionalmente, el agua resultante del sistema de Retrolavado de filtros de las albercas, se almacenará para ser utilizado para el riego de áreas ajardinadas (ver sección II.2.8.1)

CE-08 Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no contempla la realización de actividades recreativas en cuerpos de agua continentales, como cuevas, cavernas o rejolladas.

CE-09 En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no cuenta en su interior con cuerpos de agua continentales, por lo que su aprovechamiento o explotación no resulta factible.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-13 La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto. La densidad no es acumulable por usos del suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior; desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior.

Vinculación con el Proyecto

Conforme a este criterio, la densidad máxima permitida para el proyecto es de 10 cuartos por hectárea, es decir, que por las 72.80 hectáreas que posee el predio, se pueden construir hasta 720 cuartos o unidades de hospedaje, lo cual se cumple considerando que el proyecto propone la construcción de 572 habitaciones, para brindar servicios de hospedaje, cumpliendo con lo establecido en este criterio.

CE-14 En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, se deberá implementar un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal, que contenga estrategias y acciones tendientes a la conservación, restauración o rehabilitación de dicho ecosistema y que deberá desarrollarse en concordancia con la normatividad aplicable. El programa habrá de contener como mínimo un estudio de línea base del humedal; la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación. El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental. El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.

Vinculación con el Proyecto

Para el acceso a la playa, se plantea la instalación de Puentes, los cuales cruzarán sobre vegetación de manglar; sin embargo, no se removerá vegetación, ya que solamente se dispondrán pilotes para el apoyo de la estructura de los puentes, en una superficie de 67 m².

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-15 Se consideran como equivalentes:

1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato.

1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras.

1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera.

1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas ecoturísticas.

1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel.

Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no contempla la construcción de cuartos o espacios para clínica, hospital, asilo u orfanato; Tampoco se considera la construcción de vivienda residencial, cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento; campers ni cabañas ecoturísticas; sin embargo, propone la construcción de un complejo Ecoturístico que contará con 572 habitaciones, lo que equivale a 572 cuartos hoteleros o llaves, de acuerdo con este criterio, este número está por debajo de lo permitido.

CE-21 La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no consiste en un fraccionamiento mixto hotelero-habitacional, por lo que la disposición de este criterio no es aplicable al proyecto.

CE-27 La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.

Vinculación con el Proyecto

El diseño del proyecto se integra en un predio de 728,976.80 m², donde será intervenido tan solo, el 35% de esta superficie, la cual está sujeta a cambio de uso de suelo. De esta manera, el restante 65% se mantendrá como área de conservación.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-36 Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.

Vinculación con el Proyecto

Al interior del predio no se registró la existencia de sustrato rocoso propio de la franja litoral, por lo que la aplicación del presente criterio no es aplicable al proyecto.

CE-38 El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto considera la instalación de paneles solares, los cuales se instalarán en el techo de las edificaciones, con un aporte de 100 KW equivalente al 12.5% de la energía resistiva del inmueble, con lo que el proyecto se alinea a lo establecido en este criterio.

CE-53 Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto contempla la instalación de tres plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una adicional, para la zona comercial, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras. Posteriormente, previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-1996.

CE-54 El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

Se acatará lo establecido en este criterio, de tal modo que se presentará un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, en donde se indicará el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.

CE-55 El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.

Vinculación con el Proyecto

El promovente desarrollara un programa de capacitación al personal, el cual establecerá las medidas a llevar a cabo en caso de que se presente el derrame de alguna sustancia.

Adicionalmente, en la Tabla VI.5, numeral 5, se establecen medidas de mitigación, en caso de la ocurrencia de un derrame.

CE-56 En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto contempla la construcción de tres plantas tratadoras de agua residual, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras. Posteriormente, previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-1996.

El proyecto contará con un sistema de captación de agua pluvial, el cual estará separado del sistema de drenaje sanitario. Así mismo, el sistema de captación de agua pluvial contará con un sistema de decantación de arenas (areneros), para será utilizado para riego de áreas y el excedente se canalizará hacia pozos de absorción, como se describe en la sección II.2.8.1 inciso h, de este documento

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-57 En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.

Vinculación con el Proyecto.

No existen cenotes, lagunas interiores o continentales dentro del predio, por lo anterior el presente criterio no es aplicable con el proyecto.

CE-59 Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE- CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.

Vinculación con el Proyecto

En el predio del proyecto no existen cuerpos de agua continentales o superficiales, por lo anterior el presente criterio no es aplicable con el proyecto.

CE-62 Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto contempla la instalación de tres plantas tratadoras de agua residual, posteriormente y de manera previo a la etapa de operación, se gestionará el permiso de infiltración de agua tratada, con la CONAGUA, cumpliendo con los parámetros establecidos en la NOM-001- SEMARNAT-1996. Los pozos de absorción, se prevé que sean instalados dentro de las instalaciones de los hoteles y del área comercial, por lo tanto, se pretenden instalar en el área de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-64 Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.

Vinculación con el Proyecto

El cambio de uso del suelo propuesto no implica realizar actividades de dragado, ni actividades de mantenimiento de canales interiores; Sin embargo, como se menciona en la sección II.2.6 inciso k, el proyecto pretende la instalación de cuerpos de agua internos, por lo que se procederá a una excavación mecánica de 3.5 m de profundidad hasta conseguir el afloramiento natural del agua, el volumen medio total del suelo extraído será de 98,861.66 m³.

El suelo extraído se clasificará en elementos vegetales, tierra orgánica, sascab y material rocoso inerte obtenida de las excavaciones este material se incorporará al plan de obra de reciclado vegetal orgánico en el cual la tierra orgánica se almacenará provisionalmente en las áreas destinadas a estacionamiento hasta poder ser repartida en las huellas hoteleras en las zonas de paisaje intervenido. El sascab se procederá a su procesamiento para emplearlo en bases y subbases. Las rocas inertes se repartirán en los usos hoteleros para su empleo como elementos decorativos o configuradores de paisaje.

Estos elementos se construirán a base de muros de contención de concreto con losa de fondo en colado integral utilizando banda de PVC ojillada para las juntas de colado, e incorporando impermeabilizante integral en el concreto utilizado en los colados de los muros. Los recubrimientos para los acabados de las superficies de los espejos de agua y albercas serán de pebble tek y veneciano junteado con adhesivos.

CE-68 En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto utilizará vehículos de baja emisión, los cuales estarán sujetos a un programa de mantenimiento preventivo, con lo cual se asegura mantener niveles bajos de ruido.

Adicionalmente y como se menciona en la Tabla VI.4, durante la etapa de operación, todos los equipos tendrán un mantenimiento programado conforme a las especificaciones del fabricante, con el objetivo de mantener también, niveles bajos de ruido.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En caso de que se determine necesario, se realizarán evaluaciones en áreas operativas del proyecto, con el fin de determinar, si el parámetro “Emisión de Ruido”, está por encima de los 68db.

CE-70 Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no contempla la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares, por lo que este criterio no es vinculante.

CE-71 Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.

Vinculación con el Proyecto

Dado que solo se intervendrá el 35% de la superficie total del proyecto, y de esta manera, se mantendrá vegetación circundante en todo el predio del proyecto, lo que evitará que, durante la etapa de construcción, se dispersen polvos fuera del sitio.

Adicionalmente y como se menciona en la sección VII.1 numeral 4, Durante la etapa de preparación del sitio, se colocará una malla perimetral con el objetivo de contener los polvos generados y se humedecerá las áreas de circulación y de trabajo, para disminuir el levantamiento de polvos, adicionalmente, el transporte de materiales de desmonte y de relleno se dará con camiones de volteo que estará cubiertos con lona para minimizar la dispersión de partículas de los materiales durante el tránsito de los vehículos.

CE-72 Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.

Vinculación con el Proyecto

No se contempla el uso de este tipo de maquinaria durante el desarrollo del proyecto.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-73 En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.

Vinculación con el Proyecto

Es importante señalar que el proyecto, no contempla el establecimiento de áreas de carga y mezclado de materiales pétreos, toda vez que el material se comprará premezclado y en caso de ser transportado, el transporte se realizará mediante vehículos con revolvedora incluida. Ahora bien, como parte de las medidas preventivas para evitar la emisión de polvos, se instalará una barrera antidispersante en la zona de trabajo, que podrá estar confeccionada con tapiales de madera o lona plástica. De igual manera, se contempla realizar riegos periódicos y cubrir con lona los vehículos que transporten materiales pétreos, reforzando de esta manera las acciones implementadas para disminuir la suspensión de partículas a la atmósfera.

CE-75 Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.

Vinculación con el Proyecto

Como se detalló en el criterio anterior, se tendrá especial atención en que todos los vehículos que transporten materiales pétreos y agregados, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, lo hagan en húmedo y con un recubrimiento que reduzca la dispersión de las partículas al ambiente.

CE-79 Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

Vinculación con el Proyecto

No se considera el área de playa, como sitio de anidación de tortugas; sin embargo, las actividades consideradas en el club de playa, no involucran el uso de equipos motorizados, ni acuáticos y/o terrestres. Así mismo, el límite del Proyecto mantiene una franja de 10 m

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

de separación con la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT). De esta manera, no se considera afectación alguna a los potenciales sitios de anidación de tortugas.

CE-80 Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.

Vinculación con el Proyecto

En el predio no se ubican cenotes o similares, por lo que la aplicación del presente criterio no resulta vinculante con la naturaleza del proyecto.

CE-81 Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no contempla la instalación de cercas, bardas o muros perimetrales. Solo se instalará una cerca perimetral durante la etapa de preparación y construcción, con el objetivo de ser una barrera antidispersante en la zona de trabajo, que podrá estar confeccionada con tapiales de madera o lona plástica. De igual manera, se contempla realizar riegos periódicos y cubrir con lona los vehículos que transporten materiales pétreos, reforzando de esta manera las acciones implementadas para disminuir la suspensión de partículas a la atmósfera.

CE-83 Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.

Vinculación con el Proyecto

Con el objeto de dar cumplimiento a lo establecido en este criterio, se habilitarán pasos de fauna a través de las vialidades de acceso al proyecto que atraviesan las áreas de conservación.

Adicionalmente en los caminos y vialidades internas se instalarán letreros alusivos al tránsito de la fauna silvestre, así como el límite de velocidad máxima permitida en la zona que será de 20 km/hr.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-84 En caso de ser necesario se establecerán sitios de albergue temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.

Vinculación con el Proyecto

Para las actividades de rescate y reubicación de fauna silvestre, las cuales estarán enfocadas en las especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles y mamíferos pequeños) se establecerá una permanencia de no más de 24 hrs de retención de las especies de fauna capturadas, esto con el objetivo de liberar a los individuos lo más rápido posible sin causarles mayor estrés.

En caso de ser necesario, se buscará una Unidad de Manejo Ambiental (UMA) como refugio temporal, sin embargo y ya se mencionó antes, no se pretende retener a los individuos capturados, por más de 24 hrs.

CE-85 En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.

Vinculación con el Proyecto

La cobertura vegetal existente dentro de las áreas de conservación, se mantendrá en estado natural y sin remoción de algún estrato. La vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas verdes ajardinadas, serán integradas al proyecto mediante su conservación.

CE-89 El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.

Vinculación con el Proyecto

El predio mantendrá un área circundante de vegetación en todo el sitio del proyecto, de esta manera, se mantiene una cobertura vegetal hacia todas las colindancias.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-91 En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovedor de la actividad.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no considera la utilización de animales cuadrúpedos para la prestación de servicios turísticos, recreativos o de exhibición.

CE-92 En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no considera el uso de vehículos motorizados en la zona de Dunas costeras, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.

CE-93 Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.

Vinculación con el Proyecto

Acorde a lo señalado en este criterio, el proyecto conservará una franja de 10 metros de ancho adyacente a la zona federal marítimo terrestre en donde se preservará la vegetación costera original, la cual brindará protección a la ZOFEMAT y a la zona de playa, como se observa en el plano de la página siguiente.

CE-95 En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.

Vinculación con el Proyecto

Al interior del predio del proyecto se registraron especies consideradas como exóticas, tal es el caso del cocotero (*Cocos nucifera*) y casuarina (*Casuarina equisetifolia*), tal y como se muestra en las siguientes fotografías. Se analizará la erradicación de estas especies.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Fotografía III.1 Imagen de Casuarina equisetifolia (Casuarina)



Fotografía III.2. Imagen de Cocos nucifera (Cocotero)

CE-96 La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no pretende realizar ninguna actividad que considere una afectación a la vegetación de manglar. Como se ha mencionado a lo largo de este documento, el proyecto contempla la instalación de tres puentes que cruzarán sobre el manglar, donde solo se instalarán pilotes para el apoyo de la estructura, no se pretende remoción de manglar.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-97 Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no contempla la construcción de embarcaderos o muelles.

CE-100 Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.

Vinculación con el Proyecto

El predio del proyecto no cuenta en su interior con cenotes o cuevas, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.

CE-101 En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.

Vinculación con el Proyecto

A efecto de reforzar las medidas de prevención y mitigación propuestas en el presente estudio y con la finalidad de promover la información, concientización y capacitación, a todos los actores involucrados. El promovente llevará a cabo un Programa de Capacitación Ambiental, con el fin de que todos los empleados comprendan la importancia del cuidado del medio ambiente.

De la misma manera, se llevarán a cabo campañas de difusión ambiental, entre los clientes y proveedores.

CE-102 Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50% de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.

Vinculación con el Proyecto

Debido a que el desarrollo del proyecto solo intervendrá el 35% de la superficie total del predio, y el restante 66.12% quedará como superficie de conservación, no se espera tener el efecto de isla de calor. Lo anterior se describe en la sección II.2.2.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CE-103 En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.

Vinculación con el Proyecto

El área de manglar presente en el predio, no se observa afectada o carente de vegetación. Sin embargo, el proyecto pretende llevar a cabo actividades de reforestación, como parte de las medidas de compensación, donde se incluirán especies características de manglar.

CE-104 La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no será desplantado sobre dunas costeras o bermas rocosas, por lo que no se incumple con lo establecido en este criterio.

CE-105 Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.

Vinculación con el Proyecto

No se contempla la construcción de andadores de acceso a la playa, ya que existen espacios sin vegetación aparente en la zona de dunas costeras, que pueden ser aprovechados para tal fin.

CE-106 Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

No se contempla la construcción de andadores de acceso a la playa, ya que existen espacios sin vegetación aparente que pueden ser aprovechados para tal fin.

CE-107 Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.

Vinculación con el Proyecto

El diseño del proyecto fue realizado, considerando los niveles de escurrimiento, inundación y precipitación de la zona. Por tal motivo, se optó por el método de cimentación “piloteada” (sección II.2.6.1 inciso a), que permite ocupar una pequeña superficie de terreno, favoreciendo la irrigación, escurrimiento y absorción de la corriente fluvial que incida en el sitio, sin que ello represente problema alguno para la infraestructura del proyecto y para el flujo superficial o subterráneo del recurso hídrico. Lo anterior se presenta en la sección IV.3.1.10.4 y en el Estudio Geohidrológico presentado en el **Anexo IV.1**.

CE-108 Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.

Vinculación con el Proyecto

El proyecto contempla la instalación de cuerpos de agua, a lo largo de la zona comercial, caminos y vialidades que conectarán las diferentes áreas buscando una integración al paisaje natural (ver sección II.1.1), los cuales se construirán a partir de la metodología descrita en la sección II.2.6.1 inciso k. Para sustentar lo anterior, se realizaron un Estudio Geohidrológico y una prospección Geofísica. Los resultados se presentan en la sección IV.3.1.9 y el Estudio completo, en el **Anexo IV.1**.

CE-109 Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecológico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

El proyecto no propone la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.

III.4 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El predio del Proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretados de Áreas Naturales Protegidas (ANP) con carácter Federal, Estatal y Municipal. La **Figura III.6.**, muestra la ubicación de las ANP más cercanas al predio del Proyecto.

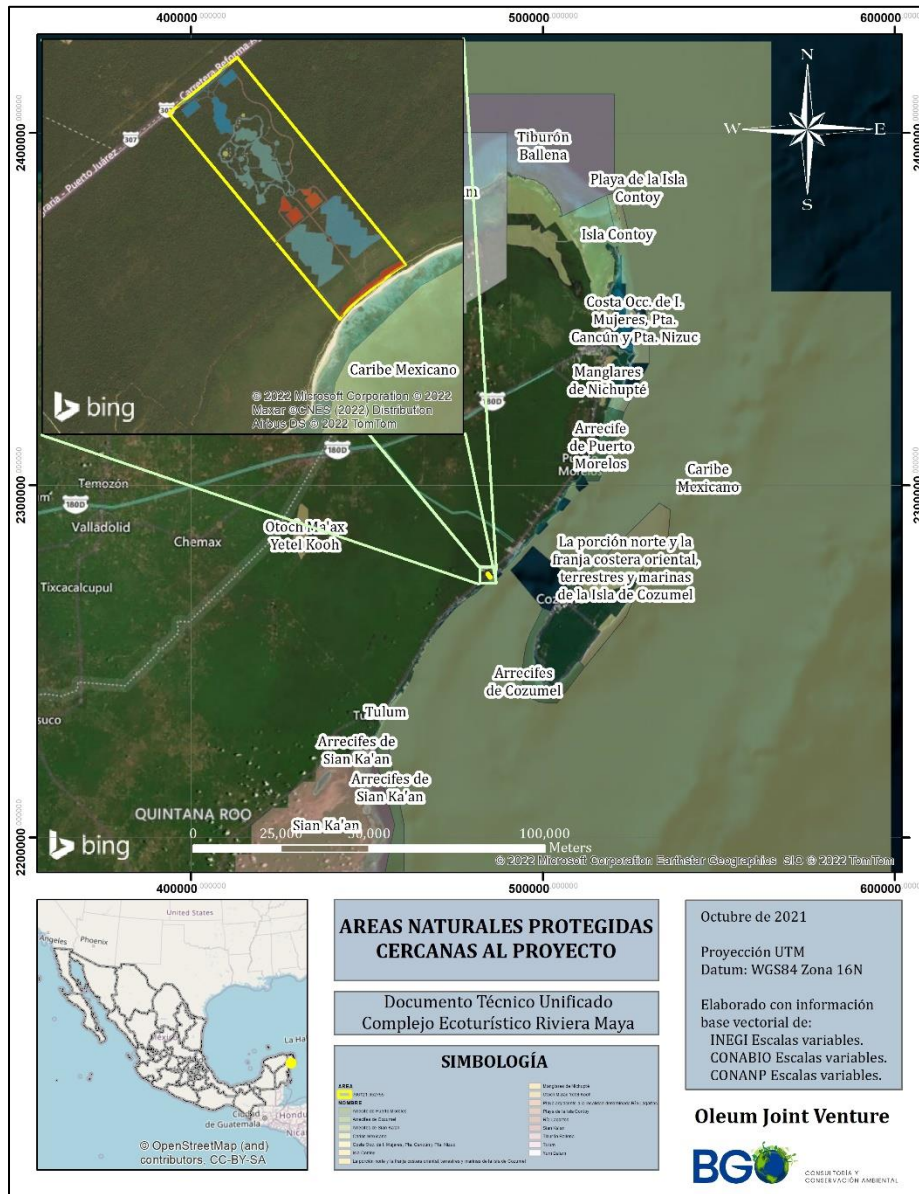


Figura III.6. Vista general del predio del proyecto con respecto a las ANPs cercanas al mismo

III.5 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

III.5.1 NOM-022-SEMARNAT-2003

En el sitio del Proyecto hay vegetación de manglar, la cual distribuye en forma de una franja de aproximadamente 150m de ancho al sur del proyecto, entre el matorral costero y la selva mediana subperenifolia. Se distribuye principalmente dentro de las zonas con mayor inundación, pues se encuentra compuesto por especies hidrófilas facultativas, es decir, que depende del agua para su sobrevivencia. Se trata de una zona de Manglar mixto con dominancia de mangle botoncillo y mangle rojo. También con presencia de mangle negro.

Es importante mencionar que, el desarrollo de las obras y actividades del Proyecto no afectará la interacción de las comunidades presentes, toda vez que, no habrá remoción de vegetación en el área de manglar y se destinarán áreas de conservación que permitan la conectividad biológica entre los diferentes tipos de vegetación.

La NOM-022-SEMARNAT-2003 publicada en el diario oficial de la federación el 10 de abril de 2003, establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. A continuación, dentro de esta sección, se presenta la vinculación del proyecto con los lineamientos establecidos en el numeral 4.0 *Especificaciones*.

4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

La integridad del flujo hidrológico del manglar:

Vinculación con el Proyecto

No se afectará la integralidad del flujo hidrológico del área de manglar, ya que como se ha mencionado, el Proyecto no contempla la remoción de vegetación en este tipo de vegetación, sino que se instalarán pilotes sobre superficies sin vegetación para construir tres (3) puentes, los cuales permitirán el acceso a la playa, como se describe en la sección II.2.4.1 inciso o.

Lo anterior evitará interrumpir los flujos hidrológicos presentes en el área de manglar.

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

Vinculación con el Proyecto

No se afectará la integralidad del ecosistema y su zona de influencia, toda vez que el proyecto no intervendrá en ningún momento de vegetación de manglar.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Productividad natural:

Vinculación con el Proyecto

No se afectará la integralidad de la productividad natural de las zonas inundables, ya que el proyecto no pretende la remoción de vegetación manglar.

La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas

Vinculación con el Proyecto

No se afectará la integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema, ya que no se prevén actividades ni la remoción y/o poda de vegetación en la zona de manglar.

Adicionalmente, el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, establece un porcentaje de aprovechamiento máximo del 35% de la superficie total de predio; en este sentido, el proyecto se ajusta a dicha cifra, ya que se pretende el aprovechamiento de un porcentaje equivalente al 35% de la superficie total del predio.

Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje:

Vinculación con el Proyecto

No se afectará la integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje, como bien se ha descrito en los puntos anteriores, el proyecto no afectará en ningún momento la vegetación de zonas inundables.

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:

Vinculación con el Proyecto

No se espera una afectación a la integridad de las interacciones entre la zona de vegetación de manglar, en dunas costeras y en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), ni en la zona marítima. Lo anterior, ya que no se llevará a cabo remoción y/o poda de vegetación en las zonas inundables, solamente la instalación de un puente a partir de pilotes, como se describe en la sección II.2.4.1 inciso o de este documento, infraestructura que permitirá el acceso a la playa, así mismo, el proyecto no considera actividades recreativas dentro de la ZOFEMAT y/o la zona marítima.

Cambio de las características ecológicas Servicios Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros):

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vinculación con el Proyecto

Como se ha indicado, el proyecto no afectará ni provocará cambios en las características y servicios ecológicos de las zonas inundables, ya que no se pretende realizar remoción y/o poda de vegetación, ni se plantea realizar actividades recreativas o de cualquier otra índole, en esta zona. Solamente se pretenden instalar un puente de madera como acceso a la playa, el cual se instalará con pilotes en áreas desprovistas de vegetación, como se describe en la sección II.2.4.1 inciso o, de este documento.

ESPECIFICACIÓN	VINCULACIÓN
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no pretende realizar obras de canalización, interrupción del flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración	El proyecto no contempla llevar a cabo la construcción de canales ni afectará comunidades vegetales presentes en la zona inundable, toda vez que el proyecto no contempla la remoción y/o poda de vegetación en estas zonas.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	El proyecto no contempla llevar a cabo la construcción de canales en la zona inundable, ni pretende la remoción y/o poda de vegetación en la zona de manglar.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

III.5.2 Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

NOM	Vinculación
<p>NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.</p>	<p>El proyecto contempla la construcción de tres plantas tratadoras de agua residual, con lo que se pretende tratar el agua en sistemas modulares, en lugar de un sistema de tratamiento central. Lo anterior, asegura una eficiente gestión del agua residual, al facilitar el mantenimiento y la operación de las plantas tratadoras.</p> <p>El 30% del agua tratada se reutilizará para el riego de áreas verdes y para su uso en servicios generales (lavado de superficies y WC), el 70% restante se conducirá a un pozo de infiltración en cumplimiento con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-2021. Así mismo, previo a su operación, se gestionará la Concesión para infiltración ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).</p>
<p>NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</p>	<p>La zona donde se ubica el predio del proyecto, no cuenta con sistema de alcantarillado urbano, ni municipal, por lo que, lo establecido en esta NOM, no es aplicable.</p>
<p>NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases de contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible.</p>	<p>En la etapa de operación, el proyecto involucrará el uso de vehículos de baja emisión, como se indica en la sección II.2.8.1 inciso i. Adicionalmente, estos vehículos estarán sujetos a un programa de mantenimiento preventivo, con lo cual se pretende asegurar un óptimo funcionamiento.</p>
<p>NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.</p>	<p>El proyecto contempla la operación únicamente de un tanque de gas LP para el funcionamiento de la cocina, por lo que está sujeto a reporte de emisiones a nivel estatal y cumplirá con lo establecido en la legislación estatal.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>Durante la etapa de operación del proyecto, se almacenarán y utilizaran productos de limpieza biodegradables para las actividades de limpieza; Adicionalmente, almacenará y utilizara pintura base agua para el mantenimiento general de las instalaciones.</p> <p>Durante todas las etapas del proyecto, los mantenimientos de los vehículos automotores (Gasolina y Diesel) utilizados, se realizarán en talleres especializados, fuera del sitio del proyecto.</p> <p>De esta manera, no se espera generar una gran cantidad de residuos peligrosos, salvo los generados por mantenimientos a equipos fijos, como bombas.</p>
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental – Especies nativa de México de flora y fauna silvestres – Categoría de riesgo y especificaciones para</p>	<p>El proyecto ejecutará un programa de Rescate y reubicación de fauna con énfasis en especies de lento desplazamiento (Reptiles anfibios y mamíferos pequeños), y en las especies listadas en esta Norma.</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

NOM	Vinculación
su inclusión, exclusión o cambio. – Lista de especies en riesgo.	Dicho programa incluirá, actividades de ahuyentamiento de fauna. Así mismo, se integrarán medidas de protección a la fauna y flora, durante todas las etapas del proyecto.
<p>NOM-081-SEMARNAT-2005 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de 198edición.</p>	Debido al tipo de proyecto, no se espera que los niveles de ruido excedan los LMPs establecidos en la presente Norma. Sin embargo, en caso de que se determine necesario, se realizarán evaluaciones en áreas operativas del proyecto, con el fin de determinar una excedencia a los LMPs.
<p>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.</p>	<p>Durante la etapa de Preparación del sitio y construcción, no se realizará ningún tipo de actividad en la zona de playa dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT); Las actividades a realizar dentro de la vegetación de Duna Costera, se llevarán a cabo de manera manual, es decir, no intervendrán equipo y/o maquinaria pesada.</p> <p>Durante la etapa de operación del proyecto, no se contempla la realización de actividades recreativas en la zona de playa, ni en el mar. Así mismo, se llevará a cabo un programa de protección a las tortugas, como se menciona en el capítulo VI, de este documento.</p>

IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

El terreno forestal se encuentra ubicado dentro de la región hidrológica RH32 “Yucatán Norte”, cuenca 32A Quintana Roo. A nivel de subcuencas hidrológicas el predio se ubica en la subcuenca Quintana Roo (ver la **Figura IV.1.** Hidrología Superficial).

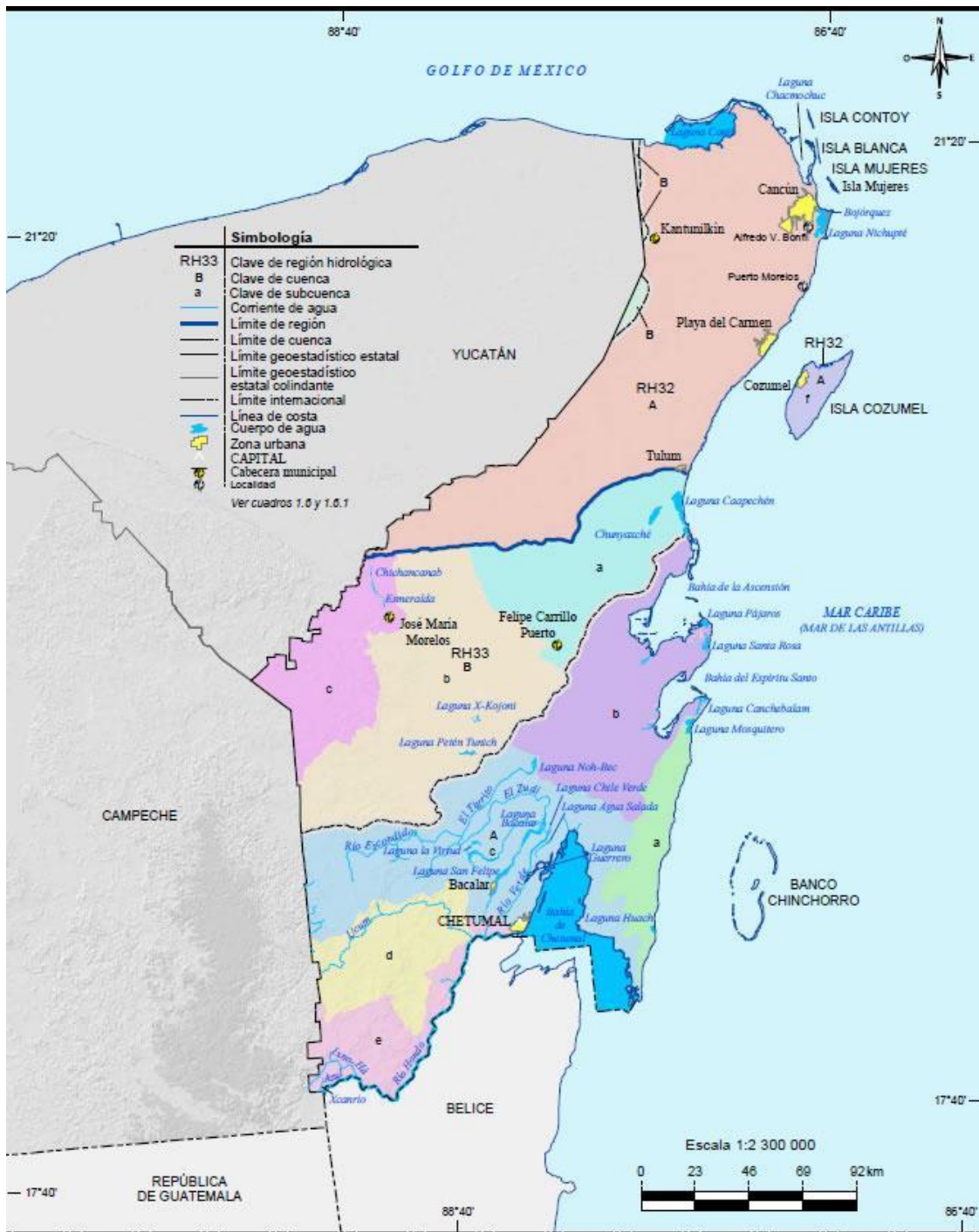
La Cuenca Hidrológica 32A Quintana Roo engloba además de la porción continental norte del estado, a las islas Cozumel, Mujeres y Contoy, lo que corresponde al 31 % de la superficie estatal; hidrológicamente limita al norte con el Golfo de México, al este con el mar Caribe, al sur con la división de la Región Hidrológica RH33 “Yucatán Este” y al oeste con el estado de Yucatán donde continúa la región hidrológica RH32 “Yucatán Norte” (ver la **Figura IV.2.** Hidrología Superficial) (INEGI, 2002).

La temperatura media anual es de 26 °C, con una precipitación de 800 mm en el norte a más de 1500 mm al sureste de la cuenca, y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que abarca toda la cuenca, excepto en las franjas costeras, donde debido a la presencia de arcillas y limos el rango de escurrimiento es de 5.1 a 10 %, 10.1 a 15 % y de 15.1 a 20 % (INEGI, 2002).

Como ocurre en casi toda la península, no existen corrientes superficiales por la alta infiltración en el terreno y el escaso relieve; tampoco cuerpos de agua de gran importancia, sólo pequeñas lagunas, como Cobá, Punta Laguna y La Unión; lagunas que se forman junto al litoral, Conil, Chakmochuk y Nichupté, así como aguadas (INEGI, 2002).

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Fuente: INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie III.
 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:1 000 000, serie I.
 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.

Figura IV.1 Regiones Hidrológicas de Quintana Roo. El proyecto se encuentra dentro de la RH 32.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

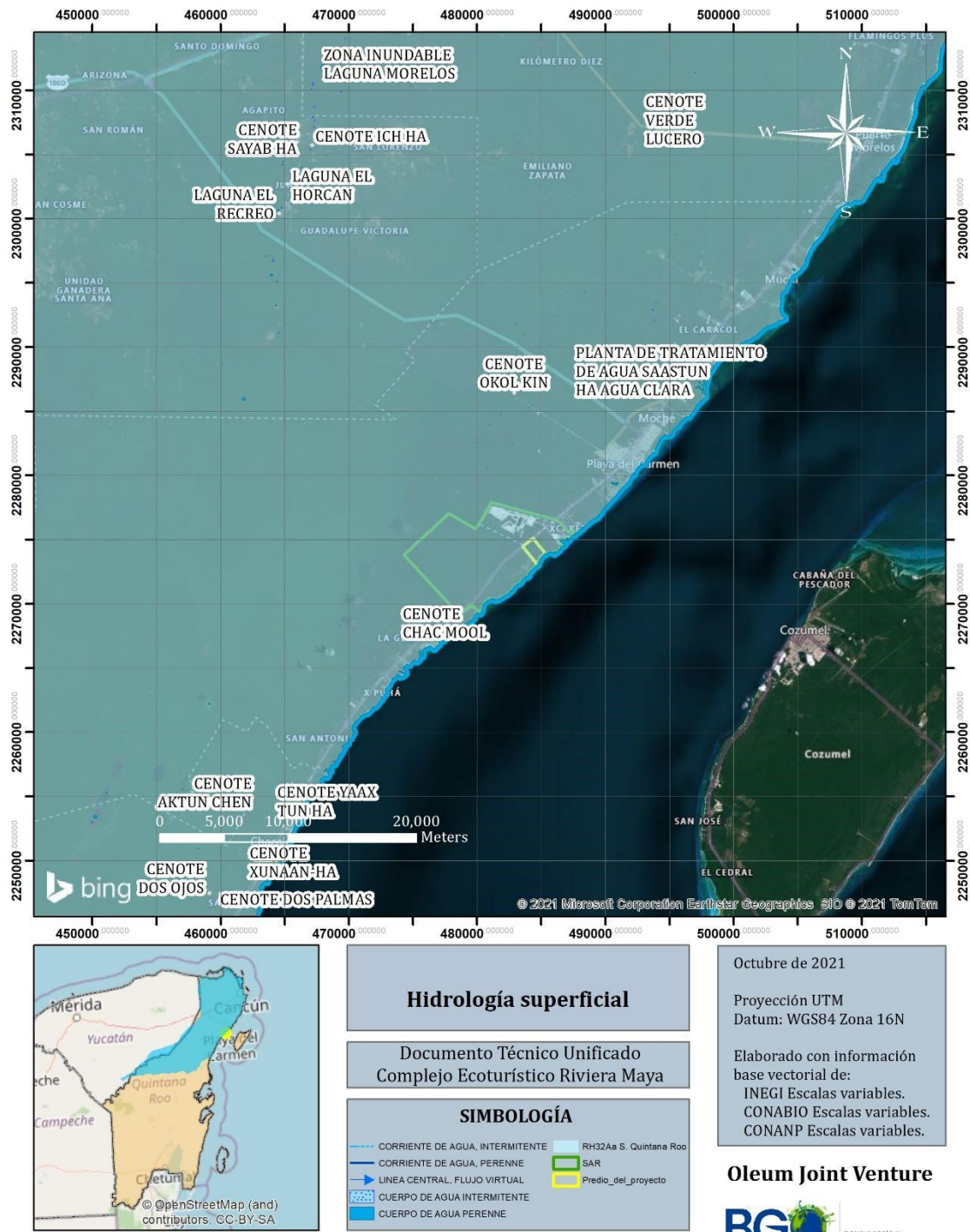


Figura IV.2 Hidrografía superficial del Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.1 Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

Si bien el predio se ubica dentro de la Cuenca Quintana Roo, esta, por su extensión, no permite el análisis puntual de los elementos físicos y biológicos con los que interactuará el proyecto, por lo tanto, se optó por acotarse al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (POEL-S), de esta manera, el Sistema Ambiental Regional (SAR) se verá compuesto por cinco diferentes Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales están ocupadas parcialmente por el SAR (Ver Tabla IV.1): Parte de la UGA 5 Corredor Cárstico, la UGA 12 Corredor Calica Akumal en su totalidad, la UGA 13 Aeródromo en su totalidad, la totalidad de la UGA 16 Corredor Turístico Punta Venado-Paamul, parcialmente la UGA 19 y finalmente una superficie al oeste del SAR, la cual no cuenta con un uso determinado, sumando el SAR en total 6,308.75 ha. (Ver Figura IV.3)

Tabla IV.1 Porcentaje y superficie de ocupación del SAR en las UGA's del POEL Solidaridad.

FID	UGA	NO. UGA	SUPERFICIE DE LA UGA	SUPERFICIE DE LA UGA OCUPADA POR EL SAR	% RESPECTO A LA UGA
1	Aerodromo	13	156.62	156.62	100.00%
2	Carretera Federal 307	19	94.42	40.54	42.94%
3	Corredor CALICA-Akumal	12	419.18	419.18	100.00%
4	Corredor carstico	5	36,670.50	3,177.99	8.67%
5	Corredor turistico Punta Venado-Paamul	16	1,504.36	1,504.36	100.00%
6	Otra superficie sin uso determinado	ND	1,010.05	1,010.05	100.00%
			39,855.13	6,308.75	

De acuerdo con la zonificación del POEL-S, para cada UGA se construyó una ficha técnica identificada por el número y nombre de dicha unidad. Estas fichas contienen el número de unidad, el nombre de la unidad propuesta, la política asignada, la superficie que ocupa en hectáreas y en porcentaje respecto de la superficie municipal, la descripción del escenario inicial, las tendencias, los lineamientos ambientales, estrategias ambientales, vocación de uso del suelo, los usos condicionados e incompatibles aplicables a cada unidad sugeridos y la estrategia ecológica de la unidad, es decir, los criterios de regulación ecológica de carácter específico que aplican para a cada uno de los usos condicionados en la unidad propuestos.

Documento Técnico Unificado Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

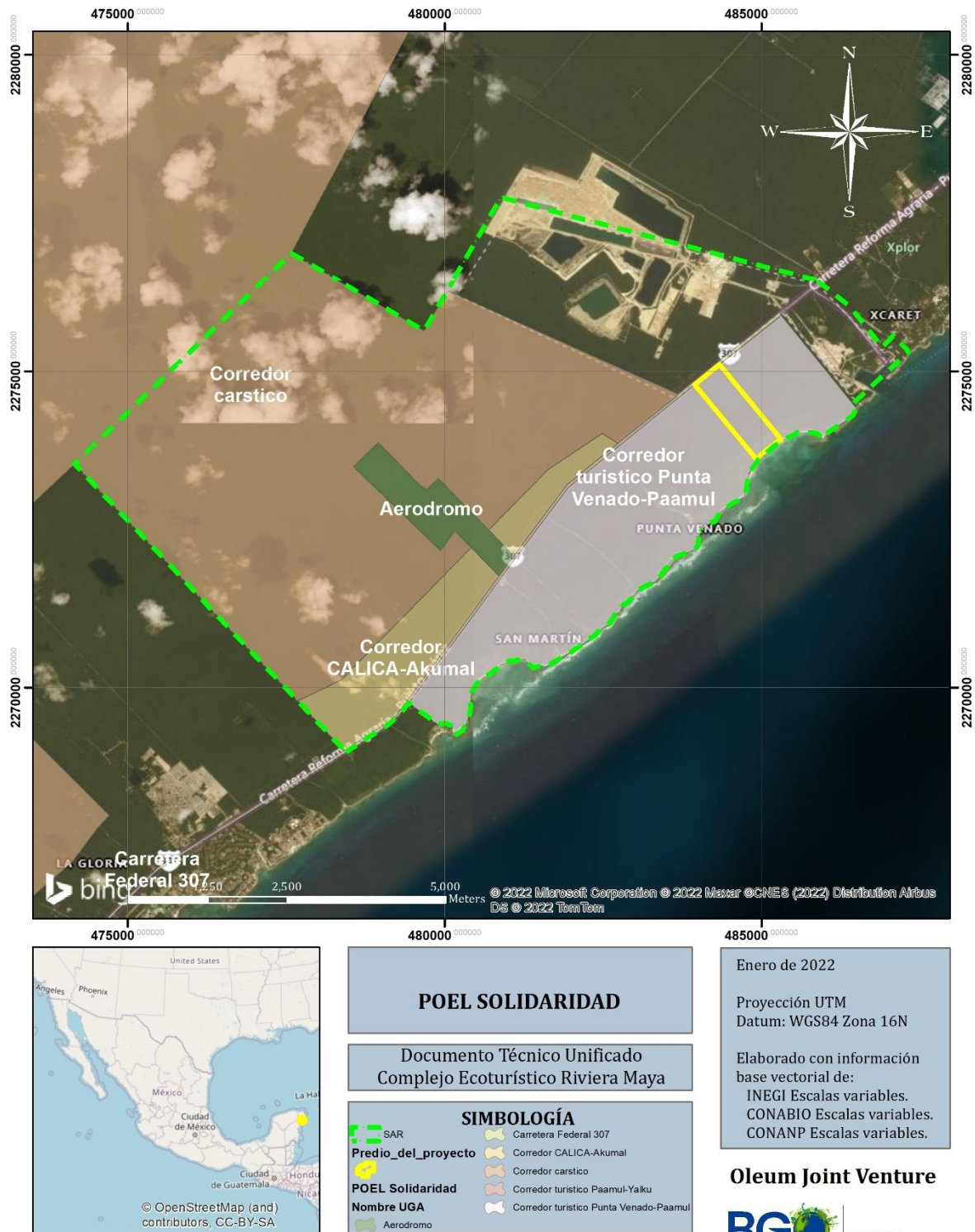


Figura IV.3 UGA's del POEL-S dentro del SAR.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.2 Unidad de Gestión Ambiental (UGA 5)

Unidad de Gestión Ambiental		(UGA): 5
Nombre	Corredor Cárstico	
Política Ambiental	Conservación	
Superficie	47,176.82 hectáreas	
Porcentaje municipal	23.76 %	
Escenario Inicial	Esta unidad se caracteriza por presentar una alta incidencia de procesos cársticos por lo que existen múltiples cenotes, rejolladas y sistemas de cuevas secas e inundadas. La zona presenta algunos caminos de acceso y terracerías, así como usos suburbanos y actividades turísticas, las que se desarrollan sin control alguno.	
Vocación de Uso del Suelo	Área Natural	
Usos Condicionados	Ecoturístico, UMA's, reserva natural, forestal, equipamiento.	
Usos Incompatibles	Agropecuario, agroforestal, agroindustrial, suburbano, urbano, turístico, minero, industrial, deportivo, comercial, parque recreativo, marina.	

Tabla IV.3 Unidad de Gestión Ambiental (UGA 12)

Unidad de Gestión Ambiental		(UGA): 12
Nombre	Corredor Calica Akumal	
Política Ambiental	Aprovechamiento sustentable	
Superficie	1,864.60 hectáreas	
Porcentaje municipal	0.94 %	
Escenario Inicial	El terreno que ocupa esta unidad se ubica sobre una amplia formación geológica con altas posibilidades de extracción de materiales para construcción. En esta zona se encuentra distribuida la mayor parte de los bancos de material existentes en el municipio.	
Vocación de Uso del Suelo	Minería	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Usos Condicionados	Agroindustrial, ecoturístico, suburbano, minero, UMA's, industrial, comercial, deportivo, parque recreativo, equipamiento, reserva natural.
Usos Incompatibles	Forestal, agroforestal, agropecuario, urbano, turístico, marina.

Tabla IV.4 Unidad de Gestión Ambiental (UGA 13)

Unidad de Gestión Ambiental		(UGA): 13
Nombre	Aeródromo	
Política Ambiental	Aprovechamiento sustentable	
Superficie	156.62 hectáreas	
Porcentaje municipal	0.08 %	
Escenario Inicial	El terreno se encuentra en condiciones naturales sin afectaciones significativas.	
Vocación de Uso del Suelo	Equipamiento.	
Usos Condicionados	Equipamiento, minero.	
Usos Incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, ecoturístico, suburbano, urbano, turístico, comercial, UMA's, deportivo, parque recreativo, reserva natural, industrial, marina.	

Tabla IV.5 Unidad de Gestión Ambiental (UGA 16)

Unidad de Gestión Ambiental		(UGA): 16
Nombre	Corredor Turístico Punta Venado-Paamul	
Política Ambiental	Conservación	
Superficie	1,336.14 hectáreas	
Porcentaje municipal	0.67 %	

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Unidad de Gestión Ambiental	(UGA): 16
Escenario Inicial	Esta unidad corresponde a una zona con gran potencial para el desarrollo turístico. Se encuentra en estado natural sin desarrollos turísticos, es muy reducida la superficie afectada.
Vocación de Uso del Suelo	Turística.
Usos Condicionados	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.
Usos Incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional (SAR)

Ubicado en el municipio de solidaridad, abarca un total de 6,308.7537 hectáreas, y comprende un polígono irregular que incluye los componentes ambientales y de estructura característicos de las cuatro UGA's que lo componen. En cuanto al componente ambiental, se encuentra ubicado dentro de la Cuenca de Quintana Roo y también dentro de la Región Zoogeográfica Neotropical, la zona contiene cobertura de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación de Duna Costera, Manglar y zonas desprovistas de vegetación, así como asentamientos humanos. Los tipos de suelos presentes son el Litosol y la Rendzina. También se puede observar en el SAR un tramo de la carretera Federal 307 Cancún-Tulum, que cuenta con líneas de transmisión de energía eléctrica.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

IV.3.1 Medio abiótico

IV.3.1.1 Clima y fenómenos meteorológicos

Para la elaboración de este apartado, se utilizó la información de cuatro (4) estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) (SMN, 2020a) considerando un periodo comprendido entre 1951 y 2010. Dichas estaciones se encuentran distribuidas alrededor del SAR (**Tabla IV.6, Figura IV.4**).

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.6 Ubicación de las estaciones meteorológicas.

Estación	Número de la estación	Municipio	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Playa del Carmen	23163	Solidaridad	2281693.405	491897.129	9.0
Tulum	23025	Tulum	2236507.727	452153.222	10.0
Victoria	23027	Lázaro Cárdenas	2298993.456	470830.534	15.0
Coba	23012	Tulum	2265725.771	423092.8602	5.0

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (2004) y la información obtenida a través del INEGI, tanto en el SAR como en el sitio de proyecto, se registra el tipo de clima cálido subhúmedo Aw2(x'). Este clima (A) es un clima cálido, con un cociente de precipitación/temperatura (P/T) mayor de 55.3 (subhúmedo), con lluvias en verano y sequía en invierno, pero con más del 10.2 % de precipitación anual en el invierno. La temperatura media anual es mayor de 22 °C; en el mes más frío mayor de 18 °C. En la **Figura IV.4**, se representa el tipo de clima registrado en el SAR y sitio de proyecto.

A partir de la información de las cuatro estaciones meteorológicas, se calculó una temperatura media máxima anual de 30.4°C. La temperatura media anual es de 25.1°C y la temperatura mínima promedio de 19.7°C. Históricamente, los meses más calurosos son junio, julio y agosto con temperaturas media anuales mayores a 27°C. Los meses más fríos son diciembre, enero y febrero, con temperaturas medias anuales menores de 23°C (**Tabla IV.7**)

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

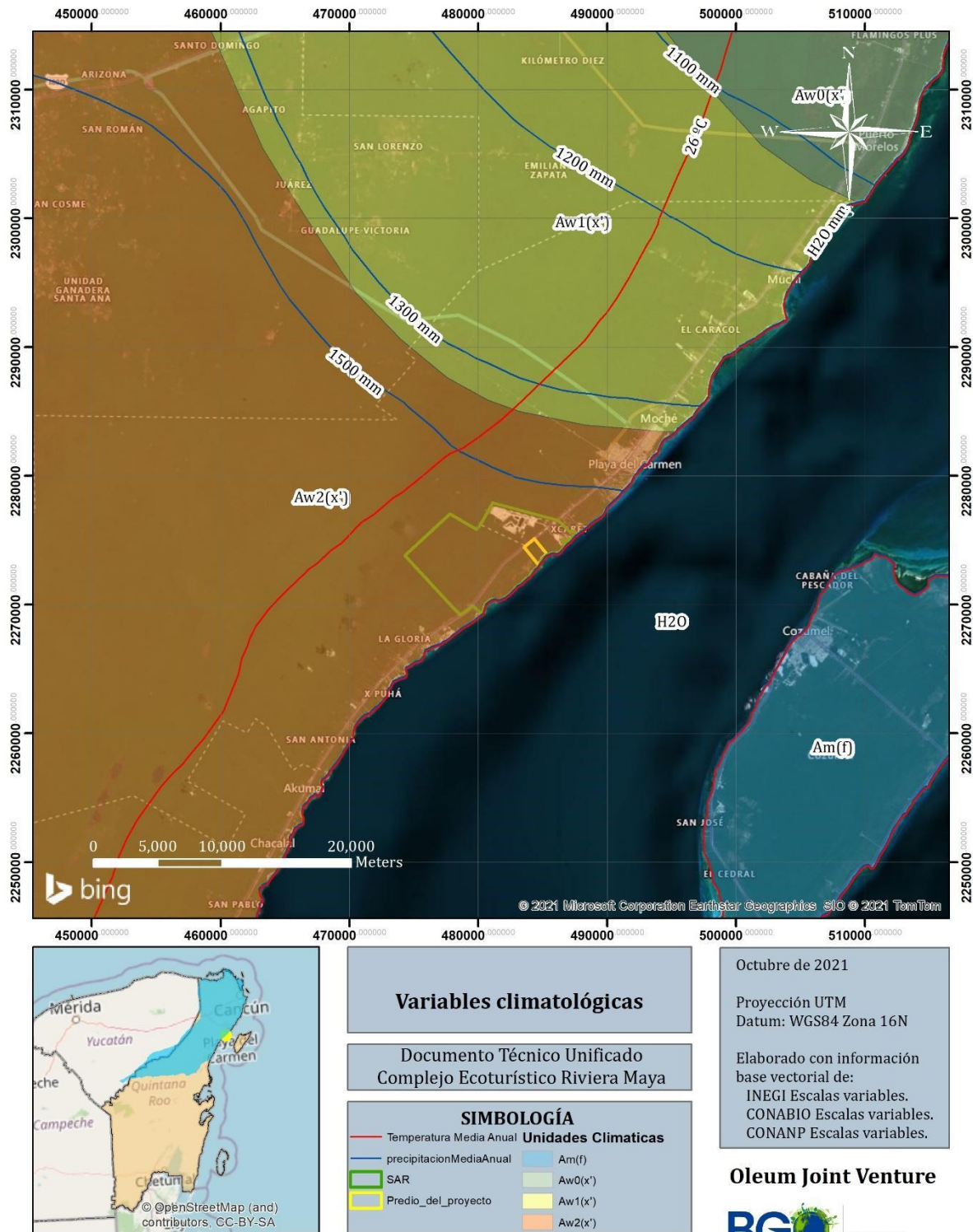


Figura IV.4 Tipos de clima registrados y ubicación de la estación meteorológica Victoria.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.7 Temperaturas máximas, mínimas y medias registradas en las estaciones meteorológicas.

Estación	Temp. (°C)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Máxima	27.8	28.5	29.6	30.8	31.7	32.0	32.5	32.9	32.6	30.8	29.3	28.6	30.6
	Media	22.8	23.4	24.3	26.1	27.3	27.9	28.0	28.0	27.9	26.3	24.4	23.4	25.8
	Mínima	17.9	18.3	19.0	21.3	22.9	23.7	23.5	23.2	23.1	21.7	19.4	18.2	21.0
Tulum (23025)	Máxima	29.3	29.8	30.9	31.4	32.2	32.0	32.3	32.4	31.8	31.2	30.5	29.4	31.1
	Media	23.5	24.0	25.4	26.2	27.0	27.2	27.0	27.1	26.6	25.9	24.9	23.8	25.7
	Mínima	17.8	18.2	19.8	21.1	21.8	22.5	21.7	21.7	21.4	20.6	19.4	18.2	20.4
Victoria (23027)	Máxima	27.1	27.6	28.4	29.8	31.6	31.4	31.7	31.9	31.6	30.3	28.9	27.9	29.9
	Media	21.1	21.5	22.5	24.3	26.2	26.6	26.6	26.8	26.4	25.3	23.6	21.9	24.4
	Mínima	15.1	15.5	16.6	18.9	20.8	21.7	21.6	21.6	21.2	20.2	18.2	15.9	18.9
Coba (23012)	Máxima	26.6	27.8	29.2	30.9	32.0	32.1	32.3	32.4	31.2	29.3	28.7	27.5	30.0
	Media	20.6	21.4	22.9	24.6	25.9	26.7	26.7	27.0	26.1	24.5	23.2	21.6	24.3
	Mínima	14.7	15.1	16.6	18.4	19.9	21.3	21.1	21.7	21.0	19.7	17.1	15.6	18.5

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.2 Precipitación y evaporación promedio mensual

La precipitación media anual registrada en las estaciones varía entre 1,127.4 mm registrada en la estación Coba (23012) a 1,331.2 mm registrada en la estación Playa del Carmen (23163) (**Tabla IV.8**). De acuerdo con los períodos de análisis considerados, la temporada de lluvias comienza en junio y se prolonga hasta octubre con precipitaciones mayores a 100 mm. El mes con menor precipitación es marzo, con precipitaciones menores a 40 mm. En la **Figura IV.5** se representan las isoyetas en el entorno del SAR.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

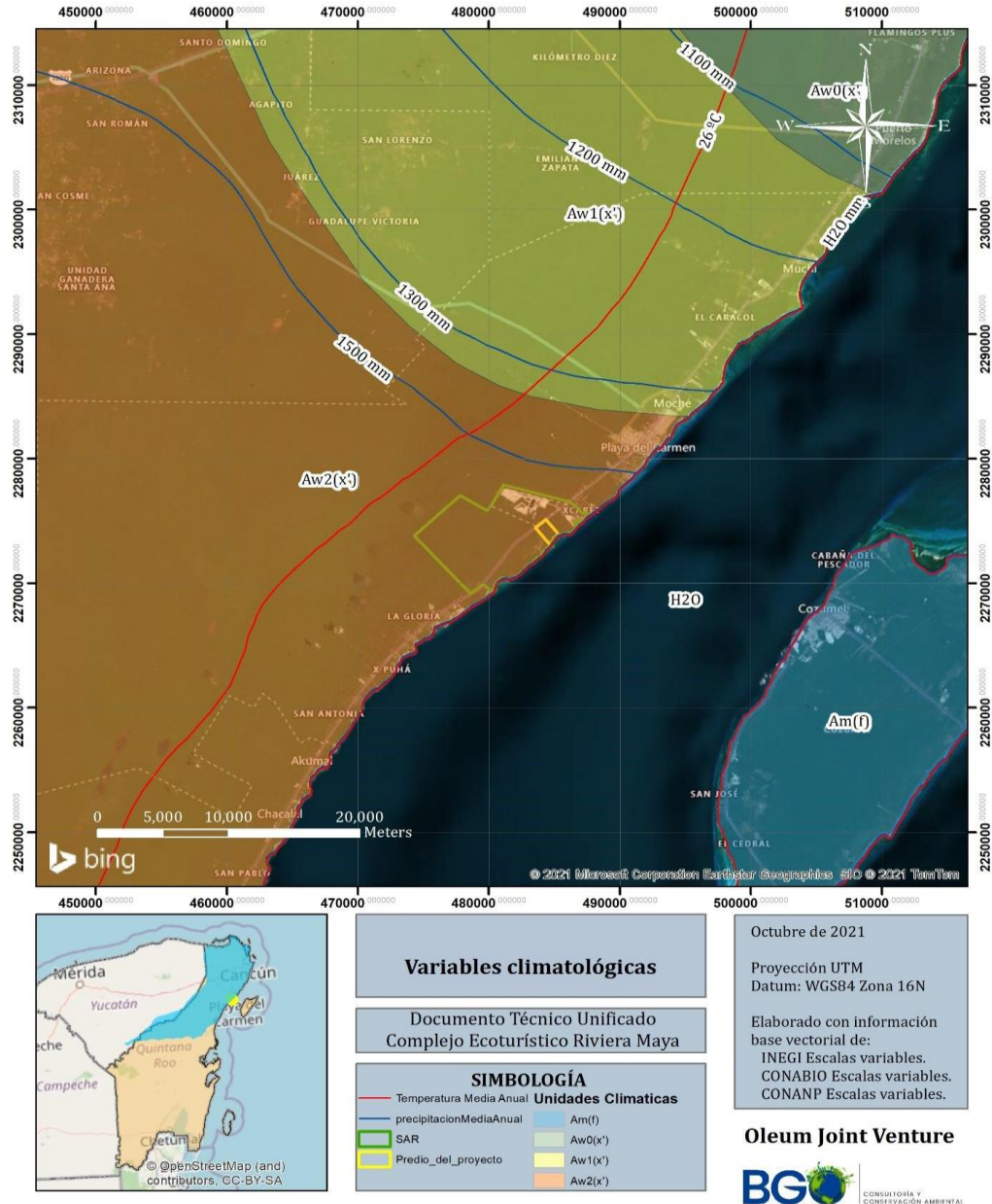


Figura IV.5 Rasgos climáticos: isoyeta, isoterma en el SAR y sitio de Proyecto.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.8 Precipitación mensual registrada en las estaciones meteorológicas.

Estación	Prec. (mm)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Media	61.2	50.5	28.1	51.2	78.1	153.0	126.3	126.3	168.8	284.3	130.3	73.1	1,331.2
	Máxima	174.9	162.7	71.0	286.0	218.0	556.0	335.0	388.8	391.6	538.0	275.1	230.0	
Tulum (23025)	Media	60.7	47.0	31.7	37.6	100.9	156.5	100.4	97.3	167.2	189.2	80.8	64.2	1,133.5
	Máxima	180.0	249.3	92.6	116.4	380.0	410.8	417.1	369.5	411.0	611.5	260.2	172.4	
Victoria (23027)	Media	60.3	49.0	46.7	55.1	119.7	183.0	113.2	167.3	207.9	176.2	88.0	60.1	1,326.5
	Máxima	166.2	232.5	181.0	160.5	633.7	377.0	364.5	312.6	388.5	478.7	388.7	309.5	
Coba (23012)	Media	52.7	38.2	40.4	59.9	97.6	138.2	106.5	153.2	194.4	143.3	66.4	36.6	1,127.4
	Máxima	171.0	119.5	177.5	372.9	293.8	344.9	250.8	323.5	359.1	431.1	132.4	197.7	

Para los datos de evaporación (**Tabla IV.9**), solamente se cuenta con los registros de tres estaciones. En estas estaciones se registraron valores anuales entre 1,497.8 y 1,615.4 mm, siendo los meses de abril y mayo donde se observan valores mayores de evaporación.

Tabla IV.9 Evaporación promedio mensual, registrada de 1951 a 2010.

Estación	Evaporación (mm)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tulum (23025)	101.3	113.9	143.0	160.2	165.8	149.9	158.1	155.2	134.8	123.6	111.3	98.3	1,615.4

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Victoria (23027)	90.5	102.5	143.3	159.5	166.5	141.9	151.8	141.0	116.4	110.9	90.5	83.0	1,497.8
Coba (23012)	90.0	105.9	149.0	172.1	176.4	142.3	149.7	144.7	119.5	114.1	88.6	81.1	1,533.4

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.3 *Fenómenos Climatológicos*

Para los fenómenos climatológicos como lluvia, neblina, granizo y tormentas eléctricas se presentan los datos del promedio mensual de días con dichos fenómenos en la **Tabla IV.10**. Los fenómenos que más se presentan en el SAR son las lluvias con un promedio de 92.7 días al año, seguidos por las tormentas eléctricas con 0.3 días. La niebla solamente se detectó en la estación playa del Carmen. No hubo registros de granizo.

Con respecto al Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres el SAR y el SP tienen una vulnerabilidad alta de inundación (CENAPRED, 2017a) y un peligro muy alto por inundaciones (CENAPRED, 2016). Esto se debe a la cercanía del mar con sus mareas donde los vientos pueden presionar el agua en dirección a la tierra y a los eventos pluviales extremos durante la temporada de huracanes.

En el SAR existen amenazas por huracanes o tormentas tropicales acompañados con intensas lluvias, CENAPRED describe el grado de peligro como muy alto (CENAPRED; 2017b). Desde 1851 hasta el 2019 se han registrado 46 huracanes, 52 tormentas tropicales y 36 depresiones tropicales, esto da un total de 134 ciclones tropicales (SMN, 2020b, NOAA, 2020) en un radio de 200 km alrededor del sitio del proyecto. Se observa que casi cada año ocurre un huracán o una tormenta tropical dentro de este radio que afectan los municipios de Solidaridad y Cozumel, y por lo tanto, el SP.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.10 Promedio mensual de días con lluvia, niebla, granizo y tormentas que se registraron en las estaciones meteorológicas.

Estación	Eventos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Playa del Carmen (23163)	Lluvia	7.7	4.4	3.8	3.7	6.5	10.6	9.3	9.6	14.5	15.9	9.5	7.3	102.8
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
	Granizo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tormenta Eléctrica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tulum (23025)	Lluvia	7.2	4.6	3.3	3.2	5.9	9.7	8.3	8.7	12.8	11.5	8.2	7.1	90.5
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.5
Victoria (23027)	Lluvia	7.4	4.9	4.1	4.1	6.8	11.7	9.6	12.4	15.0	12.4	8.8	7.2	104.4
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Coba (23012)	Lluvia	4.3	2.9	2.8	3.0	4.7	7.5	7.2	9.3	12.4	9.4	6.1	3.5	73.1
	Niebla	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Tormenta Eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.4 Calidad del aire

La contaminación atmosférica es consecuencia en su mayor parte de las actividades humanas, las cuales son intensificadas o disminuidas por las condiciones climáticas. Algunos contaminantes causan efectos adversos sobre la salud, ocasionando, por ejemplo, enfermedades respiratorias y problemas cardiovasculares (SEMARNAT, 2013). En la Tabla IV.11 se presentan las emisiones atmosféricas para las partículas menores a 10 micrómetros (PM10) y menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), Óxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NOX), compuestos orgánicos volátiles (COV) y para el amoníaco (NH₃) para los municipios de Solidaridad y Cozumel. También se presentan las cantidades de emisiones a nivel estatal como comparativo. Aunque en la zona la industria es limitada, las actividades laborales cotidianas de los habitantes son las causas del levantamiento de partículas que se transportan y asientan dependiendo de la dirección y velocidad del viento. En la **Tabla IV.12** se presentan los inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos de los municipios de Solidaridad y Cozumel por fuente de emisión (SEMARNAT, 2016).

Tabla IV.11 Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por municipio y estado (2016)

Estado	Municipio	Contaminante						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
	Solidaridad	378.83	211.62	106.23	17,314.60	3,327.92	19,363.80	264.58
	Cozumel	196.61	118.01	72.18	14,763.18	1822.34	7,812.57	144.36
Quintana Roo		7,682.32	5,093.62	1,056.34	144,580.56	28,657.91	157,691.48	3,532.08

Todos los valores en toneladas

Tabla IV.12 Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos por fuente (2016) en los municipios de Solidaridad y Cozumel.

Municipio	Tipo de Fuente	Contaminante						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
Solidaridad	Fuentes móviles	153.32	140.21	97.08	17,042.85	2,972.98	1,537.01	34.74
	Fuentes fijas	21.43	17.92	8.48	27.63	128.24	8.49	0.00
	Fuente natural	0.00	0.00	0.00	0.00	146.27	15,359.69	0.00

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Municipio	Tipo de Fuente	Contaminante						
		PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NOX	COV	NH ₃
	Fuente de área	204.08	53.49	0.66	244.12	80.43	2,458.61	229.84
	Total	378.83	211.62	106.23	17,314.60	3,327.92	19,363.80	264.58
Cozumel	Fuentes móviles	97.43	88.92	68.12	14,597.29	1,614.43	1,279.96	31.80
	Fuentes fijas	5.15	1.37	3.68	5.91	74.97	0.92	5.15
	Fuente natural	0.00	0.00	0.00	0.00	99.20	5,510.99	0.00
	Fuente de área	94.03	27.73	0.38	159.98	33.74	1,020.70	112.55
	Total	196.61	118.01	72.18	14,763.18	1,822.34	7,812.57	144.36

Todos los valores en toneladas

IV.3.1.5 Geomorfología y Fisiografía

El SAR y el SP se encuentran ubicados en la zona oriental de la provincia fisiográfica “Península de Yucatán” (Raíz, 1959). Esta provincia esta subdivida en las subprovincias “Costa Baja de Quintana Roo”, “Carso y Lomeríos de Campeche” y “Carso Yucateco” siendo esta última donde se localiza el SAR y el SP (Figura IV.5 y IV.6).

La provincia fisiográfica “Península de Yucatán” ocupa los estados de Yucatán, Quintana Roo y partes de Campeche y conforma la plataforma calcárea de Yucatán, que se caracteriza por una superficie plana, principalmente en la porción norte de la Península y lomeríos prolongados. La altitud de la península es en general inferior a los 100 m sobre el nivel del mar, solamente en los lomeríos alcanza altitudes a más de 200 m (DOF, 2013). En el centro de la provincia fisiografía existe una pequeña cadena de lomeríos bajos que se extiende desde Maxcanú hasta Peto (Yucatán), se conoce regionalmente como Sierrita de Ticul (con elevaciones de 130 a 150 m sobre el nivel del mar) (González Medrano, 2004).

Las formas kársticas que se formaron por la disolución de las rocas calcáreas incluyen oquedades e incluso cuevas o cavernas, y cuando ocurren hundimientos parciales se forman dolinas y con un derrumbe total se forman cenotes. Otros rasgos topográficos característicos de la provincia son las “aguadas”, lagunas de aguas someras de tamaño pequeño que se forman a partir de cenotes antiguos y se rellenan con material de arcillas poco permeables provenientes de las paredes de la propia dolina. El material de relleno lo eleva el fondo y termina por encima

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

del nivel de circulación de las aguas subterráneas. Cuando las dolinas quedan por encima de la circulación de agua subterránea y se llenan de suelo rojizo son denominados “joyas” (hoyas). Además, se formaron lagunas y llanuras de inundación. En la línea de costa se presentan playas angostas y rocosas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

La Península de Yucatán es una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas, que fisiográficamente se dividió en una plataforma sumergida y una plataforma emergida. La primera está limitada por escarpes, y se caracteriza por ser una plataforma submarina somera y amplia que forma el banco de Yucatán-Campeche. Su característica principal es la presencia de arrecifes de coral, alojados en la periferia y la presencia de terrazas sumergidas relacionadas con antiguas líneas de costa. La plataforma emergida está limitada por las costas y está constituida de calizas horizontalmente estratificadas.

La subprovincia fisiográfica de “Carso Yucateco” donde en su centro-este se localiza el SAR, está caracterizado por una planicie calcárea con muy ligeras ondulaciones y un ligero declive que desciende desde el alrededor de 50 m sobre el nivel del mar hasta la costa. Al centro-norte de la plataforma se registraron fallas tectónicas orientadas en dirección NE, las cuales conforman depresiones longitudinales donde se desplazan lagunas permanentes como las de Cobá y Chichancanab.

Las provincias y subprovincias fisiográficas con sus características edafológicas y geológicas determinan las topoformas del SAR. La unidad geomorfológica en el SAR y en el SP se identificó como llanura (llanura rocosa de piso rocoso o cementado) (**Ilustración IV.1**). Las alturas que se observan en el SAR varían de 15 m. s. n. m. en el oeste que descienden a 0 m en el este. El relieve es plano, el suelo es altamente permeable y la existencia de fallas y fracturas favorecen la infiltración del agua al subsuelo donde con la interacción con las rocas calcáreas producen los fenómenos del Karst, característico de la región (**Ilustración IV.2**) (DOF, 2013). El área del SP presenta un relieve plano con una pendiente promedio de menos de 1 % (**Figura IV.8**)

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

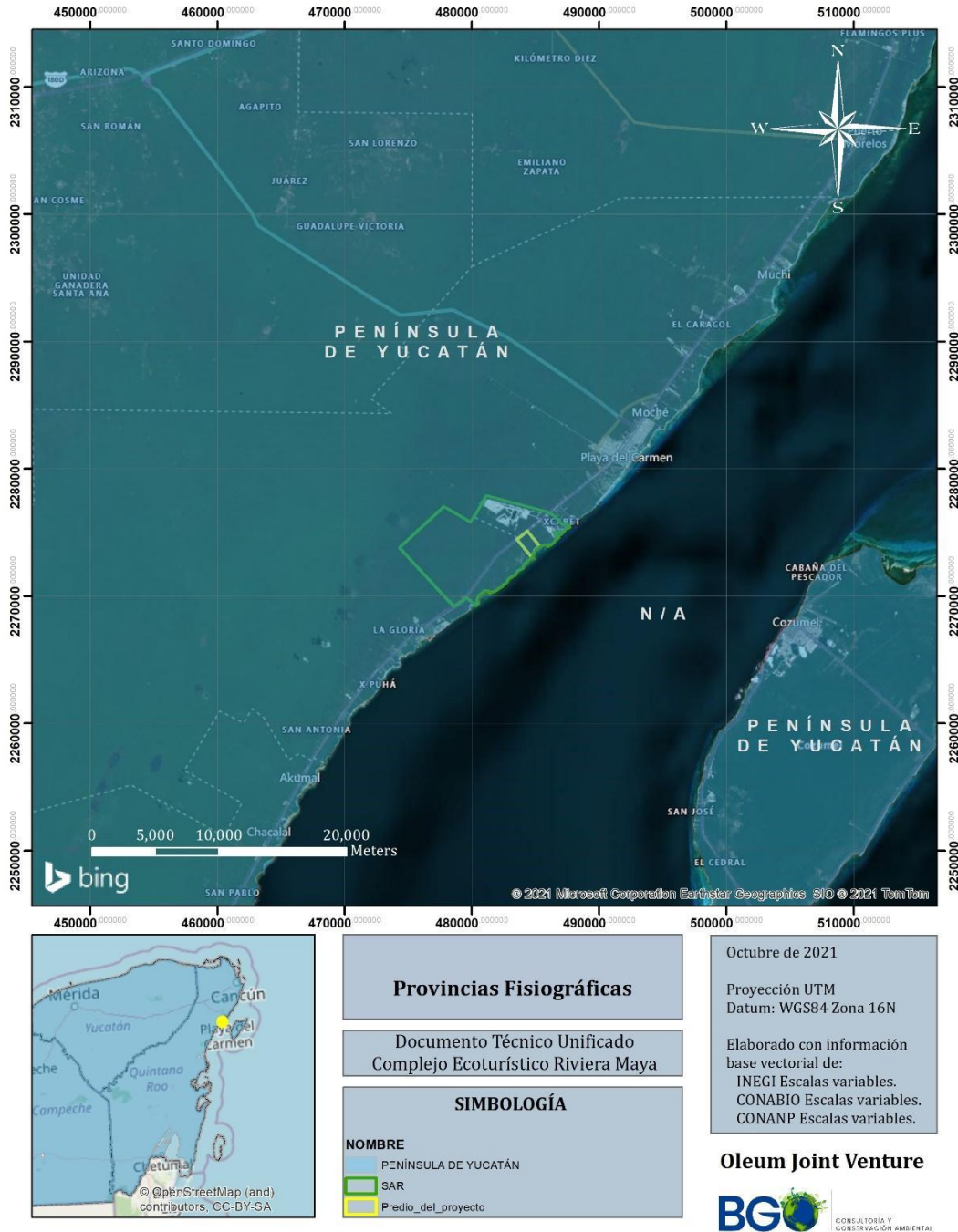


Figura IV.6 La Provincia Fisiográfica dentro de la cual se encuentra inmerso el SAR.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

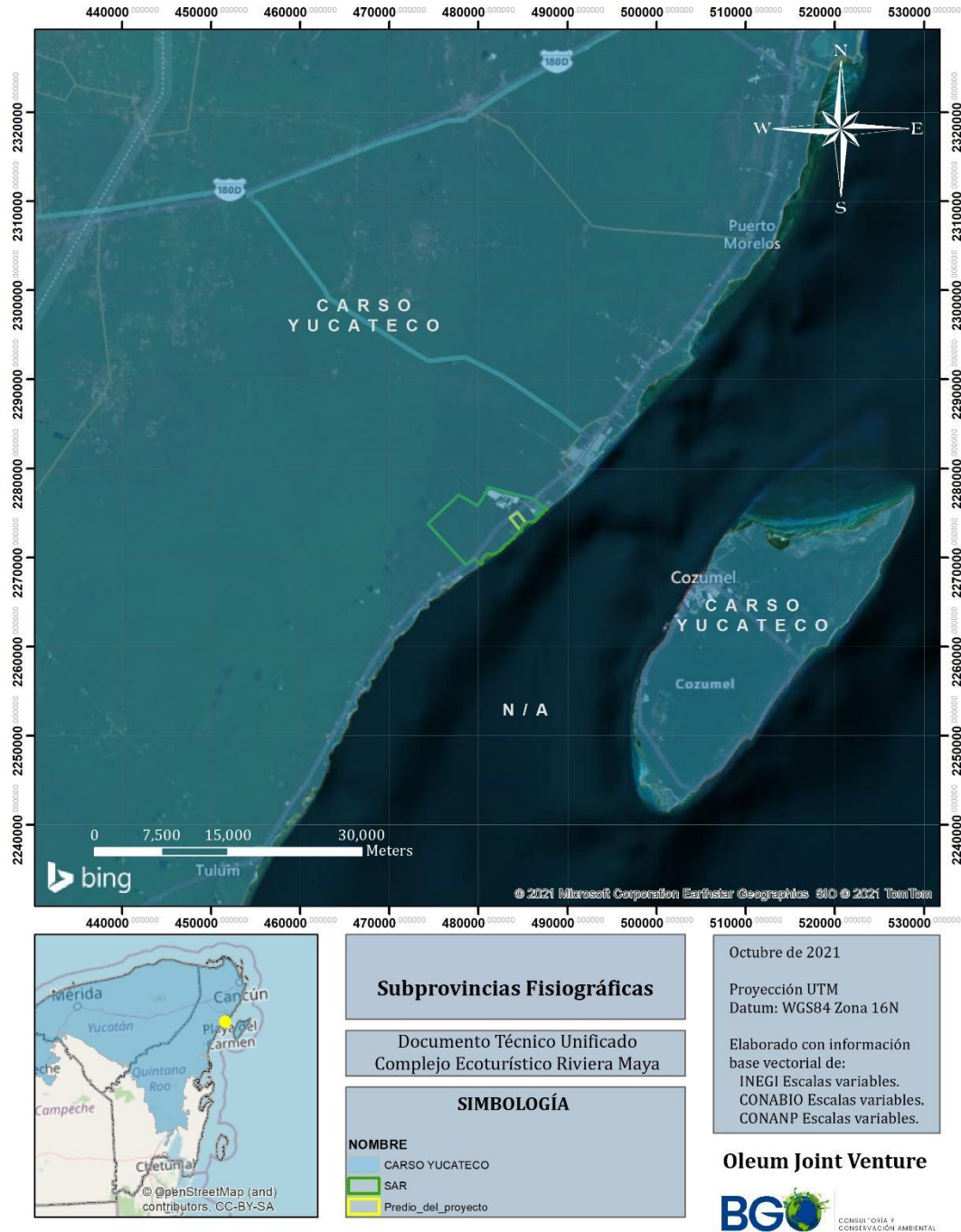


Figura IV.7 Distribución de las Subprovincias Fisiográficas en la península de Yucatán.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Ilustración IV.1 La superficie rocosa de la unidad geomorfológica de llanura rocosa de piso rocoso o cementado.



Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Ilustración IV.2 Fenómenos de karst (una cueva de menor dimensión) en el sitio de proyecto.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

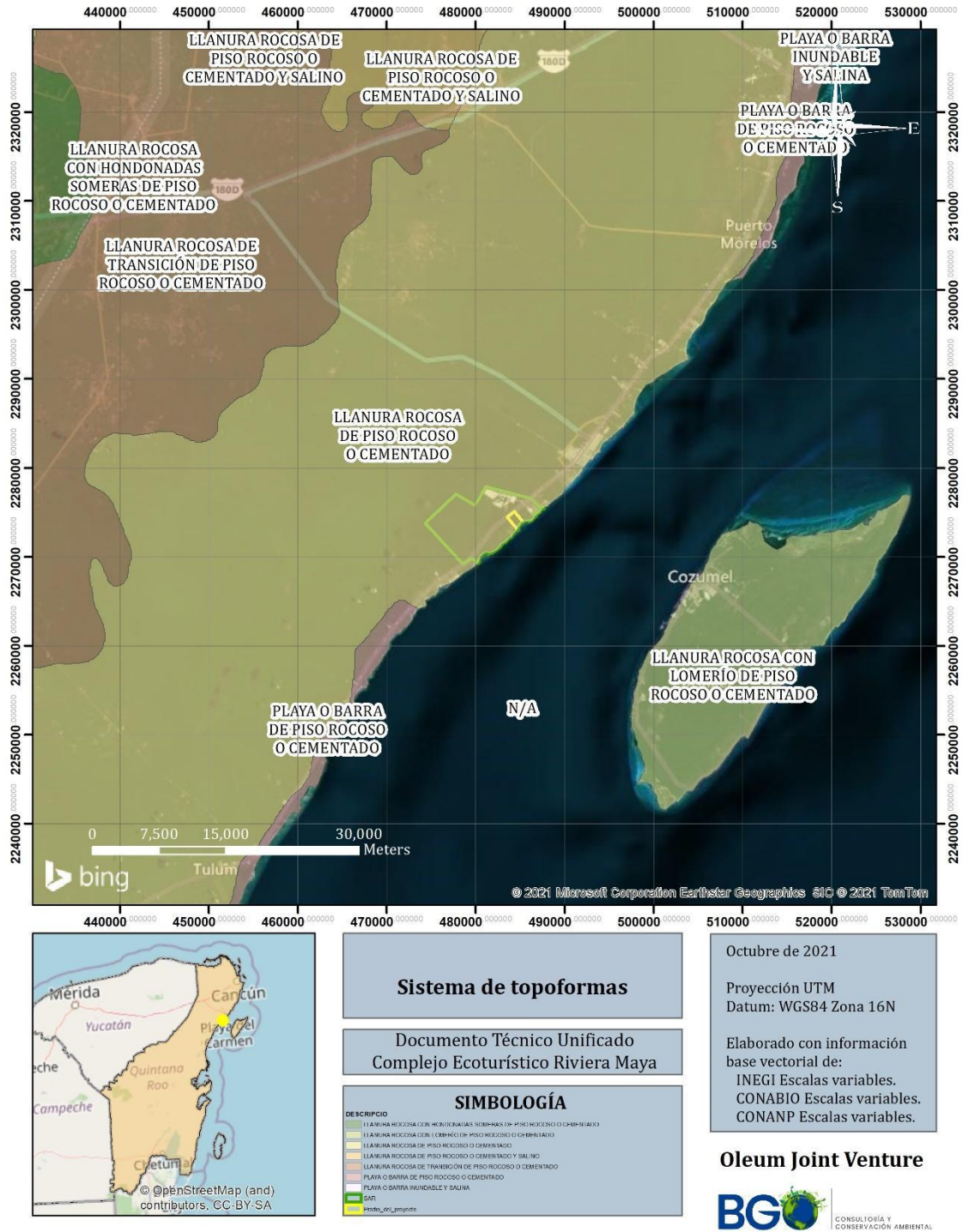


Figura IV.8 Topofomas presentes en el SAR y SP.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.6 Susceptibilidad del SAR a sismos, deslizamientos, derrumbes y actividad volcánica

La actividad sísmica en la República Mexicana es el resultado de la interacción de las placas de Cocos, Norteamérica, Rivera y del Caribe. El SAR se ubica dentro de la zona A, de acuerdo con la zonificación establecida por la Comisión Federal de Electricidad, por lo que existe probabilidad escasa de sismo, lo que representa un riesgo bajo (CFE, 2015). En el periodo de 1900 a 2019 se reportaron dos (2) sismos de magnitud baja de acuerdo con la escala de Richter en las inmediaciones del SAR a un radio de 200 km (

Tabla IV.2) (Figura IV.9) (SSN, 2020).

Tabla IV.13 Localización y Magnitud de los sismos registrados en los últimos años en el entorno del SAR.

Latitud	Longitud	Fecha	Prof.(km)	Magnitud	Zona
19.04	-88.08	6/10/2002	12	4.6	60 km al sur de Carrillo Puerto, QR
20.318	-87.5048	1/11/2015	5	4.2	56 km al suroeste de Playa del Carmen, QR

En el SAR no se observaron derrumbes o deslizamiento en el campo.

Documento Técnico Unificado
 Complejo Ecoturístico Riviera Maya

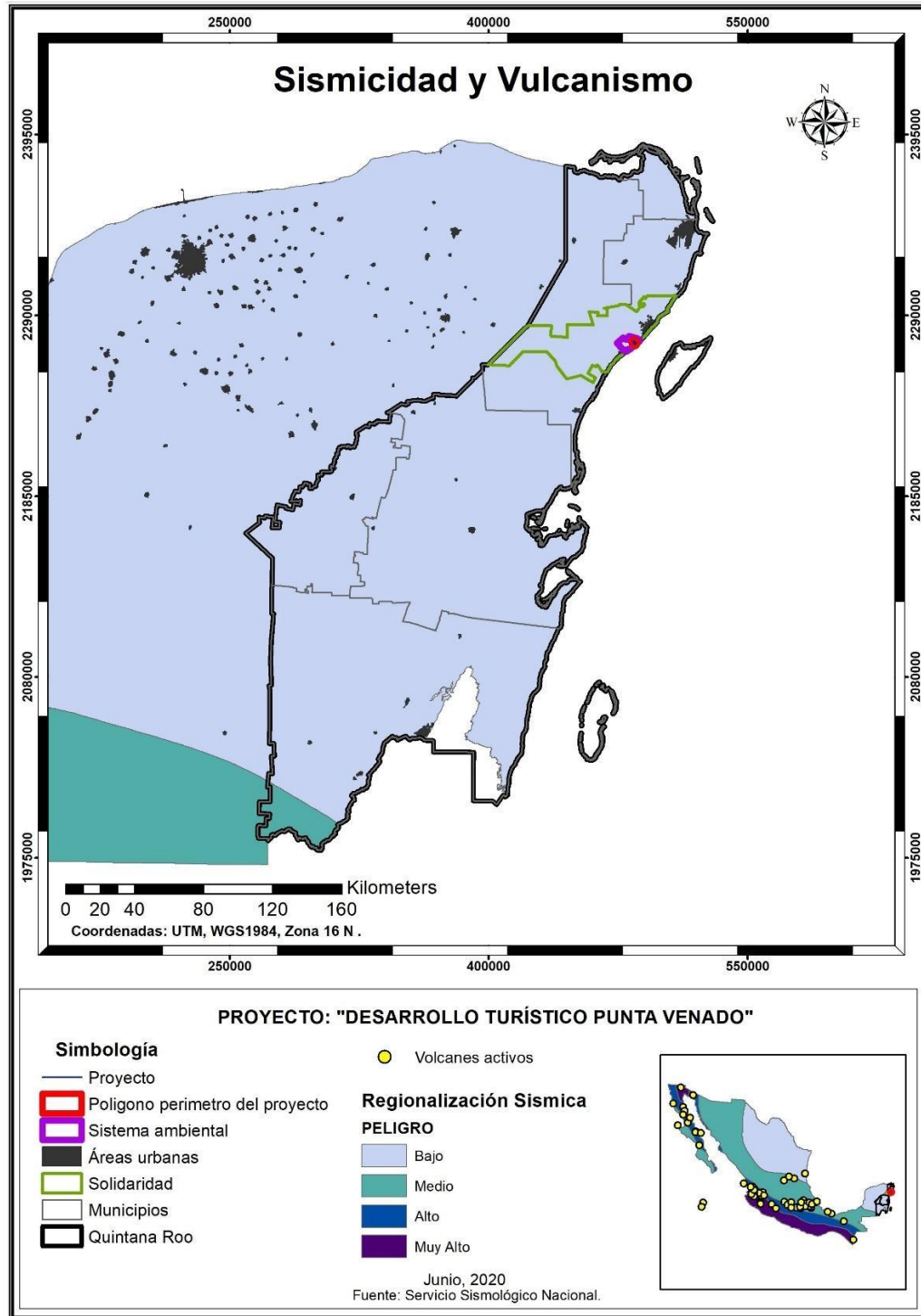


Figura IV.9 La sismicidad en la península de Yucatán

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.7 Geología

Estratigráficamente el SAR y el sitio de proyecto se encuentran dentro de la provincia geológica denominada Plataforma de Yucatán, una plataforma parcialmente emergida, constituida por rocas carbonatadas y evaporíticas de edad Mesozoico Tardío y Cenozoico (González Hita, 2000).

Las rocas más antiguas en la plataforma son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas del Paleoceno-Eoceno, de coloración clara y con intercalaciones delgadas de margas y evaporitas constituidas por yeso, anhidrita -sulfatos de calcio- y halita -cloruro de sodio, que afloran en la porción sur del Estado de Yucatán y tienen espesor de varios cientos de m. Las rocas más jóvenes afloran en áreas dispersas y corresponden a coquinas, calizas y depósitos de litoral areno-arcilloso en la franja costera, material residual arcilloso y calichoso, producto de alteración, de espesor reducido (DOF, 2013).

La unidad más antigua en el SAR corresponde a la Formación Carrillo Puerto, que está constituida por una secuencia de caliza karstificadas y boundstone (coquina) de edad Mioceno-Plioceno. Sobreyaciendo a la unidad anterior se depositaron sedimentos cuaternarios de areniscas poco consolidados, constituida por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita del Pleistoceno. Esta unidad se desarrolló principalmente a lo largo de la costa. Otros depósitos del cuaternario más recientes que existen en la península de Yucatán son descritos como depósitos lacustres, palustres y litorales (SGM, 2006) (**Figura IV.10**).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

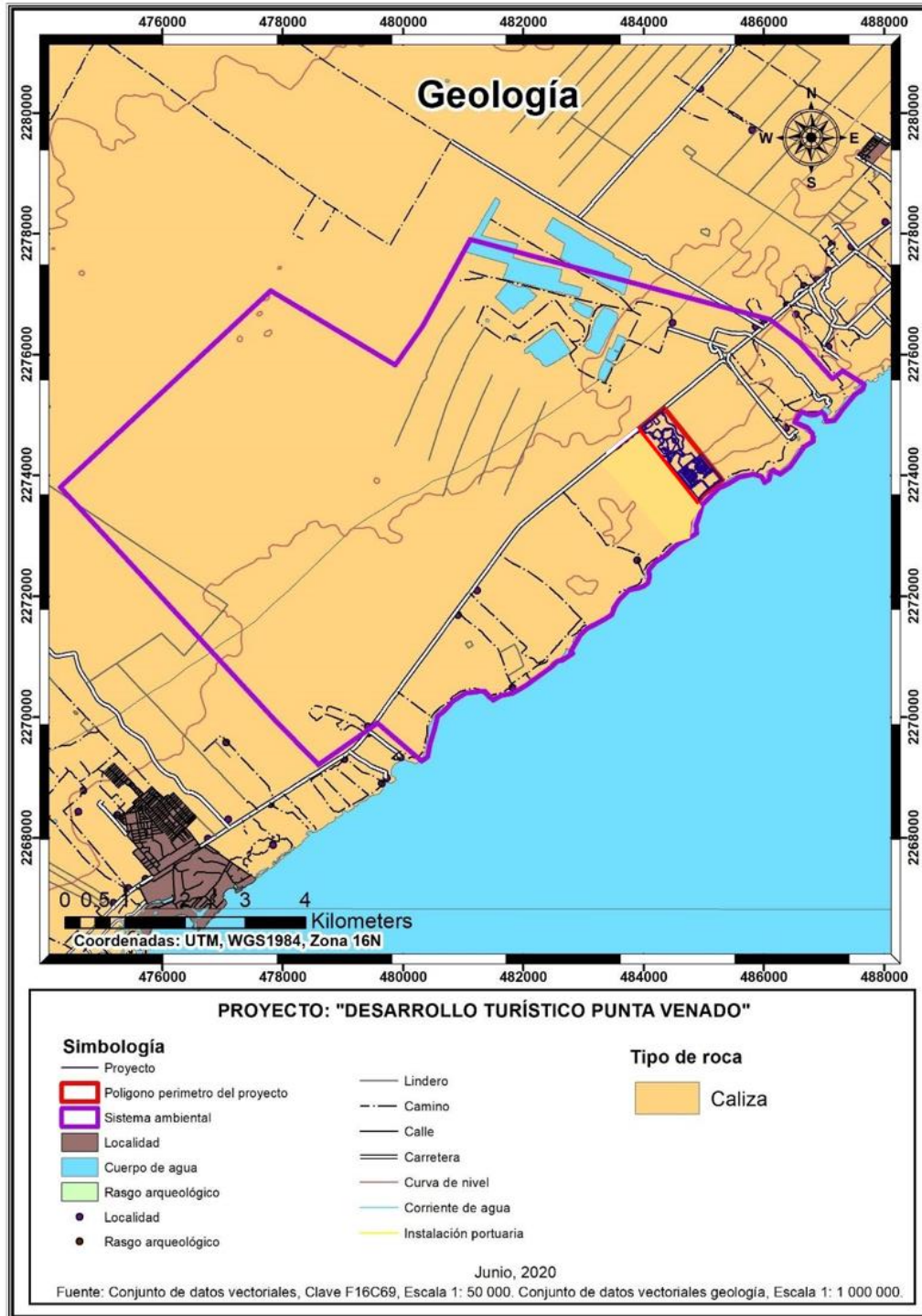


Figura IV.10 Geología (unidades estratigráficas) en el SAR y sitio del proyecto

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En el sitio de proyecto se encuentran afloramientos de origen sedimentario del Cuaternario, que consisten en depósitos calcáreos y sedimentos de areniscas. Las areniscas son poco consolidadas, constituidas por fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita en estratos laminares y en algunas zonas presentan una estratificación cruzada (**Ilustración IV.3 y Ilustración IV.4**). Los depósitos carbonatados se encuentran distribuidos en una franja aproximada de 1 km a partir de la línea de costa, la cuales están separadas de los depósitos de areniscas por una zona lagunar con depósitos de lodos calcáreos, arcillas y arena.

La estratigrafía de la península de Yucatán es el resultado de varios eventos de transgresiones marinas que ocurrieron desde la separación de las plataformas de Yucatán y Florida en el Cretácico. Con las diferentes condiciones durante las transgresiones se definió el depósito según si las aguas se encontraron más o menos profundas; se encontraron evidencias de un arrecife restringido con wackestone (una roca de carbonato con soporte de lodo que contiene más del 10% de granos) -grainstone (una roca de carbonato con grano que contiene menos del 10% de material de grado de lodo), sistemas de bancos oolíticos, sistemas de parches arrecifales y depósitos de plataformas abiertas constituida por wackestone. Así se registraron eventos importantes durante el Cretácico medio y superior, varios eventos en el terciario hasta las últimas transgresiones con los depósitos recientes y caracterizados por zonas de pantanos y bioclastos derivados de las unidades más antiguas (SGM, 2006).

Cerca de las ciudades Playa de Carmen, Tulum y Puerto Morelos, existen varias plantas procesadoras de minerales industriales y productores de agregados pétreos grava y arena. Además, se localizan bancos de donde se extrae material para relleno de caminos, carreteras y para la construcción (SGM, 2006).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Ilustración IV.3 Depósitos de areniscas en la costa.



Ilustración IV.4 Fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita formando la arenisca.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.7.1 Presencia de fallas y fracturas

Las unidades que conforman la provincia geológica de la plataforma de Yucatán se encuentran sin deformación significativa, pero es posible observar ligeras ondulaciones y hasta pliegues especialmente en el sur de la plataforma. El Servicio Geológico Mexicano, mediante percepción remota, detectó lineamientos de orientación NE-SO que fueron interpretadas como fallas normales derivadas de una tectónica distensiva. Estas fallas conforman la depresión Ignacio Zaragoza-Chumpón de la cual la delimitación oriental de lineamientos Tulum, Pozo, Constituyentes, Juárez y Agua Azul se encuentran a 20 km al oeste del SAR. Esta depresión se prolonga en una longitud de 122 km y con un ancho de 25 km en el norte y más ancho con 42 km hacia suroeste, afecta las rocas de la Formación Carrillo Puerto (SGM, 2006).

Otros ejes estructurales principales en la plataforma de Yucatán presentan una orientación ONO - ESE y NNE - SSO, que se asocian con la Sierrita de Ticul, en el Estado de Yucatán y el Sistema Bacalar-Río Hondo, en el Estado de Quintana Roo (DOF, 2013).

Los estratos en la porción sur de la plataforma son interrumpidos por una serie de fallas normales escalonadas de varios kilómetros de longitud y con desniveles de 10 a 100 m formando fosas y pilares. Algunas de las fosas se convirtieron gradualmente en pantanos, lagos y lagunas (ej. Laguna de Bacalar) (DOF, 2013).

En el área del SP no se encuentran deformaciones significativas o rasgos de cualquier evento tectónico fuerte. CAPAGHC (Consultores en agua potable, alcantarillado, geohidrología & hidráulica Costera) (2007) se ha reconocido lineamientos superficiales importantes de estructuras kársticas como cenotes, dolinas y depresiones originadas a partir de una red de fracturamiento con orientación general NO-SE. A la mitad del sitio de proyecto se identificó una falla normal con dirección NE-SO que originó el Manglar.

IV.3.1.8 Suelo

La composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por el relieve del área y por los procesos resultantes de las actividades humanas. Dentro del SAR se encuentran dos tipos de suelo: Leptosol y Arenosol. El Leptosol se ubica en la mayor parte del SAR y en el sitio de proyecto, el arenosol cubre la franja de la costa. Principalmente existe una escasez de suelo en el SAR y sitio de proyecto por las características de calizas de karstificación dejan poco residuo para que se desarrolle un suelo (

Figura IV.11).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

A continuación, se presenta una breve descripción de las características principales de estos tipos de suelo encontrados en el SAR. Estos datos corresponden a información disponible a través del INEGI (2007) "Conjunto de Datos Vectorial Edafológico. Escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Cozumel" y por la Food and Agriculture Organization (FAO) (IUSS, 2007) "Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007".

Leptosol (LP). Se trata de un tipo de suelo con limitación severa para enraizamiento, compuesto de varios tipos de rocas o material no consolidado con menos de 10 % de material fino, muy somero, sobre roca dura o material calcáreo, hasta una profundidad de 25 cm, donde inicia la roca dura. Se encuentran principalmente en tierras de mediana altitud o una topografía altamente disectada, particularmente en áreas fuertemente erosionadas. Por la poca profundidad de suelo, ellos son poco atractivos para cultivos de arado y tienen un potencial limitado para producción de cultivos de árboles o extensos pastizales. Su mejor apariencia es bajo bosques. Hidrológicamente son suelos con buen drenaje superficial, la retención de agua es por el mínimo contenido de material fino. La erosión es considerable cuando se trata de un área sobreexplotada ambientalmente, con deterioro de bosques o vegetación, o por afectaciones por actividades humanas.

Este tipo de suelo es el que presenta mayor extensión en el SAR con un contenido de carbono orgánico en la fracción de tierra fina como promedio de 1 % o más, hasta una profundidad de 50 cm y un horizonte mólico que está inmediatamente por encima de material calcárico con más de 40 % de carbonato de calcio.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

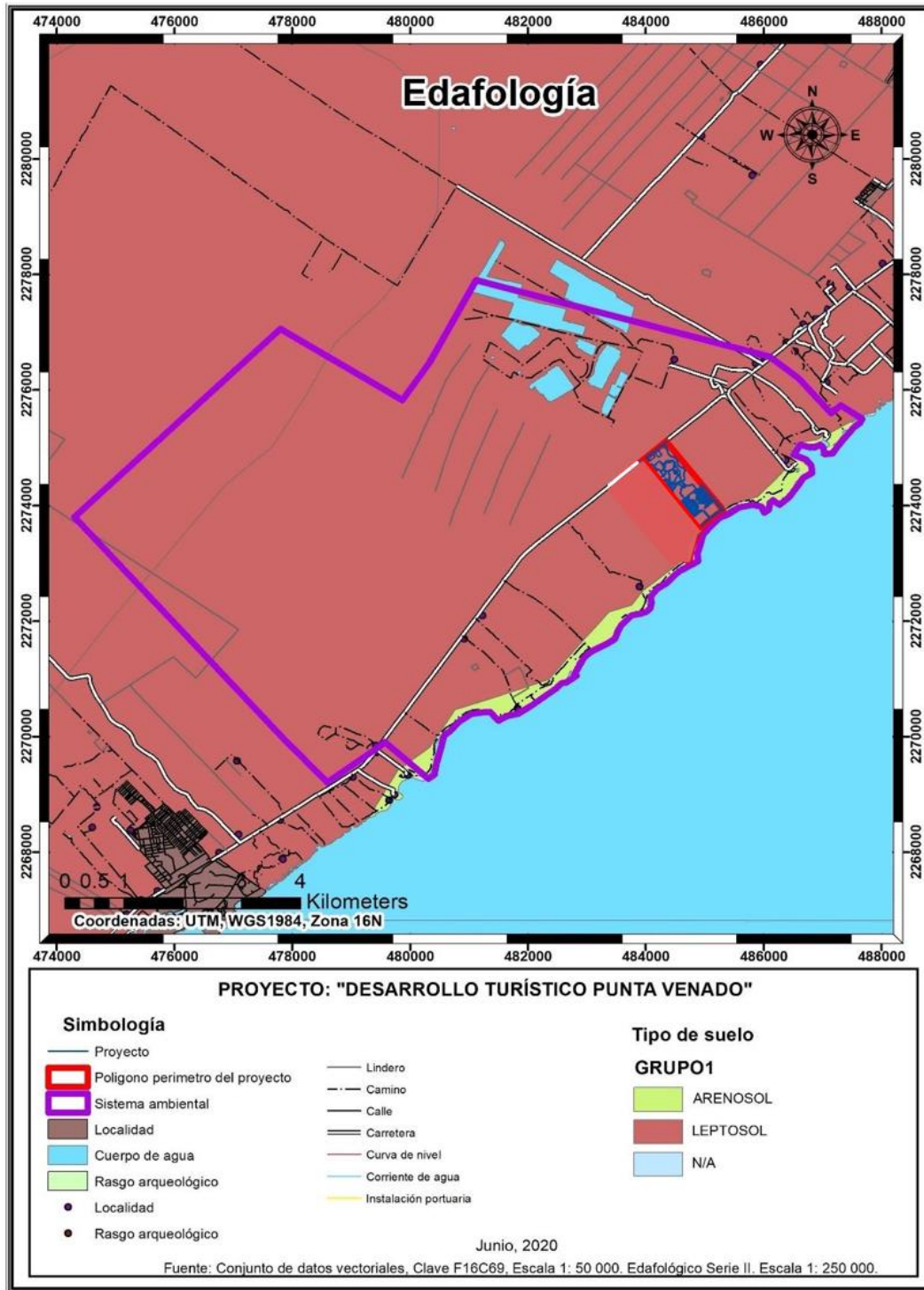


Figura IV.11 Principales unidades edafológicas en el SAR y sitio del Proyecto.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Arenosol (AR). Son suelos arenosos incluyendo suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricas en cuarzo, y suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas. Existen en varias zonas climáticas desde árido cálido hasta húmedo frío y se presenta en diferentes geformas, entre ellos dunas y cordones de playa (**Ilustración IV.5**). La vegetación varía desde vegetación de desierto hasta bosques ligeros. En los trópicos perhúmedos se desarrollan horizontes eluviales álbicos gruesos. Son difíciles de manejarlo en los trópicos húmedos, se recomienda dejarlos bajo su vegetación natural. Como todos los elementos nutrientes se concentran en la biomasa y en la materia orgánica del suelo, el desmonte de la tierra inevitablemente producirá tierras estériles infértiles sin valor ecológico en términos de servicios ambientales. En este sentido, el presente Documento Técnico unificado (DTU), pretende la autorización para el cambio de uso de suelo, de terrenos forestales a un uso de suelo Turístico, de acuerdo con la vocación del uso de suelo y la tendencia de desarrollo en la región. Es importante mencionar, que la superficie que se pretende intervenir con el proyecto es del 35.29% de la superficie total del proyecto, por lo que el porcentaje restante no sufrirá ninguna modificación. Adicionalmente, se integrarán elementos que permitan la continuidad del funcionamiento de los ecosistemas, como la integración de corredores biológicos, la instalación de un Puente de madera para no realizar una modificación del Manglar.

En la zona litoral del SAR se encuentra este suelo con material calcáreo en una profundidad de 20 cm con un contenido de por lo menos 15% o más de sodio intercambiable y magnesio en el complejo de intercambio dentro de 50 cm desde la superficie.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Ilustración IV.5 La playa con los depósitos de arena constituyendo el suelo arenoso.

IV.3.1.8.1 Degradación de las unidades edafológicas y geológicas

La susceptibilidad del suelo ante la degradación está determinada por factores ambientales que afectan el suelo de manera diferente. Se reconocen dos procesos, el primero implica el desplazamiento del material del suelo causado por una erosión hídrica o eólica y el segundo implica una pérdida en la calidad de suelo como una degradación química (disminución o eliminación de su productividad biológica por la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes) o física (modificación de la estructura, se manifiesta en la pérdida o disminución de su capacidad para absorber o almacenar agua).

De manera general en el SAR definido para el proyecto no se detectó ningún tipo de erosión ni hídrica ni eólica. Solamente SEMARNAT y CP (Colegio de Postgraduados) (2003) reportan para la zona costera una degradación física extrema del suelo por pérdida de la función productiva por la urbanización en esta área. Tierra adentro se informa sobre una degradación química ligera por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica causado por la deforestación y remoción de la vegetación en esta área.

Para los dos tipos de suelos en el SAR se presentan en la Tabla IV.14 el índice de erodabilidad K.

Tabla IV.14 Índice de erodabilidad K para los suelos.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tipo de suelo	Textura	K
Leptosol	Media	0.02
Arenosoles	Gruesa	0.013

En el siguiente apartado se realizó un análisis de pérdida de suelo para estimar el grado de erosión hídrica en el SAR y en el sitio de proyecto en su estado actual, así como una proyección del estado final cuando el sitio esté establecido en las condiciones que permite el funcionamiento de la obra sin mayores afectaciones al ambiente.

Para el análisis de la pérdida de suelo se utilizó la metodología de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés) establecida por Wischmeyer y Smith (1978). En esta ecuación se consideran los principales factores que determinan el grado y tasa de erosión como la precipitación, la topografía, los índices de la erodabilidad del suelo, así como la cobertura vegetal y el uso actual del suelo.

Con estos factores se define el riesgo de erosión dentro del SAR y en el sitio de proyecto tal como se aprecia en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo:

$$A = f (R, K; L, S, C, P)$$

Donde:

A: pérdida media anual de suelo ($t \cdot ha^{-1} \cdot año^{-1}$).

R: erosividad de la lluvia (Energía erosiva) ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$).

K: erodabilidad del suelo [$t \cdot ha \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot ha^{-1} \cdot cm^{-1}$]

L: longitud de la pendiente (m).

S: pendiente (adimensional)

C: cubierta vegetal y manejo del recurso (adimensional)

P: técnica de conservación aplicada (adimensional).

Para la determinación de cada factor se utilizaron los datos disponibles y utilizados para la caracterización ambiental del SAR. Estos datos que describen la precipitación (R), la topografía (LS), la erodabilidad de suelo (K), la cobertura vegetal y el uso actual del suelo (C) fueron asignados a cada polígono respectivo de su capa (formato shape) y transformado a formato ráster para generar matrices de datos y valores numéricos de cada una de las coberturas para el cálculo final de la erosión media anual donde se multiplicaron para obtener el resultado

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

final. Este cálculo se realizó mediante los programas de Sistemas de Información Geográfica GRASS GIS 7.8.2 y QGIS 3.10.2. A continuación, se describe cada uno de los factores considerados en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo y que fueron utilizados en la determinación de la tasa de erosión de suelo en el SAR, SP y en los polígonos forestales.

Erosividad (R)

El factor de la erosividad R describe la capacidad potencial de la lluvia para erosionar el suelo, y se define como la suma del producto de la energía cinética total y la intensidad máxima en treinta minutos por evento (conocido como índice de Wischmeyer):

$$EI_{30} = (Ec)(I_{30})$$

Donde

EI30 = índice de erosividad para un evento en MJ mm/ha h

Ec = energía cinética total de la lluvia en MJ/ha

I30 = intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos en mm/h

El cálculo de la energía cinética requiere el conocimiento de la intensidad de la lluvia por los registros pluviográficos de cada minuto, los cuales no siempre se encuentran disponibles. Ante esta situación se utilizó la metodología propuesta por Cortés (1991), quien determinó para cada región de México el parámetro de erosividad (R) correlacionando datos de precipitación anual (P) con la información de intensidad de la lluvia disponible (**Tabla IV.15 y Figura IV.12**).

Tabla IV.15 Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia en la República Mexicana (tomado de CONAFOR, 2011).

Región	Ecuación	R2
1	$R = 1.2078P + .002276P^2$	0.92
2	$R = 3.4555P + .006470P^2$	0.93
3	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
4	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
5	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
6	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
7	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
8	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

9	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
10	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
11	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
12	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
13	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
14	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

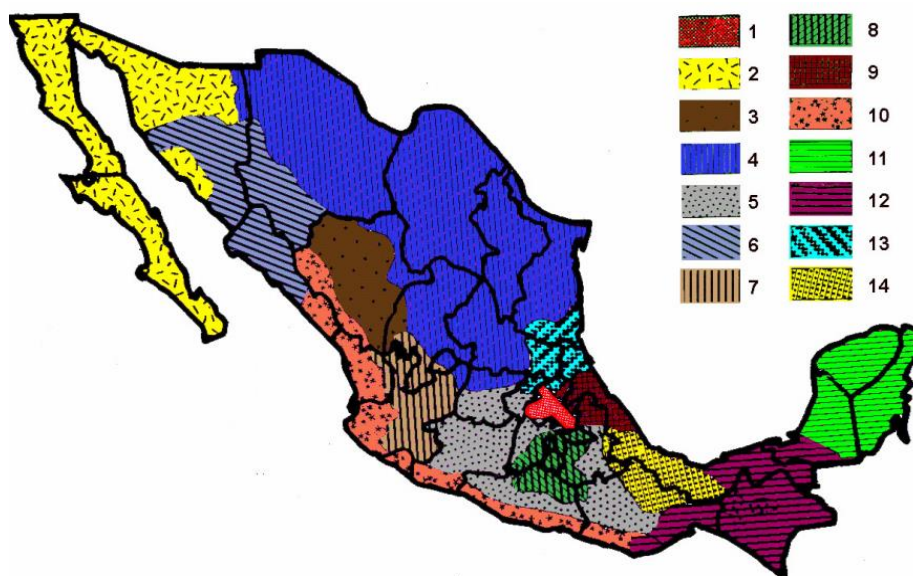


Figura IV.12 Mapa de erosividad de México (tomado de CONAFOR, 2011).

Para el área del SAR y sitio de proyecto se utilizó la ecuación para la Región XI según la clasificación regional de la erosividad en México.

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

Con

R = erosividad (MJ*mm*ha-1*h-1)

P = precipitación anual (mm)

Con el dato de la precipitación anual de cada estación meteorológica se calculó la erosividad para cada estación (**Tabla IV.16**) y se asignó el resultado a su polígono Voronoi

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

correspondiente el cual se estimó con base en la ubicación de las estaciones. El resultado de este procedimiento se convirtió al formato ráster.

Tabla IV.16 Estaciones meteorológicas y sus valores de precipitación y erosividad correspondientes

Coordenadas UTM		Nombre de la estación meteorológica	Precipitación (mm)	Erosividad R (MJ*mm*ha ⁻¹ *h ⁻¹)
X	y			
491897.129	2281693.405	Playa del Carmen	1,331.2	13,069.919
452153.222	2236507.727	Tulum	1,133.5	10,111.489
470830.534	2298993.456	Victoria	1,326.5	12,995.468
423092.860	2265725.771	Coba	1,127.4	10,025.851

Erodabilidad (K)

Este factor representa la susceptibilidad del suelo ante la erosión hídrica. Su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad. Montes-León et al. (2011), calcularon valores para este parámetro con base en la información edafológica del INEGI: Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250,000, Serie II (Continuo Nacional), que contiene información para el periodo 2002-2006. También se utilizó la clasificación de suelos del WRB (World Reference Base for Soil Resources), reporte número 84 (FAO, 2006), publicado por la Sociedad Internacional de las Ciencias del Suelo (SICS), del Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos (ISRIC por sus siglas en inglés) y de la FAO, en Roma, Italia, en el año 1999, adaptado por el INEGI, para las condiciones ambientales de México. Según de estos análisis se asignaron valores del factor K para cada tipo de suelo y su textura superficial (gruesa y media), los cuales se presentan en la **Tabla IV.17**.

Tabla IV.17 Factor K, de acuerdo con el tipo de suelo y su textura.

Tipo de suelo	Parámetro K según textura		
	Gruesa	Media	Fina
Acrisol	0.026	0.04	0.013
Alisol	0.026	0.04	0.013
Andosol	0.026	0.04	0.013
Arenosol	0.013	0.02	0.007
Chernozem	0.013	0.02	0.007
Calcisol	0.053	0.079	0.026

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Cambisol	0.026	0.04	0.013
Durisol	0.053	0.079	0.026
Fluvisol	0.026	0.04	0.013
Ferralsol	0.013	0.02	0.007
Gleysol	0.026	0.04	0.013
Gypsisol	0.053	0.079	0.026
Histosol	0.053	0.02	0.007
Kastanozem	0.026	0.04	0.013
Leptosol	0.013	0.02	0.007
Luvisol	0.026	0.04	0.013
Lixisol	0.013	0.02	0.007
Nitisol	0.013	0.02	0.007
Phaeozem	0.013	0.02	0.007
Planosol	0.053	0.079	0.026
Plinthosol	0.026	0.04	0.013
Regosol	0.026	0.04	0.013
Solonchak	0.026	0.04	0.013
Solonetz	0.053	0.079	0.026
Umbrisol	0.026	0.04	0.013
Vertisol	0.053	0.079	0.026

Los suelos que se encuentran en el SAR corresponden a tipo: Leptosol y Arenosol, los cuales presentan texturas medias y gruesas por lo que los resultados del factor erodabilidad K son los cómo se aprecian en la Tabla IV.18.

Tabla IV.18 El factor erodabilidad K

Tipo de suelo	Textura	
	Media	Gruesa
Leptosol	0.02	
Arenosol		0.013

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Estos valores se asignaron a los polígonos correspondientes del shape el cual finalmente se convirtió al formato ráster.

Factor topográfico (L * S).

El relieve es un factor importante en la consideración para el cálculo de la pérdida de suelo considerando la longitud y el grado de pendiente.

Para el cálculo del factor topográfico LS en este trabajo se utilizó una metodología que esta descrita por Barrios (2000), quien determinó ecuaciones de regresión con los valores de LS vs el porcentaje de pendiente; y encontró correlación para porcentajes (p) mayores y menores de 30 % como se aprecia en lo siguiente.

$$LS = 0.009 * p^2 + 0.0798 * p; \text{ para } p \leq 30 \%$$

$$LS = 0.2558 * p + 3.248; \text{ para } p > 30\%$$

Debido a que el SAR y por lo tanto el SP se encuentran en una planicie con una pendiente menor a 1 %, se evitó el uso del insumo del Modelo Digital de Elevación (MDE), cuya máxima resolución es de 15 m. Dicho MDE presentó una planicie con 10 m de altitud constante en todo terreno, debido a esto se optó por calcular la pendiente de forma manual y utilizar el valor de LS obtenido para toda la superficie del SAR y sitio de proyecto. La distancia mínima del punto más alto fue de 5,400 m representando una variación en la altitud de 15 m (diferencia entre el nivel más alto del SAR y el nivel del mar). Con estas cifras se calculó un pendiente de 0.2778%. Insertado en la formula mencionada anteriormente se obtuvo un valor de LS de 0.022863. Este valor se insertó en el polígono del shape y se convirtió a formato raster.

Cobertura Vegetal (C).

Este factor está en función del porcentaje de cobertura arbórea, arbustiva, pastos y cultivos (Díez Hernández, 2007), y describe la relación de las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo y las pérdidas de suelo de un lote desnudo.

$C = 1 \Rightarrow$ barbecho continuo

$C < 1 \Rightarrow$ valores dependiendo del tipo de vegetación o cultivo

Montes-León y colaboradores (2011) propusieron valores a este factor de acuerdo con diversos datos bibliográficos asociado con la información de INEGI de uso de suelo y vegetación, correspondiente a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie III (2002-2003) (**Tabla IV.19**).

Tabla IV.19 El parámetro C para vegetación y/o uso de suelo.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vegetación y/o uso de suelo	C
Bosque de ayarín	0.01
Bosque de cedro	0.01
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino-pino	0.01
Bosque de galería	0.1
Bosque de oyamel	0.01
Bosque de pino	0.01
Bosque de pino-encino	0.01
Bosque de táscate	0.01
Bosque de mesófilo de montaña	0.01
Chaparral	0.65
Manglar	0.1
Matorral crasicaule	0.65
Matorral de coníferas	0.2
Matorral desértico micrófilo	0.25
Matorral desértico rosetófilo	0.25
Matorral espinoso tamaulipeco	0.45
Matorral rosetófilo costero	0.25
Matorral sarcocaulé	0.25
Matorral sarco-crasicaule	0.25
Matorral sarco-crasicaule de neblina	0.25
Matorral submontano	0.35
Matorral subtropical	0.12
Mezquital	0.65
Palmar inducido	0.75

Vegetación y/o uso de suelo	C
Pastizal gipsófilo	0.25
Pastizal halófilo	0.25
Pastizal inducido	0.02
Pastizal natural	0.07
Popal	0.85
Pradera de alta montaña	0.05
Sabana	0.54
Sabanoide	0.54
Selva alta perennifolia	0.45
Selva alta subperennifolia	0.45
Selva baja caducifolia	0.5
Selva baja espinosa caducifolia	0.5
Selva baja espinosa subperennifolia	0.5
Selva mediana caducifolia	0.45
Selva mediana perennifolia	0.45
Selva mediana subcaducifolia	0.45
Tular	0.1
Vegetación de desiertos arenosos	0.85
Vegetación de dunas costeras	0.85
Vegetación de galería	0.85
Vegetación halófila	0.85
Zona urbana	0.005
Cuerpos de agua	1
Agricultura en riego	0.55
Agricultura de temporal	0.75

En el SAR y sitio de proyecto se asignó el valor de cobertura C con el conocimiento del campo (ver **Tabla IV.20**) a los polígonos correspondientes del shape el cual finalmente se convirtió al formato ráster.

Tabla IV.20 Valor de la Cobertura vegetal y uso de suelo C según el uso de suelo y tipo de vegetación en el SAR.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Cobertura vegetal C
Manglar	0.1

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vegetación de Duna Costera	0.1
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	0.45
Desprovisto de vegetación, sin vegetación aparente	1
Asentamiento humano	0.005
Cuerpos de agua	0

Obras de conservación de suelos existentes (P).

Este factor P se asigna cuando existen obras de conservación de suelo como franjas, surcos o terrazas y se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo obteniendo un valor entre 0 y 1. Un valor de P cercano a 0 significa una gran eficiencia en la obra o práctica de obras de conservación. Un valor cercano a 1 determina que no hay prácticas de conservación (CONAFOR, 2011). En el SAR, en el SP o en los polígonos forestales no existen ninguna práctica u obra de conservación por lo cual se determinó un valor para la conservación de suelos P de 1.

Cálculo de la erosión media anual

Para el cálculo de la erosión media anual se multiplicó cada archivo ráster de todos los factores considerados por medio de *la calculadora ráster* del programa QGIS 3.2 de la siguiente manera:

A = Parámetro R (Clima) * Parámetro K (Edafología) * Parámetro LS (Topografía) * Parámetro C (Uso de suelo y vegetación).

En el diagrama de flujo (**Figura IV.13**) se representa el procedimiento para el cálculo de la erosión en una forma esquemática.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Cálculo de la erosión

$$A = R * K * LS * C$$

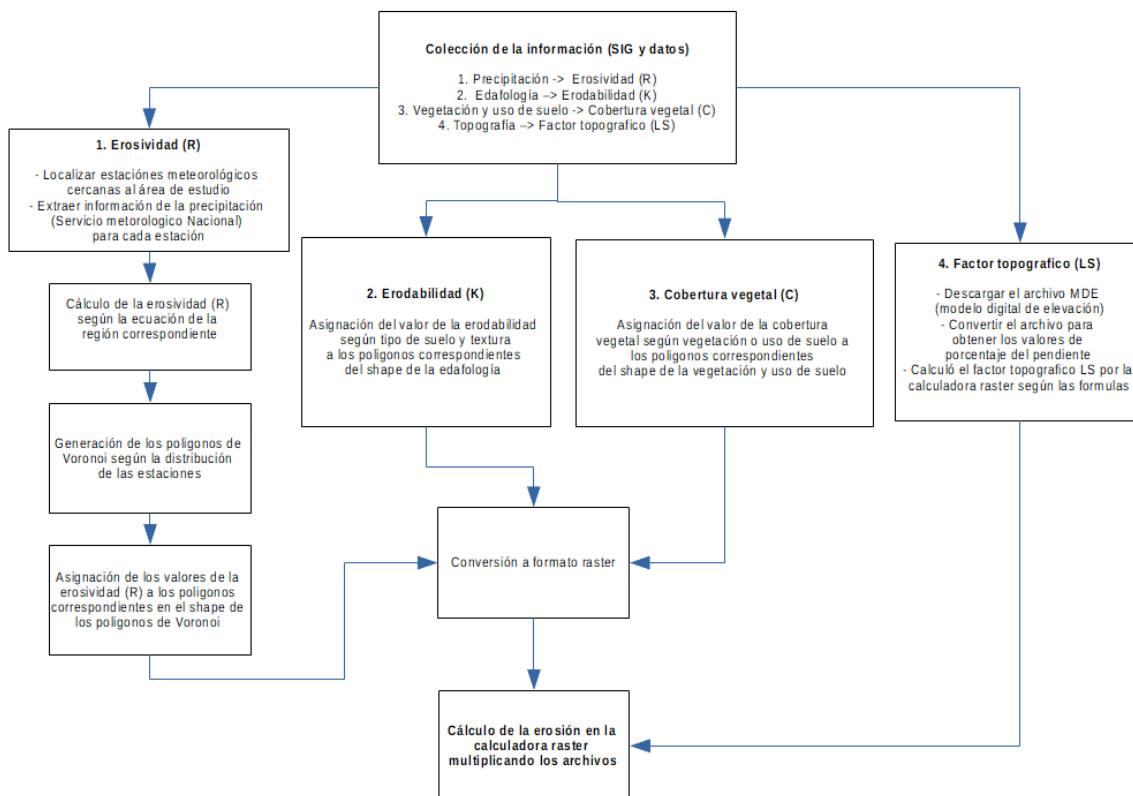


Figura IV.13 Diagrama de flujo para el procedimiento del cálculo de erosión.

De acuerdo con la evaluación de la pérdida de suelo en la República Mexicana realizado por la SEMARNAT y la Universidad de Chapingo (2002), se consideraron categorías de erosión para identificar áreas susceptibles a la pérdida de suelos que se presentan en la **Tabla IV.21**.

Tabla IV.21 Categorías de nivel de erosión.

Nivel de erosión	Rango de la categoría de nivel de erosión
Sin erosión aparente	0-5 t/ha/año
Leve	5-10 t/ha/año
Moderada	10-50 t/ha/año
Severa	50-200 t/ha/año

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Muy severa	200 o más t/ha/año
------------	--------------------

La relación del rango de nivel de erosión considerando la superficie del SAR se presenta en la **Tabla IV.22**. Se puede observar que la tasa de erosión predominante en el SAR corresponde a niveles de erosión muy bajas. Solamente en los sitios desprovistos de vegetación aumenta la tasa de erosión a 6 t/ha/año.

Tabla IV.22 Superficie afectada por erosión en el SAR.

Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
0-5	5,734.077	90.82%
5-10	579.606	9.18%
10-50	0.000	0.00%
50-200	0.000	0.00%
>200	0.000	0.00%
Total	6,313.683	100.00%

Erosión en el terreno del proyecto y en los polígonos de las obras proyectadas en estado actual.

La vegetación natural en el terreno del proyecto y en los polígonos de las obras es Vegetación de Duna Costera y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, así también, dentro del predio hay vegetación de Manglar aunque esta no será alterada por las obras del proyecto, ya que solamente, el proyecto pretende disponer pilotes para la instalación de puentes, en tan solo 67.27 m². La superficie total del terreno de proyecto abarca 72.29 ha en la cual 25.55 ha están considerados para la construcción de las obras. El enfoque del cálculo de la pérdida de suelo está en los polígonos de las obras donde se espera un aumento en la erosión por la deforestación necesaria para las actividades del proyecto.

Para la comparación de los resultados se presentan la pérdida de suelo para el terreno y para cada obra del Proyecto, como se observa en la **Tabla IV.23**. El área del sitio de proyecto se presenta muy homogéneo. No existe cambios en el pendiente de terreno, ni en la edafología o precipitación. Solamente la vegetación presenta tres tipos.

En general, la tasa de erosión en el terreno del proyecto y en los polígonos de las obras es muy baja con un promedio de 2.24 y 2.28 t por ha, respectivamente. La pendiente del terreno es muy baja con 0.2778% y limita una erosión mayor, y la vegetación mantiene el suelo estable y

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

mantiene la erosión igualmente a un nivel muy bajo a valores menores de 3 t/ha/año (Sin erosión aparente según la **Tabla IV.21**). El porcentaje que representan las áreas de intervención del proyecto, es de 35.29 %.

En la suma total se calcularon pérdidas anuales de suelo en estado actual sin modificaciones en el terreno del proyecto de 168.68 t/año y en las áreas de inter de las obras de 58.36 t/año.

Tabla IV.23 Pérdida de suelo anual en estado actual en las áreas de intervención del proyecto.

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					Suma
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	
	Pérdida de suelo anual (t/ha/año)					
Áreas Comunes	18.71	0.000	0.000	0.000	0.000	18.71
Caminos y Vialidades	7.83	0.000	0.000	0.000	0.000	7.83
Cuerpos de agua	5.56	0.000	0.000	0.000	0.000	5.56
Estacionamiento	1.99	0.000	0.000	0.000	0.000	1.99
Área de servicio	0.25	0.000	0.000	0.000	0.000	0.25
Vivienda Empleados	1.00	0.000	0.000	0.000	0.000	1.00
Amenidades	2.07	0.000	0.000	0.000	0.000	2.07
Puente	0.02	0.000	0.000	0.000	0.000	0.02
Áreas Comercio	7.49	0.000	0.000	0.000	0.000	7.49
Comercio	1.80	0.000	0.000	0.000	0.000	1.80
Cuerpos de Agua Comercio	0.88	0.000	0.000	0.000	0.000	0.88
Paisaje modificado	4.81	0.000	0.000	0.000	0.000	4.81
Áreas Comunes (hoteles)	27.57	0.000	0.000	0.000	0.000	27.57
Recepción	0.74	0.000	0.000	0.000	0.000	0.74
Área de servicio Hotel	0.81	0.000	0.000	0.000	0.000	0.81
Manejo de residuos	0.27	0.000	0.000	0.000	0.000	0.27
Alimentos y bebidas	1.47	0.000	0.000	0.000	0.000	1.47

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Albercas Hotel	0.97	0.000	0.000	0.000	0.000	0.97
Amenidades Hotel	1.01	0.000	0.000	0.000	0.000	1.01
Andadores	1.32	0.000	0.000	0.000	0.000	1.32
Paisaje modificado Hotel	20.98	0.000	0.000	0.000	0.000	20.98
Áreas Hoteles	3.99	0.000	0.000	0.000	0.000	3.99
Condominios	0.80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.80
Habitaciones	3.20	0.000	0.000	0.000	0.000	3.20
Obras Playa	0.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.30
Habitaciones playa	0.09	0.000	0.000	0.000	0.000	0.09
Residencias	0.15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.15
Bar de playa	0.01	0.000	0.000	0.000	0.000	0.01
Albercas Playas	0.04	0.000	0.000	0.000	0.000	0.04
Suma obras	58.36	0.000	0.000	0.000	0.000	58.36
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	110.31	0.000	0.000	0.000	0.000	110.31
Total	168.68	0.000	0.000	0.000	0.000	168.68

En el cálculo de la tasa de erosión por superficie, se presenta que en el 100 % de la superficie del proyecto se registra una erosión muy baja. Los resultados por obra y terreno del proyecto se observan en la Tabla IV.24.

Tabla IV.24 Superficie afectada por erosión en estado actual en los polígonos de las obras y sitio del proyecto.

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Superficie (ha)					
Áreas Comunes	7.021	0.000	0.000	0.000	0.000	7.021

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Superficie (ha)					
Camino y Vialidades	2.913	0.000	0.000	0.000	0.000	2.913
Cuerpos de agua	2.064	0.000	0.000	0.000	0.000	2.064
Estacionamiento	0.739	0.000	0.000	0.000	0.000	0.739
Área de servicio	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.092
Vivienda Empleados	0.369	0.000	0.000	0.000	0.000	0.369
Amenidades	0.805	0.000	0.000	0.000	0.000	0.805
Puente	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038
Áreas Comercio	2.781	0.000	0.000	0.000	0.000	2.781
Comercio	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667
Cuerpos de Agua Comercio	0.327	0.000	0.000	0.000	0.000	0.327
Paisaje modificado	1.787	0.000	0.000	0.000	0.000	1.787
Áreas Comunes (hoteles)	12.689	0.000	0.000	0.000	0.000	12.689
Recepción	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.274
Área de servicio Hotel	0.301	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301
Manejo de residuos	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100
Alimentos y bebidas	0.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.585
Albercas Hotel	0.478	0.000	0.000	0.000	0.000	0.478
Amenidades Hotel	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.375
Andadores	0.527	0.000	0.000	0.000	0.000	0.527
Paisaje modificado Hotel	10.048	0.000	0.000	0.000	0.000	10.048
Áreas Hoteles	2.033	0.000	0.000	0.000	0.000	2.033
Condominios	0.735	0.000	0.000	0.000	0.000	0.735
Habitaciones	1.298	0.000	0.000	0.000	0.000	1.298
Obras Playa	0.514	0.000	0.000	0.000	0.000	0.514
Habitaciones playa	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.175

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Superficie (ha)					
Residencias	0.254	0.000	0.000	0.000	0.000	0.254
Bar de playa	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
Albercas Playas	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062
Suma obras	25.551	0.000	0.000	0.000	0.000	25.551
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	49.878	0.000	0.000	0.000	0.000	107.994
Total	75.429	0.000	0.000	0.000	0.000	133.545

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Erosión en el sitio de proyecto con las obras instaladas al final de la construcción.

La remoción completa de la vegetación en forma permanente durante la operación está considerada para todos los polígonos de las obras menos para el puente, y los paisajes modificados.

En las obras que requieren una remoción de vegetación permanente durante la operación se trata de un cambio de uso de suelo permanente en lo cual se considera en este escenario para cada tipo de obra un valor que corresponde a un uso de asentamiento humano. Solamente para el puente y los paisajes modificados se mantienen los valores originales de la vegetación del sitio.

En las **Tabla IV.24**, **Tabla IV.25** y **Tabla IV.26** se presentan los resultados de los cálculos de la erosión considerando que la obra está terminada y los sitios afectados durante la construcción están restaurados. Se observa que la erosión en los polígonos de las obras disminuyó a un promedio de 1.03 t/ha/año (equivale a 57.417 t/año en 25.55 ha). Por el sellado de la superficie en la mayoría de los casos se disminuye la erosión a un valor no detectable.

Tabla IV.25 Pérdida de suelo anual en los polígonos de las obras y sitio de proyecto.

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					Suma
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	
	Pérdida de suelo anual (t/año)					
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	110.315	0.000	0.000	0.000	0.000	238.850
Áreas Comunes	0.232	0.000	0.000	0.000	0.000	0.502
Caminos y Vialidades	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.189
Cuerpos de agua	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.134
Estacionamiento	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048
Área de servicio	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
Vivienda Empleados	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
Amenidades	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052
Puente	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050
Áreas Comercio	4.844	0.000	0.000	0.000	0.000	10.487

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Pérdida de suelo anual (t/año)					
Comercio	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043
Cuerpos de Agua Comercio	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021
Paisaje modificado	4.813	0.000	0.000	0.000	0.000	10.422
Áreas Comunes (hoteles)	21.060	0.000	0.000	0.000	0.000	45.599
Recepción	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018
Área de servicio Hotel	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019
Manejo de residuos	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006
Alimentos y bebidas	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038
Albercas Hotel	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031
Amenidades Hotel	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
Andadores	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034
Paisaje modificado Hotel	20.981	0.000	0.000	0.000	0.000	45.428
Áreas Hoteles	0.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0.132
Condominios	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048
Habitaciones	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.084
Obras Playa	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032
Habitaciones playa	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
Residencias	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016
Bar de playa	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
Albercas Playas	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
Suma obras	26.519	0.000	0.000	0.000	0.000	57.417

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Pérdida de suelo anual (t/año)					
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	110.315	0.000	0.000	0.000	0.000	238.850
Total	136.833	0.000	0.000	0.000	0.000	296.267

Tabla IV.26 Superficie afectada por erosión en los polígonos de las obras y sitio de proyecto.

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Superficie (ha)					
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	49.878	0.000	0.000	0.000	0.000	49.878
Áreas Comunes	7.021	0.000	0.000	0.000	0.000	7.021
Caminos y Vialidades	2.913	0.000	0.000	0.000	0.000	2.913
Cuerpos de agua	2.064	0.000	0.000	0.000	0.000	2.064
Estacionamiento	0.739	0.000	0.000	0.000	0.000	0.739
Área de servicio	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.092
Vivienda Empleados	0.369	0.000	0.000	0.000	0.000	0.369
Amenidades	0.805	0.000	0.000	0.000	0.000	0.805
Puente	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038
Áreas Comercio	2.781	0.000	0.000	0.000	0.000	2.781
Comercio	0.667	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667
Cuerpos de Agua Comercio	0.327	0.000	0.000	0.000	0.000	0.327
Paisaje modificado	1.787	0.000	0.000	0.000	0.000	1.787

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Rango de la categoría de nivel de erosión (t/ha/año)					
	0-5	5-10	10-50	50-200	>200	Suma
	Superficie (ha)					
Áreas Comunes (hoteles)	12.689	0.000	0.000	0.000	0.000	12.689
Recepción	0.274	0.000	0.000	0.000	0.000	0.274
Área de servicio Hotel	0.301	0.000	0.000	0.000	0.000	0.301
Manejo de residuos	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100
Alimentos y bebidas	0.585	0.000	0.000	0.000	0.000	0.585
Albercas Hotel	0.478	0.000	0.000	0.000	0.000	0.478
Amenidades Hotel	0.375	0.000	0.000	0.000	0.000	0.375
Andadores	0.527	0.000	0.000	0.000	0.000	0.527
Paisaje modificado Hotel	10.048	0.000	0.000	0.000	0.000	10.048
Áreas Hoteles	2.033	0.000	0.000	0.000	0.000	2.033
Condominios	0.735	0.000	0.000	0.000	0.000	0.735
Habitaciones	1.298	0.000	0.000	0.000	0.000	1.298
Obras Playa	0.514	0.000	0.000	0.000	0.000	0.514
Habitaciones playa	0.175	0.000	0.000	0.000	0.000	0.175
Residencias	0.254	0.000	0.000	0.000	0.000	0.254
Bar de playa	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.024
Albercas Playas	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062
Suma Obras	25.551	0.000	0.000	0.000	0.000	25.551
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	49.878	0.000	0.000	0.000	0.000	49.878
Total	75.429	0.000	0.000	0.000	0.000	75.429

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Comparación de la erosión en los polígonos de las obras en los diferentes escenarios.

En la comparación de los escenarios, se aprecia una disminución drástica en la cantidad de erosión anual después de la construcción del complejo hotelero. Al final de las actividades de la construcción se disminuye la erosión a 32.842 t/año por el sellado de la superficie de la mayoría de las obras la **Tabla IV.27**. Con un valor inicial al arranque del proyecto de 58.361 t/año se disminuyó por 54.56%. En comparación de toda la superficie del terreno de proyecto se registra una disminución por 18.88%.

Tabla IV.27 Pérdida de suelo en los diferentes escenarios de desarrollo del Proyecto.

Polígono de obra	Erosión anual (t/ha) en estado actual	Erosión anual (t/ha) al final de la construcción
Áreas Comunes	18.711	0.232
Caminos y Vialidades	7.826	0.087
Cuerpos de agua	5.559	0.062
Estacionamiento	1.991	0.022
Área de servicio	0.249	0.003
Vivienda Empleados	0.995	0.011
Amenidades	2.067	0.024
Puente	0.023	0.023
Áreas Comercio	7.491	4.844
Comercio	1.796	0.020
Cuerpos de Agua Comercio	0.881	0.010
Paisaje modificado	4.813	4.813
Áreas Comunes (hoteles)	27.566	21.060
Recepción	0.739	0.008
Área de servicio Hotel	0.810	0.009
Manejo de residuos	0.270	0.003
Alimentos y bebidas	1.470	0.018
Albercas Hotel	0.965	0.014
Amenidades Hotel	1.009	0.011
Andadores	1.321	0.016
Paisaje modificado Hotel	20.981	20.981

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Polígono de obra	Erosión anual (t/ha) en estado actual	Erosión anual (t/ha) al final de la construcción
Áreas Hoteles	3.992	0.061
Condominios	0.796	0.022
Habitaciones	3.196	0.039
Obras Playa	0.295	0.015
Habitaciones playa	0.092	0.005
Residencias	0.152	0.007
Bar de playa	0.014	0.001
Albercas Playas	0.037	0.002
Suma obras	58.361	26.519
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	110.315	110.315
Total	168.676	136.833

IV.3.1.9 Hidrología superficial y subterránea

IV.3.1.9.1 Hidrología Superficial

Una región hidrológica está definida como un sistema integral y funcional, constituido por factores físicos, biológicos y socioeconómicos. México está dividido en 37 Regiones Hidrológicas (RH).

El SAR y el SP se encuentran dentro de la Región Hidrológica No. 32 Yucatán Norte (**Figura IV.14**) y dentro de la cuenca hidrológica Quintana Roo, donde se ubica en el este de la cuenca en la zona litoral (**Figura IV.15**).

Las principales características hidrológicas de la subcuenca donde se localiza el SAR se presentan en la **Tabla IV.28**.

Tabla IV.28 Principales parámetros hidrológicos de la subcuenca hidrológica donde se ubica el SAR (INEGI, 2019).

Propiedades	Subcuenca hidrológica
	Quintana Roo
Clave de subcuenca	RH32Aa
Tipo de Subcuenca	Exorreica

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Lugar a donde drena (principal)	Mar
Área total (km2)	14,372.29
Densidad de Drenaje	0.0048
Coefficiente de Compacidad	2.1642
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	52.083
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	60
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	0.3
Longitud de Corriente Principal (m)	26,691
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.041
Sinuosidad de Corriente Principal	2.3498

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

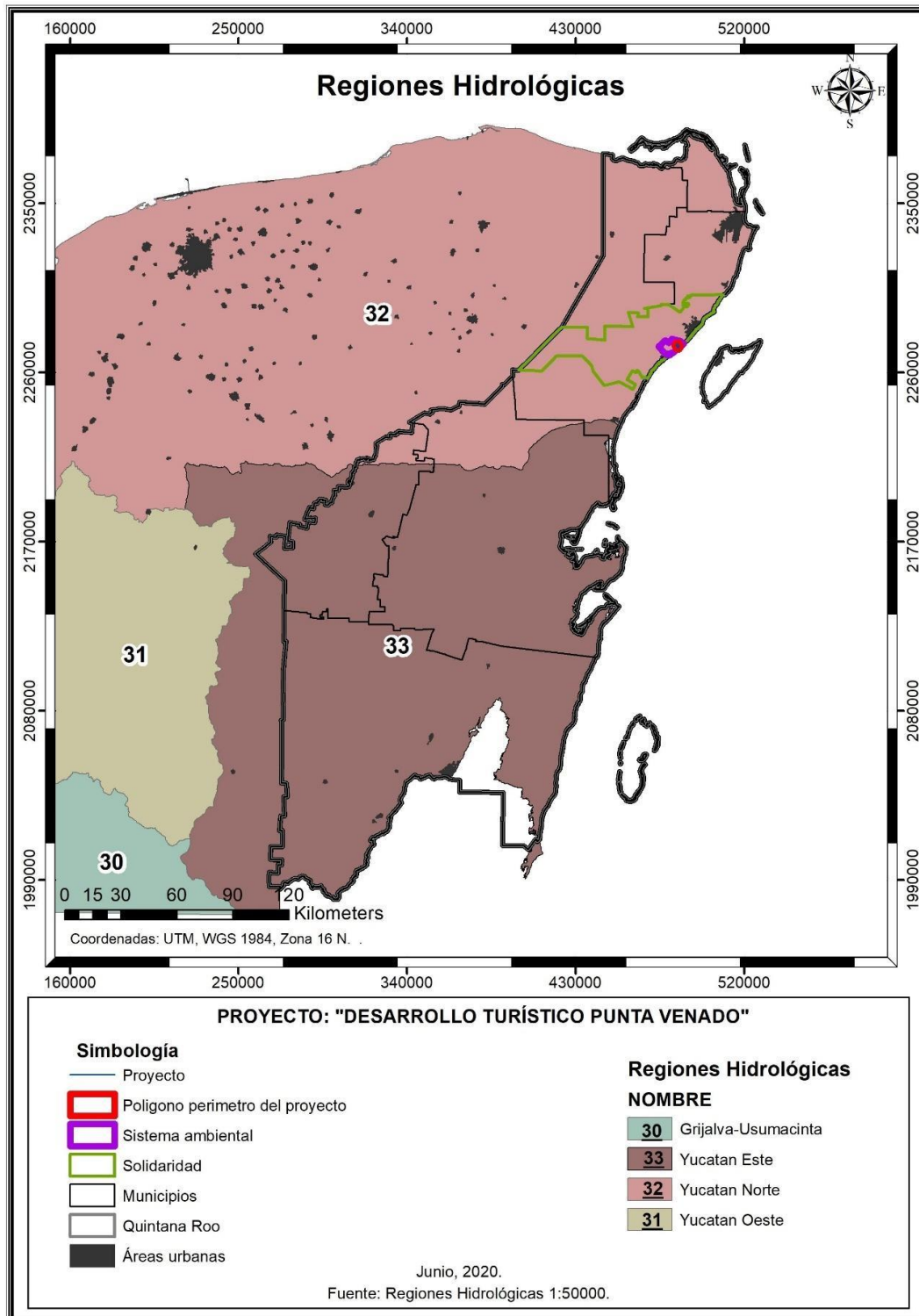


Figura IV.14 Ubicación del SAR en relación con las Regiones hidrológicas de la península de Yucatán.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

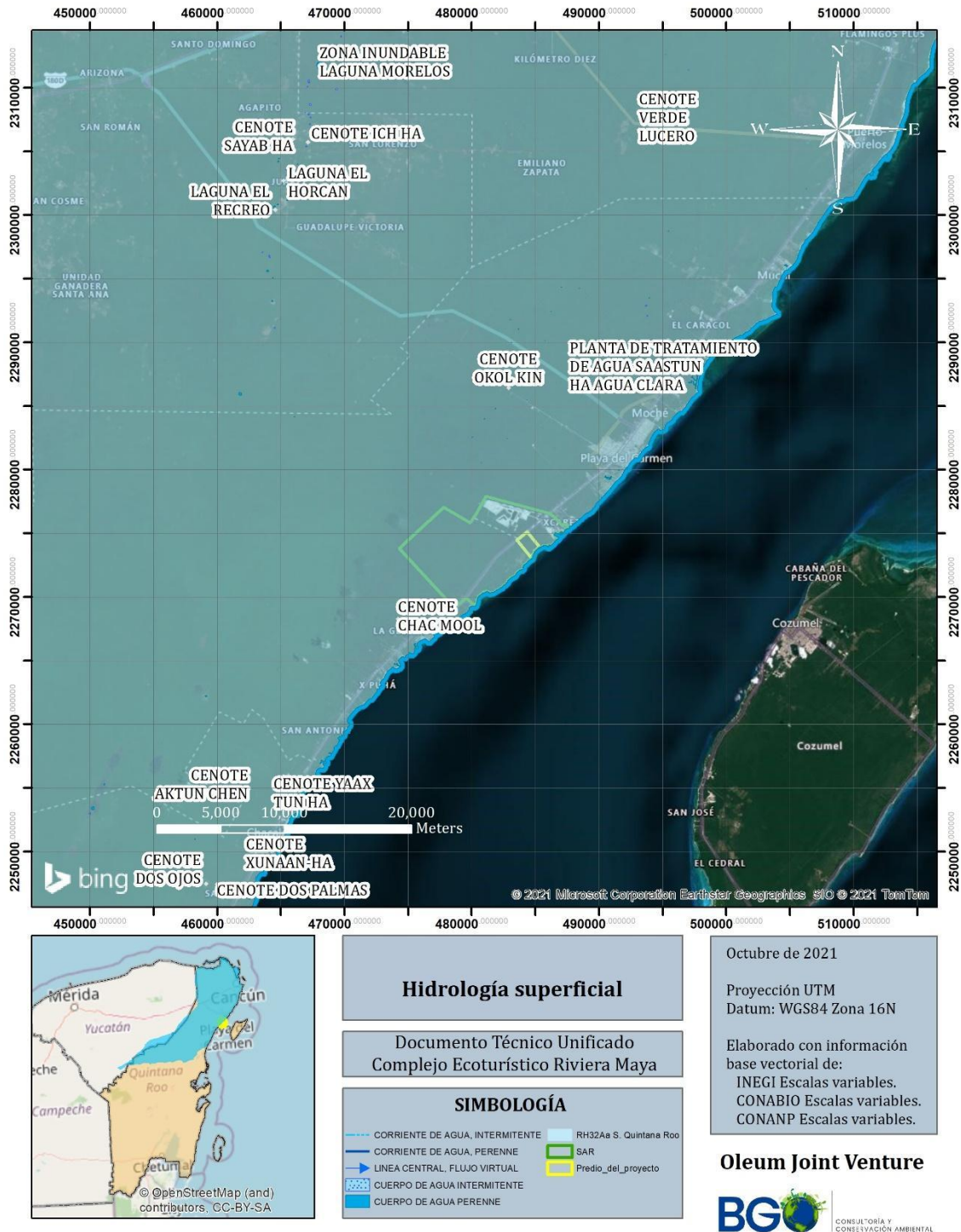


Figura IV.15 Hidrología Superficial en el SAR y sitio del Proyecto

En la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte no existen escurrimientos superficiales. La mayor cantidad de ríos de la Península de Yucatán pertenecen a la Región Hidrológica 30

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Grijalva-Usumacinta, donde se encuentran los ríos más caudalosos de la Península de Yucatán: Candelaria, Chumpán y Mamantel, en el Estado de Campeche. Dentro de la Región Hidrológica 33 Yucatán Este, se localiza el Río Hondo, que es el único cuerpo de agua superficial importante de esa región y sirve de frontera entre México y Belice.

El Estado de Quintana Roo, cuenta con 51 lagunas, de las cuales la más importante es la Laguna de Bacalar con 50 km de longitud, Chichancanab y el Sistema Lagunar Nichupté con 12 km.

En la provincia no existe drenaje superficial, toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie del terreno se infiltra a través de las dolinas y de otras aberturas que se encuentran en el terreno rocoso. El suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas; sin embargo, soporta una vegetación tropical muy densa compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras (DOF, 2013).

En el estado de Quintana Roo, existen dos extensas lagunas, la de Bacalar, cerca de los límites con Belice y la de Chichancanab en Yucatán (González Medrano, 2004) y el río Hondo en el límite entre Quintana Roo y Belice.

La subcuenca está caracterizada por la ausencia de ríos superficiales. Aunque con una elevada precipitación pluvial en la zona, la gran capacidad de infiltración del terreno por las condiciones geológicas y una reducida pendiente topográfica, se favorece la recarga del agua subterránea en toda su superficie e impide un desarrollo de una red de flujo superficial. La interacción agua/roca al momento de infiltrar provoca una disolución de las rocas carbonáticas causando el fenómeno de karst con sus apariciones de cuevas, cavernas, conductos de disolución amplio, cenotes o dolinas (DOF, 2013).

En la región del estado de Quintana Roo se evapora el 80% del agua pluvial y casi el 20% contribuye a la recarga de los acuíferos, los cuales descargan por flujo subterráneo hacia el mar (DOF, 2013).

En la superficie del SAR no se observan corrientes de agua. No existen cuerpos continentales en el SAR. Tierras adentro se encuentran varios cenotes que se presentan como elementos hidrográficos más importantes de la región. A 11 km al suroeste del SAR se localiza el cenote Chac Mool como el cenote más conocido.

IV.3.1.9.2 Tasa de captación estimada en el SAR, terreno del proyecto y en los polígonos de las obras

Para la estimación de la tasa de captación de agua en el SAR y en el sitio de proyecto se utilizó la metodología que proponen Schosinsky & Losilla (2000) en su trabajo donde se determinan la infiltración con base en la lluvia mensual. Utilizando la ecuación para el análisis indirecto del coeficiente de infiltración que corresponde a la fracción de lluvia que

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

se infiltra, la cual se tomó del “Manual de Instrucciones de Estudios Hidrológicos”, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas, en colaboración con los gobiernos de El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y Costa Rica (ONU, 1972), donde se propone la siguiente ecuación:

$$C_i = (K_p + K_v + K_{fc})$$

en donde:

C_i = Coeficiente de infiltración

K_p = Fracción que infiltra por efecto de la pendiente

K_v = Fracción que infiltra por efecto de la cobertura vegetal

K_{fc} = Fracción que infiltra por efecto de la textura del suelo

La textura de un suelo se refiere a su composición con relación al tamaño de las partículas, lo que tiene influencia sobre diversas características importantes, incluyendo la velocidad de captación y la capacidad de retención de agua disponible. En cambio, la estructura del suelo se refiere a la forma y consistencia del agrupamiento de las partículas de suelo en agregados y al arreglo de estos agregados. Las dos características, junto con la profundidad del suelo, son importantes para el sistema de captación de agua de lluvia cuando los suelos con más de un metro de profundidad tienen capacidad de almacenar agua de lluvia.

El tipo de vegetación es un factor que incide directamente sobre la tasa y velocidad de infiltración, ya que está ampliamente documentado que los suelos forestales captan más agua de lluvia que los suelos cubiertos por pastos. El último factor en la ecuación es el relacionado con la pendiente del terreno donde se marca la topografía del sitio con la posibilidad de un escurrimiento superficial rápido o un encharcamiento en la superficie que favorece una infiltración.

Un coeficiente de infiltración muy bajo puede provocar inundaciones en la superficie o aumentar el escurrimiento superficial en el área de captación. Schosinsky & Losilla (2000), señalaron que solamente una fracción de la lluvia que llega a la superficie del suelo infiltra, mientras que otro escurre, y sólo una pequeña fracción se queda en charcos y termina evaporándose.

Para estimar los valores de cada fracción se utilizaron los datos disponibles que se presentaron en los apartados correspondientes (edafología, topografía y vegetación). Estos valores después de asignar a los polígonos correspondientes de los shapes, se transforman a formato ráster mediante de los programas Grass GIS 7.8.2 y QGIS 3.10.2 para generar matrices de datos y valores numéricos de cada una de las coberturas para el cálculo final del coeficiente de infiltración.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Para el cálculo de Kp (pendiente), se utilizó la pendiente obtenida durante el cálculo de la erosión (anteriormente mencionado). La pendiente de 0.2778 % equivale a un valor de Kp de 0.40. Este valor se insertó en el polígono del shape el cual se convirtió a formato raster. Se utilizaron los valores según la propuesta de Schosinsky y Losilla (2000) (**Tabla IV.29**).

Tabla IV.29 Valores utilizados para el pendiente Kp

Pendiente	Kp
0 a 1%	0.40
1 a 15%	0.15
15 a 30%	0.10
30 a 50%	0.07
50 a 70%	0.05
Mayor a 70%	0.01

Para el parámetro de la cobertura vegetal Kv, se asigna a cada polígono y tipo de vegetación existente en el SAR valores de Kv, los cuales fueron determinados por Schosinsky y Losilla (2000) según la cobertura vegetal (ver **Tabla IV.30**). Para el cálculo del coeficiente Kv se utilizó la información de los datos vectoriales escala 1:250.000 serie VI - Uso de suelo y vegetación disponible en la página de INEGI. Estos valores se asignaron a los polígonos correspondientes del *shape* el cual finalmente se convirtió al formato ráster.

Tabla IV.30 Valores utilizados para el coeficiente de uso de suelo y vegetación.

Uso de suelo y tipo de vegetación	Kv
Manglar	0.21
Vegetación de Duna Costera	0.21
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	0.2
Desprovisto de vegetación, sin vegetación aparente	0
Asentamiento humano	0
Cuerpos de agua	0.21

La última fracción para calcular el coeficiente de infiltración es determinada por la textura del suelo (Kfc), la cual refleja la permeabilidad del subsuelo. Se asigna un valor a cada polígono del shape de tipo de suelo según su textura (ver **Tabla IV.31**).

Para el cálculo del coeficiente Kfc se utilizó el conjunto de datos vectoriales de INEGI, Cartas temáticas digitales, Edafología, Escala 1:250,000 Clave: H16-11, que representa la distribución de los tipos de suelo y su textura en el SAR. Estos valores se asignaron a los polígonos correspondientes del *shape*, el cual finalmente se convirtió al formato ráster.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.31 Valores utilizados para el coeficiente Kfc del tipo de suelo.

Textura de suelo	Kfc
Textura media (Leptosoles)	0.2
Textura gruesa (Arenosoles)	0.4

Para el cálculo del coeficiente de infiltración se sumó cada archivo ráster por medio de la *calculadora ráster* del programa QGIS 3.10.2 de la siguiente manera:

$$C_i = K_p (\text{pendiente}) + K_v (\text{cobertura vegetal}) + K_{fc} (\text{textura del suelo})$$

La única fracción de lluvia con potencial a infiltrar es la que llega a la superficie del suelo y no es interceptada por el follaje de las plantas en donde es asimilada o se evapora. Se estima que, en cada evento de lluvia, el follaje intercepta cerca del 12 % de la precipitación pluvial. Durante las precipitaciones pluviales, la atmósfera alcanza humedades relativas saturadas o casi saturadas que limitan la evaporación de agua interceptada por el follaje durante la lluvia. El coeficiente ($1-K_i$) tendría entonces el siguiente valor (Schosinsky y Losillas, 2000):

$$(1-K_i) = (1 - 0.12) = 0.88$$

Al final, la infiltración se calcula de la siguiente manera:

$$I = (1-K_i) * C_i * P$$

en donde:

I: Infiltración (mm)

C_i: Coeficiente de infiltración

P: Precipitación (mm)

K_i: Fracción interceptada por el follaje

Para la distribución de la precipitación en el SAR se utilizaron los datos de la precipitación obtenidos de las estaciones meteorológicas (Tabla IV.31) y se asignaron los valores a los polígonos Voronoi que se estimaron a base de la ubicación de las estaciones. El resultado de este procedimiento se convirtió al formato ráster. Para el cálculo de la infiltración se

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

multiplicó cada archivo ráster (1-Ki, Ci y P) mediante de la *calculadora ráster* del programa *QGIS 3.10.2*.

La única fracción de lluvia con potencial a infiltrar es la que llega a la superficie del suelo y no es interceptada por el follaje de las plantas en donde es asimilada o se evapora. Se estima que, en cada evento de lluvia, el follaje intercepta cerca del 12 % de la precipitación pluvial. Durante las precipitaciones pluviales, la atmósfera alcanza humedades relativas saturadas o casi saturadas que limitan la evaporación de agua interceptada por el follaje durante la lluvia. El coeficiente (1-Ki) tendría entonces el siguiente valor (Schosinsky y Losillas, 2000):

Tabla IV.32 Estaciones meteorológicas y sus valores de precipitación correspondientes.

Coordenadas UTM (Zona 13N WGS 84)		Estación Climatológica	Precipitación (mm)
X	Y		
491897.129	2281693.405	Playa del Carmen	1,331.2
452153.222	2236507.727	Tulum	1,133.5
470830.534	2298993.456	Victoria	1,326.5
423092.860	2265725.771	Coba	1,127.4

El resultado de este cálculo para determinar la infiltración actual en el SAR se presenta en la **Tabla IV.33**. Según los diferentes coeficientes y valores insertados en los mapas prediseñados, se obtuvieron tasas de infiltración que varían desde 702 mm a 1331 mm. En la mayor superficie del SAR se registran tasas de captación de 937 mm. En la costa se calcularon valores mayores de 1,100 mm la cual debe principalmente del material granular grueso del arenosol.

Tabla IV.33 El rango de la tasa de captación por superficie en el SAR.

Rango de la tasa de captación (mm)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
901-950	5,360.088	84.90 %
951-1000	0.000	0.00 %
1001-1050	0.000	0.00 %
1051-1100	29.193	0.46 %
1101-1150	0.000	0.00 %
1151-1200	188.705	2.99 %
TOTAL	6,313.683	100.00 %

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

A continuación, se presenta los resultados de este procedimiento para el sitio de proyecto para el escenario actual y después de la instalación del proyecto.

En el diagrama de flujo (**Figura IV.16**) se representa el procedimiento para el cálculo de la captación de agua en una forma esquemática.

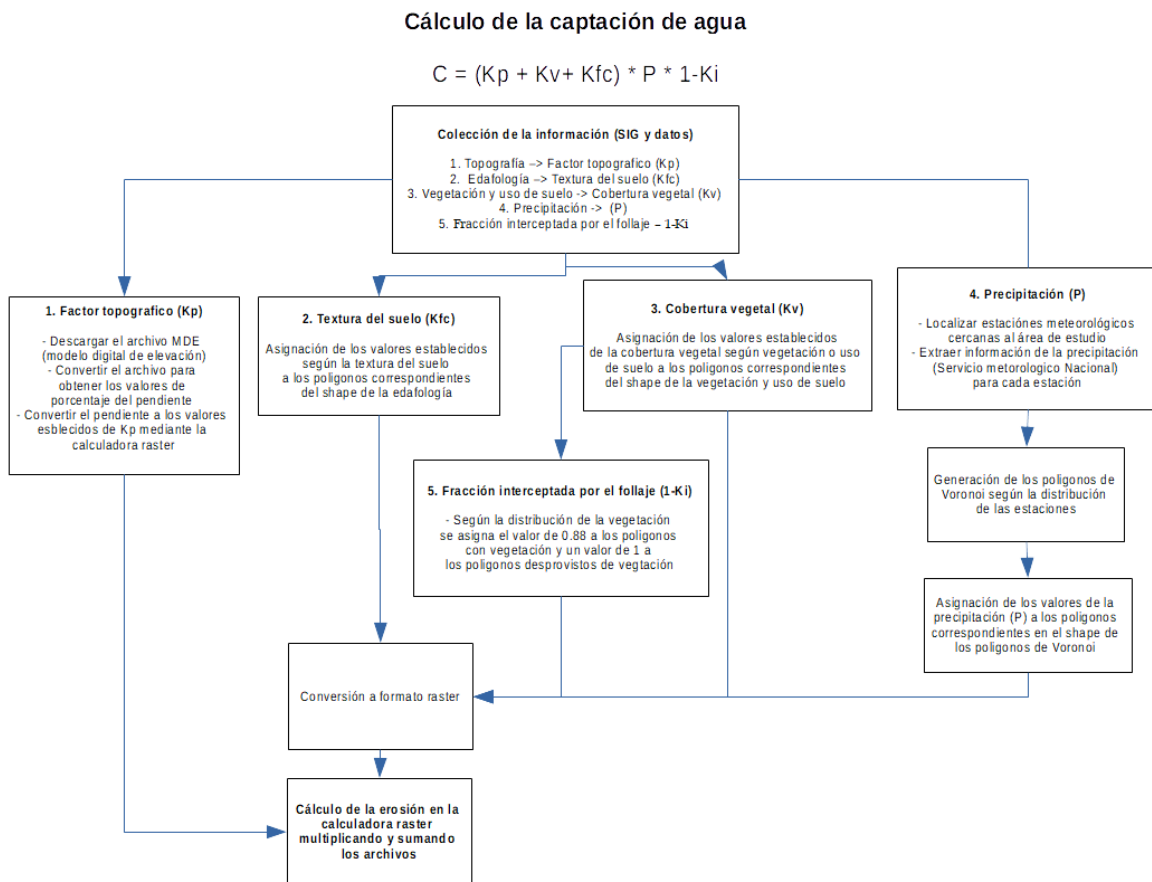


Figura IV.16 Diagrama de flujo para el procedimiento del cálculo de la captación de agua.

El resultado de este cálculo para determinar la infiltración actual en el SAR se presenta en la **Tabla IV.34**. Según los diferentes coeficientes y valores insertados en los mapas prediseñados, se obtuvieron tasas de infiltración que varían desde 702 mm a 1331 mm. En la mayor superficie del SAR se registran tasas de captación de 937 mm. En la costa se calcularon valores mayores de 1,100 mm la cual se debe principalmente del material granular grueso del arenosol.

Tabla IV.34 El rango de la tasa de captación por superficie en el SAR.

Rango de la tasa de captación (mm)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
------------------------------------	-----------------	----------------

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

901-950	5,360.088	84.90%
951-1000	0.000	0.00%
1001-1050	0.000	0.00%
1051-1100	29.193	0.46%
1101-1150	0.000	0.00%
1151-1200	188.705	2.99%
TOTAL	6,313.683	100.00%

A continuación, se presenta los resultados de este procedimiento para el sitio de proyecto para el escenario actual y después de la construcción.

Tasa de captación en el terreno de proyecto y en los sitios de las obras proyectadas en estado actual.

En el sitio de proyecto cubierto de Manglar, Vegetación de Duna Costera y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia, se calcularon tasas de captación de 937 a 1183 mm. Sin embargo, aunque el área del sitio de proyecto se encuentra muy plano y con una vegetación homogénea se registran diferentes valores de captación. Esto se debe primordialmente a los tipos de suelos reportados. Las diferentes capacidades de infiltración dependen principalmente de las texturas de los suelos causando diferencias de captación que en especial se observa en el arenosol que por su textura gruesa ($K = 0.4$) aumenta la infiltración significativamente en comparación con la textura media del Leptosol (con $K = 0.2$).

En la **Tabla IV.35**, se presenta para cada polígono de la obra su captación anual de agua en el estado actual, sin modificación de su uso de suelo o de la cubierta vegetal. En total, se infiltran en los polígonos con una superficie afectada hasta 240,686.03 m³ por año. En el terreno del proyecto se obtuvo una cantidad anual de 709,594.97 m³. La mayor captación de agua en estado actual se encuentra en el rango de 901 a 950 mm.

Tabla IV.35 Cantidad de captación anual en estado actual en los polígonos de las obras.

Obra	Tasa de Captación (mm)						Suma
	<950	951-1000	1001-1050	1051-1100	1101-1150	1151-1200	
	Captación anual (m ³)						
Áreas Comunes	65,805.10	0	0	0	0	0	65,805.10
Caminos y Vialidades	27,299.61	0	0	0	0	0	27,299.61
Cuerpos de agua	19,340.03	0	0	0	0	0	19,340.03
Estacionamiento	6,926.28	0	0	0	0	0	6,926.28
Área de servicio	866.54	0	0	0	0	0	866.54

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vivienda Empleados	3,463.13	0	0	0	0	0	3,463.13
Amenidades	7,545.30	0	0	0	0	0	7,545.30
Puente	364.202965	0	0	0	0	0	364.202965
Áreas Comercio	26,060.67	0	0	0	0	0	26,060.67
Comercio	6,248.62	0	0	0	0	0	6,248.62
Cuerpos de Agua Comercio	3,064.92	0	0	0	0	0	3,064.92
Paisaje modificado	16,747.13	0	0	0	0	0	16,747.13
Áreas Comunes (hoteles)	117,273.93	0	0	0	0	2,503.50	119,777.43
Recepción	2,569.30	0	0	0	0	0	2,569.30
Área de servicio Hotel	2,817.76	0	0	0	0	0	2,817.76
Manejo de residuos	939.27	0	0	0	0	0	939.27
Alimentos y bebidas	5,489.27	0	0	0	0	0	5,489.27
Albercas Hotel	4,499.84	0	0	0	0	0	4,499.84
Amenidades Hotel	3,511.37	0	0	0	0	0	3,511.37
Andadores	4,948.44	0	0	0	0	0	4,948.44
Paisaje modificado Hotel	92,498.68	0	0	0	0	2,503.50	95,002.18
Áreas Hoteles	19,138.11	0	0	0	0	0	19,138.11
Condominios	6,957.75	0	0	0	0	0	6,957.75
Habitaciones	12,180.36	0	0	0	0	0	12,180.36
Caminos	4,848.26	0	0	0	0	41.9806083	4,890.24
Caminos	4,848.26	0	0	0	0	41.9806083	4,890.24
Obras Playa	4,315.50	0	0	0	0	698.98	5,014.48
Habitaciones playa	1,100.53	0	0	0	0	698.98	1,799.52
Residencias	2,405.27	0	0	0	0	0	2,405.27
Bar de playa	222.293313	0	0	0	0	0	222.293313
Albercas Playas	587.40	0	0	0	0	0	587.40
Suma Obras	237,441.57	0	0	0	0	3,244.46	240,686.03
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	468,267.79	0	0	0	0	641.15	468,908.94
Total	705,709.36	0	0	0	0	3,885.61	709,594.97

Captación de agua en el terreno del proyecto con las obras instaladas al final de la construcción.

En los polígonos de las obras se espera un sellado de la superficie por el tipo de construcción donde el agua precipitada no tiene la posibilidad de infiltrar. Se espera un escurrimiento

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

donde el agua pluvial escurre por las superficies de las obras llegando a los terrenos aledaños donde se infiltraría. Para los otros polígonos (el puente, y los paisajes modificados) donde se mantuviera el estado original no se registra un cambio en la tasa y cantidad de infiltración.

En la **Tabla IV.36** se presentan los resultados del cálculo según estas consideraciones. La cantidad de captación de agua en este escenario se disminuye a 139,408.70 m³ en comparación al estado actual de los polígonos de las obras y a 608,317.64 m³ para el terreno del proyecto.

Tabla IV.36 Cantidad de captación anual al final de la construcción en los polígonos de las obras.

Obra	Tasa de Captación (mm)						Suma
	<950	951-1000	1001-1050	1051-1100	1101-1150	1151-1200	
	Captación anual (m ³)						
Áreas Comunes	19,704.23	0	0	0	0	0	19,704.23
Caminos y Vialidades	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Cuerpos de agua	19,340.03	0	0	0	0	0	19,340.03
Estacionamiento	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Área de servicio	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Vivienda Empleados	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Amenidades	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Puente	364.202965	0	0	0	0	0	364.202965
Áreas Comercio	19,812.05	0	0	0	0	0	19,812.05
Comercio	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Cuerpos de Agua Comercio	3,064.92	0	0	0	0	0	3,064.92
Paisaje modificado	16,747.13	0	0	0	0	0	16,747.13
Áreas Comunes (hoteles)	92,498.68	0	0	0	0	2,503.50	95,002.18
Recepción	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Área de servicio Hotel	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Manejo de residuos	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Alimentos y bebidas	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Albercas Hotel	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Amenidades Hotel	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Andadores	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Paisaje modificado Hotel	92,498.68	0	0	0	0	2,503.50	95,002.18

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Áreas Hoteles	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Condominios	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Habitaciones	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Caminos	4,848.26	0	0	0	0	41.9806083	4,890.24
Caminos	4,848.26	0	0	0	0	41.9806083	4,890.24
Obras Playa	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00
Habitaciones playa	0.00	0	0	0	0	0.00	0.00
Residencias	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Bar de playa	0	0	0	0	0	0	0
Albercas Playas	0.00	0	0	0	0	0	0.00
Suma Obras	136,863.22	0	0	0	0	2,545.48	139,408.70
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	468,267.79	0	0	0	0	641.15	468,908.94
Total	605,131.01	0	0	0	0	3,186.63	608,317.64

Comparación de la captación de agua en los polígonos de las obras en los diferentes escenarios.

En la **Tabla IV.37** se presentan los resultados de los cálculos de las cantidades de captación de agua en los dos escenarios. Se observa que al final de la construcción se disminuye la cantidad captada de agua en los polígonos de obras de 240,686.03 m³ anuales a 139,408.70 m³. Para el terreno de proyecto se disminuye a 608,317.64 m³ lo que representa una disminución porcentual de 14.3%. La captación de agua en los polígonos del puente, y de los paisajes modificados se mantiene constante.

La mejor manera de recuperar el agua perdida de captación por el sellado de la superficie es la desviación del agua a las áreas aledañas donde el agua pluvial será recuperada en los cuerpos de agua o zonas de vegetación, donde existe la posibilidad de captación.

Tabla IV.37 La captación de agua anual en los diferentes escenarios

Obra	Captación anual (m ³) en estado actual	Captación anual (m ³) a final de la construcción
<i>Áreas Comunes</i>	<i>65,805.10</i>	<i>19,704.23</i>
Caminos y Vialidades	27,299.61	0.00
Cuerpos de agua	19,340.03	19,340.03
Estacionamiento	6,926.28	0.00
Área de servicio	866.54	0.00
Vivienda Empleados	3,463.13	0.00
Amenidades	7,545.30	0.00

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Obra	Captación anual (m³) en estado actual	Captación anual (m³) a final de la construcción
Puente	364.202965	364.2029646
Áreas Comercio	26,060.67	19,812.05
Comercio	6,248.62	0.00
Cuerpos de Agua Comercio	3,064.92	3,064.92
Paisaje modificado	16,747.13	16,747.13
Áreas Comunes (hoteles)	119,777.43	95,002.18
Recepción	2,569.30	0.00
Área de servicio Hotel	2,817.76	0.00
Manejo de residuos	939.27	0.00
Alimentos y bebidas	5,489.27	0.00
Albercas Hotel	4,499.84	0.00
Amenidades Hotel	3,511.37	0.00
Andadores	4,948.44	0.00
Paisaje modificado Hotel	95,002.18	95,002.18
Áreas Hoteles	19,138.11	0.00
Condominios	6,957.75	0.00
Habitaciones	12,180.36	0.00
Caminos	4,890.24	4,890.24
Caminos	4,890.24	4,890.24
Obras Playa	5,014.48	0.00
Habitaciones playa	1,799.52	0.00
Residencias	2,405.27	0.00
Bar de playa	222.293313	0
Albercas Playas	587.40	0.00
Suma Obras	240,686.03	139,408.70
Terreno del proyecto sin los polígonos de las obras	468,908.94	468,908.94
Total	709,594.97	608,317.64

IV.3.1.9.3 Análisis de la calidad del agua superficial

La calidad de agua superficial depende en la subcuenca de la calidad del agua pluvial y su interacción con el agua marina. Además, existe una afectación por emisiones urbanas y por las actividades turísticas, marinas y pesqueras. CONAGUA (2013) ha reportado para

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

diferentes sitios en la República Mexicana para el año 2013 la calidad de agua que refiere principalmente a demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST) y Coliformes Fecales (CF). En la subcuenca Quintana Roo se encuentran más de 120 sitios de monitoreo. Dos sitios se localizan dentro del SAR a poca distancia al sitio de proyecto. Los resultados de los análisis se presentan en la **Tabla IV.38**. Los dos sitios monitoreados presentan una buena calidad de agua. Coliformes fecales no fueron reportadas. El primer punto se localiza al noreste del sitio de proyecto en una laguna costera mientras el segundo en el suroeste del sitio a 400 m en el mar abierto.

Tabla IV.38 Calidad de agua de los sitios de monitoreo en la subcuenca Quintana Roo (CONAGUA, 2013).

Clave	Sitio	Longitud	Latitud	DBO5 (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Semáforo
DLQUI2223	Puerto Aventuras 1	-87.2185	20.5038	0.0	0.0	30.0	verde
DLQUI2222	Puerto Aventuras 3	-87.2284	20.4952	0.0	0.0	48.55	verde

IV.3.1.9.4 Hidrología subterránea

El SAR y el SP se encuentran localizados en la zona costera al oriente del acuífero administrativo Península de Yucatán (3105) (**Figura IV.17**). Este acuífero se localiza en la porción sureste del país y abarca una superficie de 124,409 km², comprendiendo totalmente al Estado de Yucatán y casi la totalidad de los estados de Campeche y Quintana Roo, con excepción de la porción sur centro de la Península, que corresponde a los acuíferos Cerros y Valles (2301) del Estado de Quintana Roo y Xpujil (0405), del Estado de Campeche. Por la falta de una red hidrológica bien desarrollada en la península, el acuífero es la única fuente de abastecimiento de agua en la Península de Yucatán, para todos los usos.

El acuífero esta principalmente compuesto por calizas de características variadas y depósitos aluviales cuya permeabilidad es mayor en las porciones que contienen fracturamiento y karsticidad, y menor en los estratos de caliza masiva (Sánchez et al., 2016) (Figura IV.19).

Las calizas con las mejores características acuíferas son las del Eoceno y Mio-Plioceno, las cuales están relacionadas con el Miembro Pisté de la Formación Chichén Itzá y la Formación Carrillo Puerto, respectivamente (DOF, 2013).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

La transmisividad es de $1 \text{ m}^2/\text{s}$ lo que permite un movimiento rápido del agua subterránea, pero con poca carga hidráulica, bajo gradiente hidráulico y un nivel freático estable.

Por las condiciones geológicas, el acuífero es considerado como libre excepto en una franja estrecha paralela a lo largo de la costa, donde se desarrolló caliche la cual es prácticamente impermeable e impide el movimiento de agua subterránea hacia el mar. Solamente en algunas zonas donde existen cavernas es posible la descarga de agua subterránea al mar por medio de manantiales.

Documento Técnico Unificado
 Complejo Ecoturístico Riviera Maya

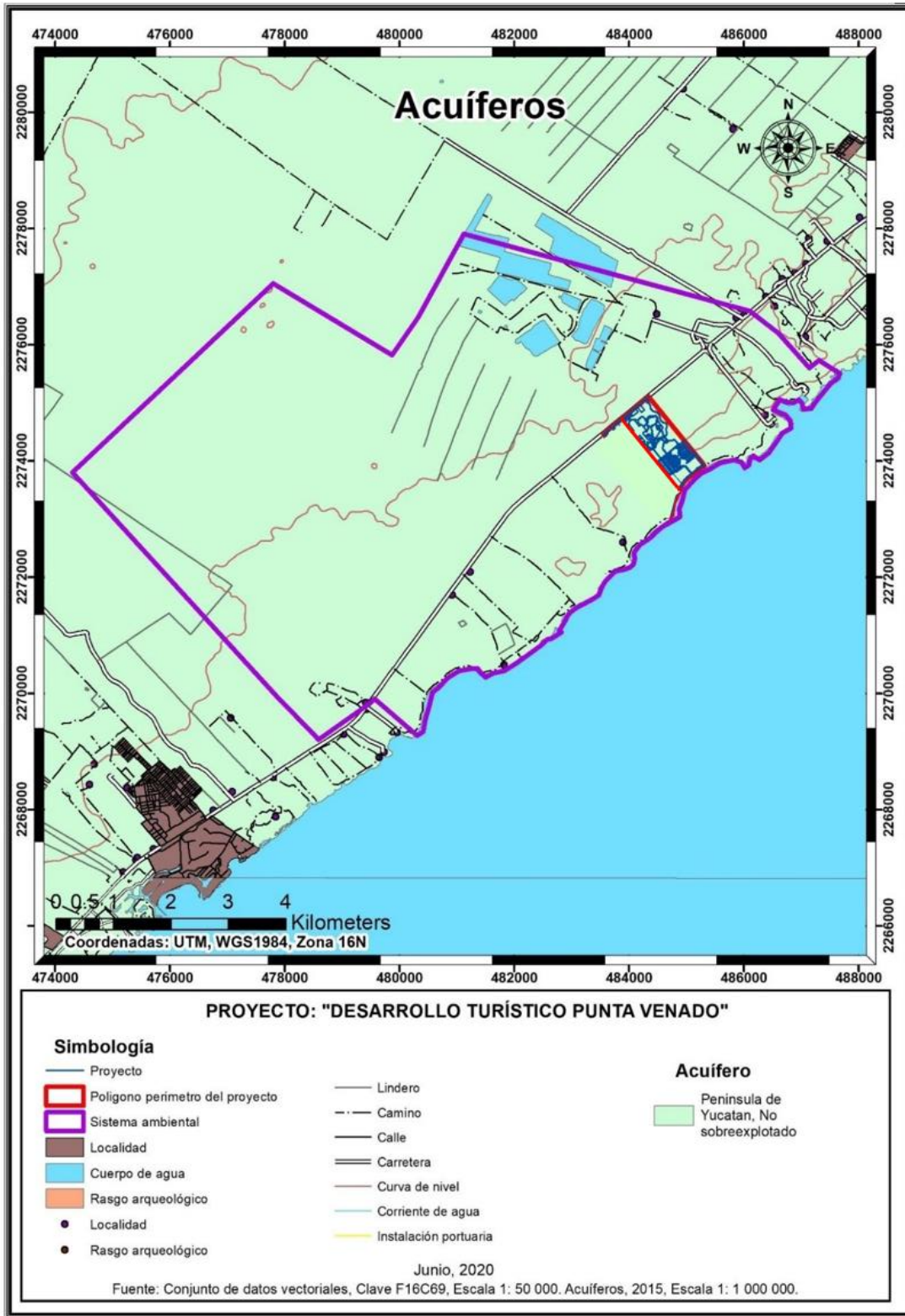


Figura IV.17 La ubicación del SAR y sitio de proyecto en relación con el acuífero.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

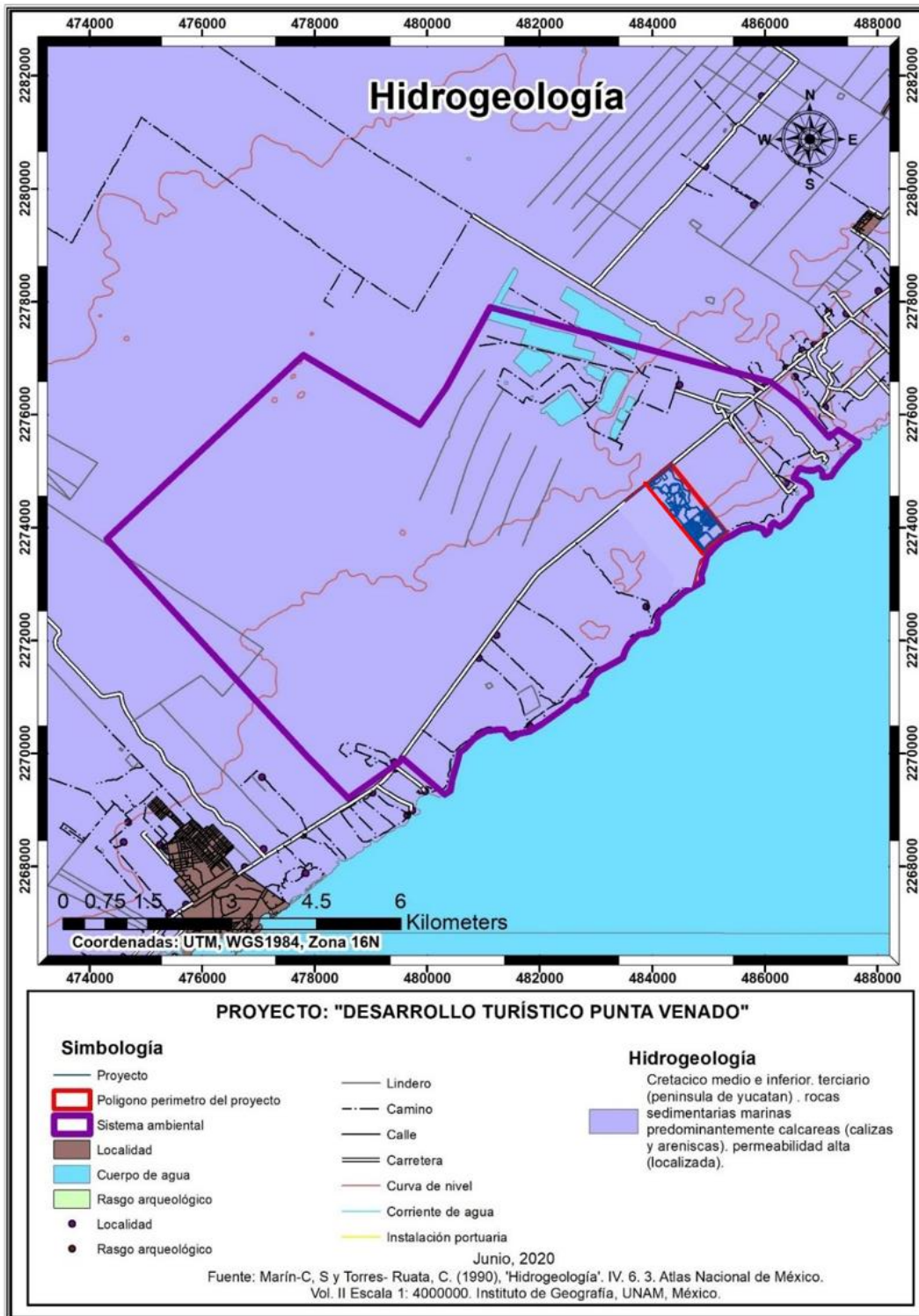


Figura IV.18 Hidrogeología en el SAR y sitio del Proyecto.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El agua subterránea aprovechable del acuífero se encuentra en una capa delgada de agua dulce con un espesor menos de 70 m tierra adentro de la península, disminuyendo hacia la costa a unos cuantos metros, dependiendo de la altura del nivel freático con respecto al nivel del mar. Este cuerpo de agua está flotando sobre el agua salina resultado de una extensiva intrusión salina tierra adentro (a más de 100 km). El espesor máximo del acuífero es de 400 m en el centro de la península (Carballo Parra, 2016; Graniel Gastro & González Hita, 2002).

La profundidad del nivel de agua subterránea está controlada por la topografía y aumenta gradualmente de la costa hacia tierra adentro, desde algunos centímetros en la costa, hasta más de 120 m en el área alta de lomeríos (DOF, 2013).

Las características de rocas carbonáticas para disolverse en un ambiente con factores particulares de clima, vegetación y topografía ha convertido a la península a un lugar casi libre de escorrentía superficial, formando el terreno a un sistema de formas kársticas con cenotes, poljés y cuevas con profundidades de cientos de metros donde se captura agua superficial. Los cenotes constituyen un rasgo característico de la planicie de Yucatán y son presentes en una densidad variable (circular de cenotes o cenotes aisladas).

La recarga del acuífero es homogénea y depende de la distribución de las precipitaciones pluviales en la península donde el agua infiltra por el suelo y recarga rápidamente sin mayores obstrucciones a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución (Carballo Parra, 2016). El flujo subterráneo sigue diferentes trayectorias controladas por el desarrollo o evolución del karst profundo y se puede describir como un flujo turbulento. La mayor karsticidad se presenta en el sur de la península donde se encuentran los sedimentos más antiguos del Paleoceno-Eoceno.

Las direcciones de flujo son principalmente hacia al mar desde el centro de la península. Pero por diferentes fallas en la península se diferencia en tres tipos de direcciones de flujo. Una es el anillo de cenotes por donde el agua fluye hacia el norte y noroeste, la segunda está formada por la sierrita de Tikul con un flujo hacia este y oeste y al final el sistema de fracturas de Holbox - Xel-Ha con un flujo de agua hacia el este como es el caso para el SAR y el SP (Carballo Parra, 2016).

La descarga natural se efectúa parcialmente a través de manantiales a lo largo de la costa oriental y en forma difusa en la costa norte y hacia la costa occidental. No existen cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua por la extracción, por lo cual se deduce que el volumen de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga y los efectos del bombeo se propagan rápidamente (Graniel Gastro & González Hita, 2002). En la costa del caribe donde se encuentra el SAR, los sistemas de cavernas inundadas se extienden de 8 a 12 km tierra dentro donde se vinculan las áreas de recarga hacia los ojos de agua que descargan en la zona costera por medio de manantiales subacuáticos. Las velocidades de agua subterránea a través de las redes de cuevas varía de 0.5 a 2.5 km/día (Carballo Parra, 2016).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En el corredor turístico Cancún-Tulum, la descarga natural subterránea es de aproximadamente 8.6 millones de m³/año por km de costa. Se estima que a lo largo de los 150 km del tramo Cancún-Tulum, el caudal que descarga el acuífero hacia el Mar Caribe es de aproximadamente 1,290 millones de m³/año, equivalente a 41 m³/s (González Hita, 2000).

Al norte del SAR en los alrededores del Sistema Lagunar de Nichupté, se encuentra material arcilloso impermeable o semipermeable por lo que la existencia de estos sedimentos arcillosos convierte el acuífero a confinado, que es evidenciado por la presencia de manantiales en la laguna (Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002). La porosidad secundaria varía en las rocas entre 20 y 60%, con una conductividad hidráulica de 0.65 m/s.

En la temporada seca, el espesor de agua dulce es de entre 12 y 14 m y la velocidad del flujo en la zona de agua dulce es de $2.1 \cdot 10^{-4}$ m/s y en la zona de agua salada de $8.2 \cdot 10^{-4}$ m/s lo que ocasiona que se presente un gradiente hidráulico de 10 - 15 cm/km. Se ha calculado que, en las fracturas presentes en los cenotes, la velocidad de flujo se incrementa variando de 0.01 a 0.12 m/s en zonas hasta de 10 km tierra adentro hacia la costa. Se tiene una transmisividad de 0.5 m²/s, un gradiente hidráulico del orden de 0.0042 y el coeficiente de almacenamiento es de 0.06 (Graniel Gastro & Gonzáles Hita, 2002).

Para conocer a más detalle la estructura del subsuelo y el funcionamiento del acuífero en el sitio de proyecto, se realizó un Estudio Geohidrológico y una prospección Geofísica, por Consultores en Agua Potable, Alcantarillado, Geohidrología & Hidráulica Costera (CAPAGHC) en 2007, el documento se presenta en el **Anexo IV.1. Anexo IV.2** Mediante barrenos de exploración y técnicas geofísicas se examinó el subsuelo para entender el flujo de agua subterránea y encontrar la interfase salina. Las perforaciones para extraer los núcleos se utilizaron para medir la calidad de agua en diferentes profundidades.

Los métodos geofísicos consistieron en la aplicación de las técnicas de Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM) y Sondeos Eléctricos Verticales (SEV •s). El objetivo de estos sondeos fue zonificar resistivamente los materiales del subsuelo, determinando su homogeneidad lateral y a profundidad, para poder identificar la posible existencia de cavidades o heterogeneidades. El parámetro físico que se midió en la superficie fue la resistividad eléctrica. El estudio no solamente fue para conocer la estructura subterránea sino también para obtener datos que ayuden en la generación de un modelo conceptual del acuífero que definiera la presencia de flujos de agua subterránea que sirvan de alimentación natural al sistema lagunar y al sistema de abastecimiento.

Se utilizaron dos técnicas geofísicas: la tomografía eléctrica (Dipolo-Dipolo) y el sondeo por transistorio electromagnético (TEM). Mientras la longitud de obra para la tomografía fue de 2,220 m (lateral a la costa) se realizaron dos sondeos electromagnéticos de 900 m cada uno (lateral y perpendicular a la línea de la costa) (**Figura IV.19**).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura IV.19 Ubicación de las líneas para los sondeos geofísicos y los puntos de barrenación.

La longitud del dipolo para la tomografía eléctrica utilizada fue de 5 m, con 72 electrodos conectados de manera simultánea, con los cuales se realizaron longitudes de exploración variable de 142 a 286 m, y una profundidad de investigación del orden de 30 m. Para los Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM), se utilizó una espira o bobina formada de un cuadro mediante un cable con dimensiones de 10 x 10 m (área de la bobina 100 m²), a este arreglo se le denomina "Loop coincidente" con una resistencia de 5 Ω en el circuito. Con estas características de arreglo se logró una intensidad de corriente del orden de seis (6) A (amperes), para cumplir con los 17 m de investigación propuestos.

En los perfiles se detectaron claramente los puntos donde existen estructuras geológicas (fracturas) que permiten la conducción de agua dulce o de mezcla (valores de alta resistividad) y el área que este relleno con el agua salada (valores de baja resistividad). Además, se pudieron diferenciar zonas con material compactado y/o libre de agua salada principalmente cerca de la superficie del sitio de proyecto. Estas capas se encontraron geoelectricamente resistiva por la falta de agua (zona vadosa) que presenta entonces una resistividad eléctrica mayor por el aire que está llenando los poros o cavidades del material geológico. Como se aumenta la profundidad se decrece la resistividad por la presencia de agua circulando por los poros, conductos de disolución y/o planos de contacto con la capa anterior. Las menores resistividades se dan por debajo de los 6 m, condición asociada a la presencia de intrusión marina. En algunas zonas el agua salada llega hasta la superficie presentando zonas de influencia de agua salada donde el material granular está relleno con este tipo de agua.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En las siguientes figuras se presentan dos secciones de la tomografía eléctrica (Dipolo-Dipolo). Estas dos secciones se seleccionaron por su localización en la costa del sitio de proyecto y muestran las condiciones del subsuelo en este sitio bajo estudio.

En la **Figura IV.20** se observan paquetes resistivos en los primeros 4 m de profundidad, las cuales están asociadas a la presencia de roca compacta con algunos lentes de arena, el parámetro de resistividad decrece gradualmente conforme se profundiza el acuífero por la presencia de agua salada relleno los poros de la roca. A partir de los 4 m se hace más evidente la intrusión marina a excepción del final de la sección donde se observa este fenómeno desde la superficie.

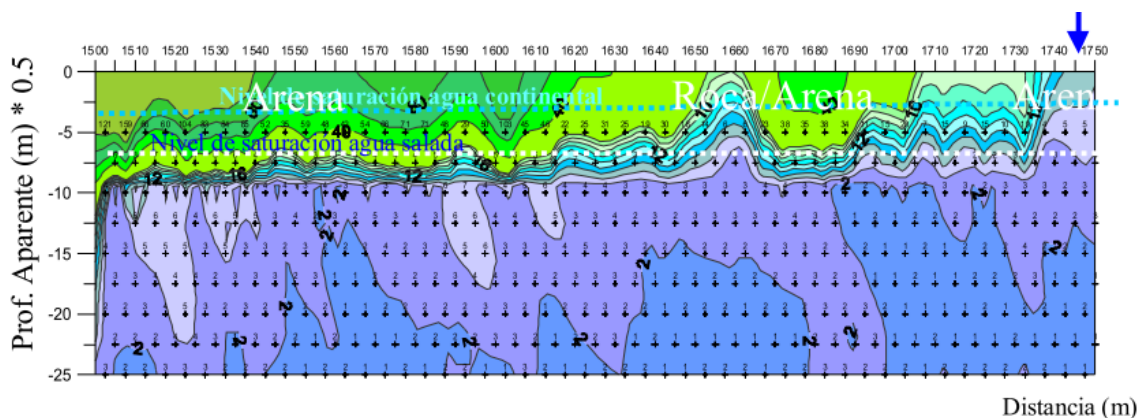


Figura IV.20 Sección de resistividad L1(Dip-Dip) Punta Venado(Cad. 1500 a 1750)

En la **Figura IV.21** se observa que las condiciones de altos resistivos desaparecieron y son reemplazados por condiciones conductivas con influencia de agua marina, a excepción de dos estructuras superficiales visibles en los cadenamientos a 1825 y 1980 m asociados a roca compacta con agua de mezcla que posiblemente correspondan a los bordes rocosos de la zona de humedales. En el cadenamiento 1925 m a 10 m de profundidad se observa una pequeña estructura con un ligero incremento en su resistividad eléctrica que pudiese corresponder a un conducto o fractura.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

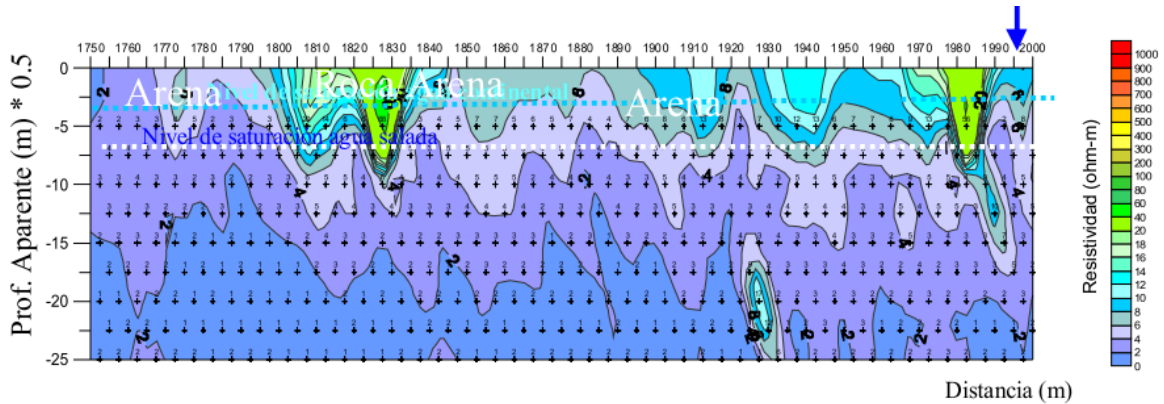


Figura IV.21 Sección de resistividad L1(Dip-Dip) Punta venado(Cad 1750 a 2000)

A lo largo de la costa los perfiles de sondeos son intersectados por zonas de fracturas o donde se detectan intrusiones de agua salina. En el sondeo perpendicular T2 (al sur de la zona del predio) la zonificación de la resistividad mantiene muy estable (Figura IV.22) con una capa somero-resistiva de 6 m de espesor con los máximos valores en superficie que continua a una capa subyacente de 3 m de espesor de media resistividad. A partir de los 6 m las condiciones se vuelven altamente conductoras por la presencia del agua de mar.

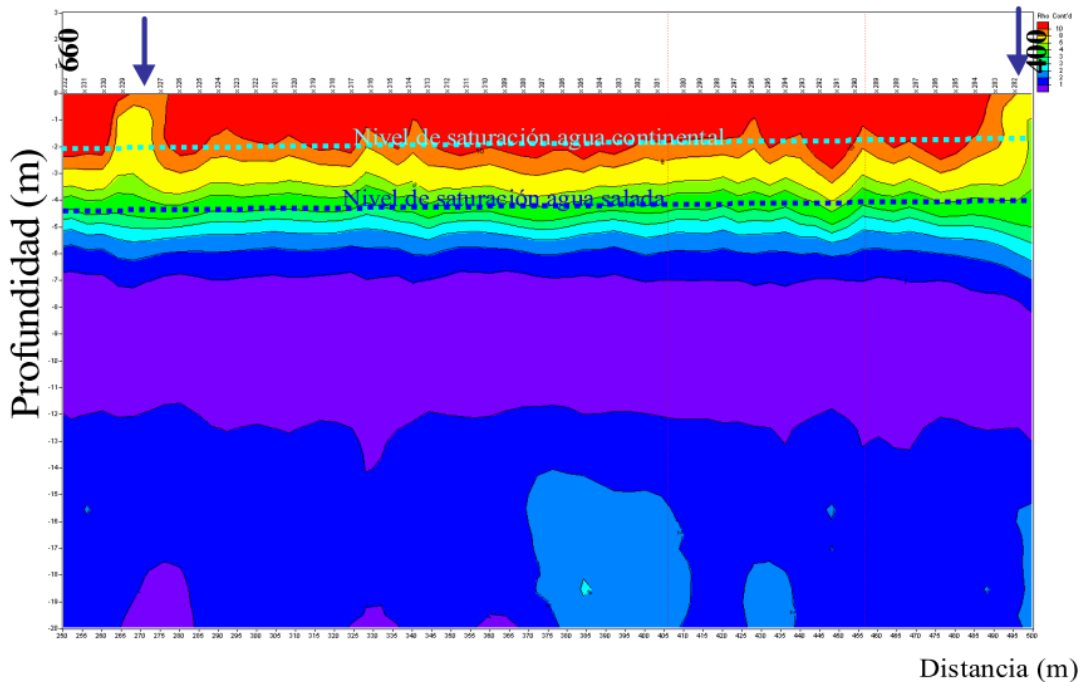


Figura IV.22 Sección de resistividad L2(TEM)(cad 400 a 660)

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En el SP, el nivel del agua se encuentra a aproximadamente dos (2) metros de profundidad donde se reemplaza el agua dulce que pone una capa de 2 m de espesor sobre el agua salada. En general se encontraron el techo de la interfase salina a una profundidad de 8 m medidos a partir del nivel freático para la zona más cercana a la costa y 12.5 m para la zona más alejada.

Durante la prospección se detectaron varias fracturas de gran magnitud bien delimitadas cuyo contraste resistivo en relación con su entorno infieren la presencia de flujos de agua de origen continental en dirección a la línea de costa. Estas descargas se identificaron principalmente en la línea uno de geofísica (paralela a la línea de costa) en los siguientes cadenamientos: 530, 625, 680, 755, 800, 915, 1015, 1080, 1925, 2200, y 3050. Estas posibles descargas se localizan las más someras a partir de los 5 m medidos del terreno, profundizándose hacia el Sur hasta los 13 m siendo los responsables de la descarga en la caleta principal del predio en cuyo margen se avistaron ojos de agua o manantiales.

A base de la información geofísica se definieron seis sitios de perforación para barrenos exploratorios (B1 a B6 - **Figura IV-24**) para verificar anomalías físicas en el subsuelo. Con la perforación confirmaron la información de la estructura del subsuelo y aprovecharon los barrenos para un análisis de los materiales que conforman el acuífero. Además, el diseño de los pozos permitió el monitoreo de la calidad del agua a diferentes profundidades y observar las respuestas a los cambios de la marea.

En el análisis del material obtenido durante de la perforación de los seis barrenos se pudieron identificar un paquete de sedimentos del pleistoceno constituidos por una capa superficial de arenas calcáreas semiconsolidadas con abundantes fósiles y lentes delgadas de caliza recristalizada compacta con un espesor de 5 m. Subyaciendo a la unidad anterior, se cortaron calizas blancas coquiníferas de origen arrecifal con abundantes huellas de disolución con un espesor de 5 m en promedio. Por debajo de las calizas arrecifales se cortaron calizas de color blanco a beige compactas muy fracturadas, estas calizas se correlacionan con la formación Carrillo Puerto del mioceno-plioceno presentándose hasta el final de los sondeos.

Los materiales identificados presentan una alta permeabilidad por su porosidad secundaria debido a procesos de disolución o por el fracturamiento durante los eventos tectónicos. Estas características convierten los materiales a muy favorable para el flujo libre de agua subterránea en especial en las calizas arrecifales y las calizas fracturadas. Otra condición favorable son los planos de estratificación entre las capas laminares de las calcarenitas en donde se han formado huecos y conductos de disolución y los planos o contactos litológicos entre una unidad y otra coincidiendo con la presencia de discontinuidades menores y cavidades identificadas durante la perforación.

Las perforaciones para el estudio del subsuelo se aprovecharon para realizar un estudio sobre el comportamiento de las características del agua subterránea. Se enfocaron en el

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

análisis de la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con fenómenos geoquímicos, la potencia y volumen del agua subterránea para obtener al fin un modelo hidrodinámico del acuífero de la zona del predio.

En el censo de aprovechamiento se contaron nueve puntos, de los cuales consisten en seis (6) puntos obtenidos a través de los barrenos exploratorios del predio, un sondeo corto y dos (2) cenotes. Se realizaron campañas de medición del nivel freático en cada uno de los puntos. Se midieron en cada uno de los aprovechamientos censados los niveles piezométricos para calcular posteriormente la elevación del nivel de agua con respecto al nivel medio del mar (**Tabla IV.39, Figura IV.23**).

Tabla IV.39 La captación de agua anual en los diferentes escenarios.

Nombre	Coordenadas		Cota (m)	Nivel Freático (m)	Potencial (m)
	x	y			
B-1	482,723.000	2,273,657.000	5.241	4.684	0.557
B-2	483,206.000	2,273,078.000	7.426	6.997	0.429
B-3	483,870.000	2,272,739.000	3.644	3.291	0.353
B-4	481,614.000	2,272,718.000	5.594	5.099	0.495
B-5	484,110.000	2,274,916.000	5.748	5.232	0.516
B-6	485,084.000	2,275,720.000	6.625	6.130	0.495
Cenote	486,190.093	2,274,250.303	1.278	1.041	0.237
Sondeo	482,966.000	2,271,580.000	2.325	1.957	0.368
Cenote Comedor	483,882.093	2,272,618.303	1.043	0.708	0.335

Con el resultado se configuró el plano de isopiezas que permite calcular el gradiente hidráulico, conductividad hidráulica y la dirección preferencial del flujo del agua subterránea en la zona y por debajo del predio (**Figura IV.24**). Se observa claramente un flujo con dirección norte-sureste, coincidiendo con el análisis de fracturamiento del predio realizado a través de fotogrametría y verificación de campo.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

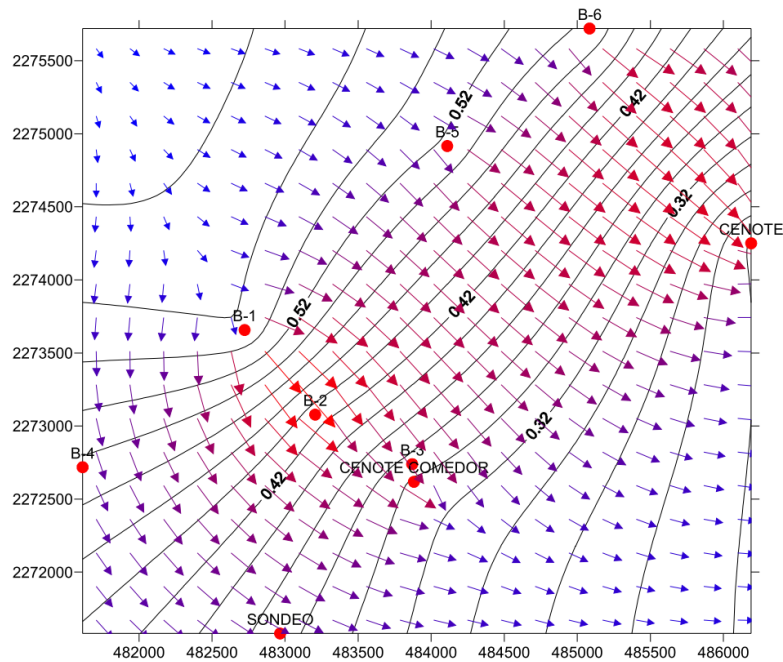


Figura IV.23 Mapa de las curvas equipotenciales.

Con la información del registro electrónico del nivel del agua en los barrenos B-2 y B-3 del estrato de roca caliza se obtuvo la conductividad hidráulica entre 15 y 30 m de profundidad donde la conductividad hidráulica varió entre 1,000 y 10,000 m/d. Estos valores son característicos de acuíferos confinados como es el caso para el agua subterránea en el acuífero estudiado.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

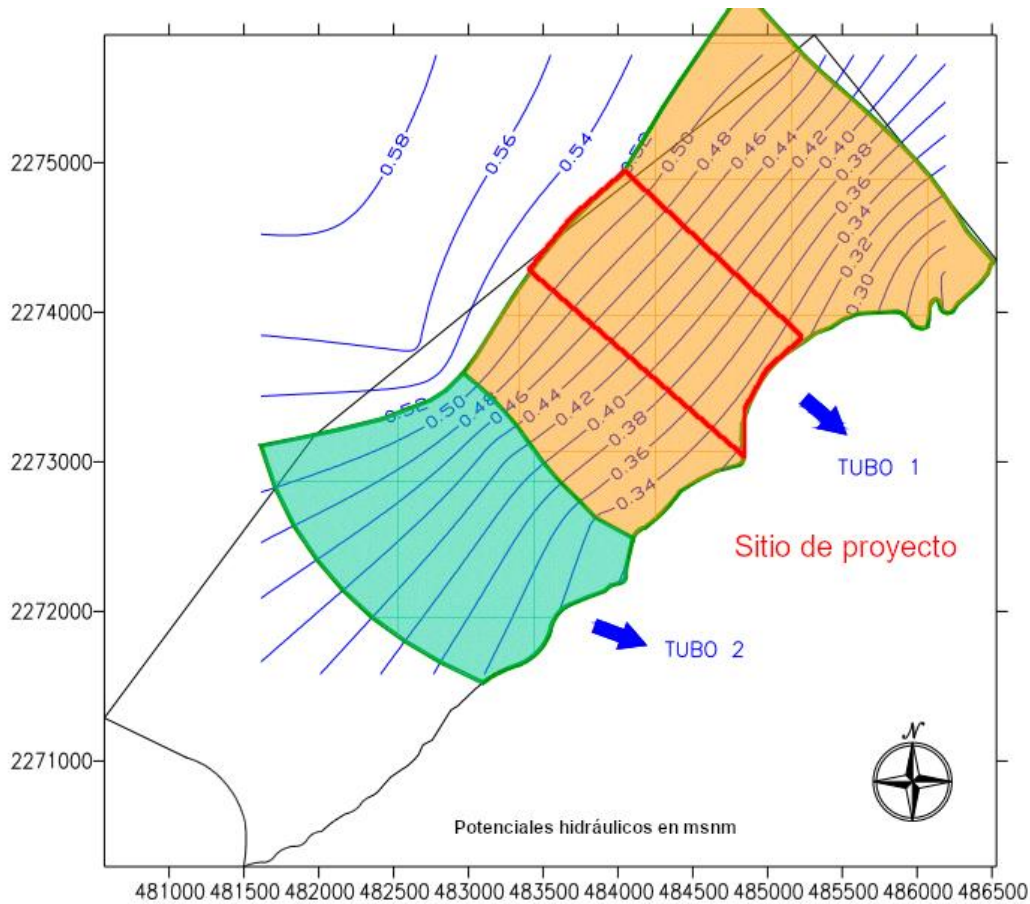


Figura IV.24 Red de flujo Complejo Ecoturístico Riviera Maya correspondiente al 15 de junio de 2007.

Con base en la información obtenida por los estudios geológicos e hidrogeológicos, se calculó el caudal de flujo de agua subterránea que fluye bajo de zona de estudio utilizando la ley de Darcy (**Figura IV.24** y **Figura IV.25**). Hay que considerar este cálculo toma la base de una longitud de 5,116 m que tomaron en el estudio geohidrológico de CAPAGHC (2007) y obtuvieron un caudal de 707 L/s. En diferencia a este cálculo, el sitio de proyecto presenta una longitud de la línea de costa de 1,100 m por lo que el caudal correspondiente baja a 153.40 L/s para el sitio de proyecto.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Ley de Darcy

$$Q = K A i$$

Configuración de flujo para el 15 de junio de 2007.

Q: Caudal de agua subterránea
A: Área de la sección transversal ($A = b L$)
b: Espesor de acuífero
L: Ancho del tubo de corriente
i: Gradiente hidráulico

TUBO DE CORRIENTE	K (m/d)	Área sección transversal		i (adimensional)	Q (m ³ /d)	Q (l/s)
		b (m)	L (m)			
1	15,000	8	3153	1.19E-04	44,842	519
2	15,000	8	1602	8.43E-05	16,213	188

Q1+Q2=	61,055	m³/d
Q1+Q2=	707	l/s

Longitud de línea de costa = 5116 m **Q = 0.1382 l/s por metro de línea de costa**

Figura IV.25 Cálculo del caudal que fluye en el predio.

En los barrenos perforados también se midieron las características fisicoquímicas del agua subterránea mediante una sonda de multiparámetro Quanta-Hydrolab. Se enfocaron en los parámetros de conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y potencial redox las cuales resultados se presentan en el apartado de la calidad de agua.

El estudio geohidrológico Punta Venado de CAPAGHC (2007) también presenta el modelo conceptual del acuífero. Este modelo está basado en estudios anteriores (EXICO, SA, 1990; Back et al., 1979; More, 1992), y en mediciones realizadas en el sitio. El modelo hidrogeológico de la zona fue definido por EXICO, SA después de realizar observaciones del cambio de niveles de agua durante un año en pozos y cenotes nivelados con referencia al nivel medio del mar. También efectuaron mediciones superficiales y del perfil del acuífero durante un año hidrológico en pozos y cenotes profundos que alcanzaban la mezcla de agua dulce con agua salada. Con estas investigaciones realizadas se definió el siguiente modelo conceptual.

“La zona de recarga del acuífero se definió a 35 km al oeste y 25 km al noroeste desde las fallas de la Depresión Central y del Levantamiento Central Vallarta respectivamente y pasando a través de la Depresión Costera Sur. El acuífero principal que descarga a través de esta zona estudiada consiste de calizas compactas a masivas a veces arcillosas con excelente permeabilidad producto del fracturamiento y desarrollo cárstico; el cual termina debajo del cordón del pleistoceno que conforma el acuífero clástico costero formado por una secuencia de depósitos recientes de calizas arrecifales en la parte inferior y arenas calcáreas finas poco compactas, y con algunos horizontes cementados en la parte superior que presentan buena permeabilidad”.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Los cenotes son parte muy importante en el comportamiento del acuífero cárstico de esta zona. Forman parte del sistema que conforma la estructura o aparato que gobierna el tránsito del agua subterránea. Entre otras geoformas se tienen: fracturas, fallas, dolinas o depresiones cársticas, cuevas submarinas, caletas, conductos de disolución y manantiales submarinos. Debe de entenderse por sistema o aparato cárstico a todo el conjunto de geoformas donde cada uno cumple con una función específica; esto es, los cenotes, las dolinas o depresiones cársticas y las aberturas o fallas funcionan como formas de absorción e infiltración del sistema cárstico. Los conductos de disolución, las cavernas, las grutas y los pasajes subterráneos son las formas de conducción a través de las cuales se mueve y circula el agua subterránea hacia las zonas de descarga. Los manantiales submarinos u ojos de agua, las cuevas submarinas y toda fractura o fisura dentro del mar o en las partes bajas inundables cercanas a la costa que tengan agua salobre son las formas de emisión o descarga del sistema cárstico.

La zona estudiada se encuentra conformada por depresiones cársticas; fracturas; cenotes; caletas y zonas susceptibles a inundación. En esta zona, el acuífero se encuentra en transición y movimiento, por lo que su calidad se ve afectada por el movimiento de mareas y el ciclo hidrológico. La velocidad del flujo varía dependiendo si ésta se mide en zonas preferenciales de fracturas o en el medio matricial poroso y fisurado. En cenotes, la velocidad del flujo del agua subterránea en esta zona tiene un comportamiento diferente, ya que el cuerpo de agua funciona como un amortiguador de las velocidades del flujo adyacentes a las paredes de este y su velocidad promedio es menor (alrededor de 0.01 a 0.04 m/s). En Tres Ríos se midieron velocidades entre 0.07 y 0.18 m/s, lo cual significa que se tienen efectos de vertedor en la zona principal de fracturamiento”.

IV.3.1.9.5 Censo de aprovechamiento

En el acuífero de la Península de Yucatán se explota el agua por medio de miles de captaciones las cuales se encuentran principalmente en las porciones norte, oriental y sur poniente. Existen aproximadamente 16,165 aprovechamientos, siendo las norias o pozos con los cuales se extraen caudales entre 1 y 5 L/s, principalmente para uso agrícola, doméstico y de abrevadero.

El volumen de extracción total es de 1,313.3 millones de m³/año de las cuales 816.06 millones de m³/año (62.1 %) se destinan al uso agrícola, 432.14 millones de m³/año (32.9 %) para abastecimiento público urbano, 52.17 millones de m³/año (4 %) para uso industrial y 12.98 millones de m³ (1 %) para uso doméstico y de abrevadero (DOF, 2013).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.9.6 Análisis de la calidad del agua subterránea

El problema más destacable en la calidad de agua subterránea para el acuífero es la salinidad total que se incrementa a lo largo del flujo desde tierra adentro hacia la costa. El contenido de sales en el agua subterránea limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera. Un bombeo inadecuado provoca un ascenso del agua salada subyacente y empeora la calidad sustancialmente y rebasa el límite máximo permisible para consumo humano. Se detectó que el agua salada ya penetra más de 40 km tierra adentro y cualquier bombeo intensivo mueve la interfase agua dulce/agua salobre más arriba.

La influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

Se estableció una zona de captación de agua dulce que por lo menos tendrá un espesor promedio de 30 m.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician una contaminación del agua subterránea. Las características de calizas de fácil disolución en condiciones ambientales adecuadas producen oquedades, cavernas y conductos de disolución con mayor permeabilidad, la ausencia de un filtro que está representado por un medio poroso y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan una entrada de contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

El acuífero Península de Yucatán es muy vulnerable y susceptible a la contaminación causando cambios químicos, físicos o biológicos en él y que consecuentemente las concentraciones de distintos parámetros rebasen los límites máximos permisibles para consumo humano establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de noviembre del 2000.

Se determina que la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero es en general extremadamente alta, como es el caso determinado en las zonas específicas de los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Tulum, Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo y en la Zona Metropolitana de Mérida, en el Estado de Yucatán (DOF, 2013).

Un problema existente con la descarga de aguas negras en los terrenos es que por las condiciones del subsuelo infiltran fácilmente y provocan una contaminación en el agua subterránea por agentes patógenos. Otras fuentes de contaminación son las granjas, ranchos, basureros, panteones, descargas de aguas residuales industriales, gasolineras,

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

gaseras y viveros en los que se utilizan intensivamente fertilizantes y se vierten sin control al subsuelo los excedentes de riego (DOF, 2013).

Los riesgos para la población se presentan en las enfermedades gastrointestinales, las cuales son las más altas a escala nacional, las enfermedades parasitarias son el principal problema de salud pública de origen hídrico, a causa de altos niveles de contaminación bacteriana (DOF, 2013). La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo reporta que 100% del agua de los municipios de Quintana Roo está clorada y además el municipio de Solidaridad donde se ubica el sitio de proyecto se encuentra 100% vigilado en su calidad. Por el contenido de los elementos mayores en la química de agua se definieron las familias de agua como sódico cloruradas y cálcica bicarbonatadas.

En las mediciones en el sitio de proyecto mediante las perforaciones de barrenos se tomaron lecturas de la conductividad eléctrica, temperatura, sólidos totales disueltos, oxígeno disuelto y potencial redox las cuales resultados se presentan a continuación.

La **temperatura** en la parte del acuífero de punta Venado a nivel freático oscila entre 25.53°C y 26.65°C. Conforme se profundiza la medición los valores mantienen variaciones mínimas menores a 0.5°C a excepción del B-3 en donde a partir de los 6 m de columna de agua el valor se incrementa de 26.01°C a 27.17°C hasta los 11 m. Este incremento se asocia a un intercambio de agua marina o una zona de mezcla.

La **conductividad eléctrica** mantiene valores a nivel freático entre 554 mS/cm y 10,420 mS/cm creciendo hacia la línea de costa. En los puntos de monitoreo más alejados de la costa (B-1, B-4 y B-6) se mantienen sin mayor cambio con la medición a más profundidad alcanzando valores a 9 y 10 m de profundidad entre 2,400 y 3,600 mS/cm (agua de mezcla). En los restantes puntos de monitoreo (B-2, B-3 y B-5) los valores empiezan a incrementarse entre 1.6 y 4 m, asumiendo una influencia del agua marina en los primeros metros del acuífero. Los puntos B-2 y B-3 se encuentran cerca de la línea de costa y B-5 se ubica en uno de los ejes principales de fracturamiento. El incremento llega en los niveles del acuífero entre 9 y 14 m alcanzando valores entre 45,000 y 46,000 mS/cm lo que claramente presenta una intrusión salina. Normalmente los valores van entre 100 y 2,000 µS/cm a 180 C para agua dulce llegando a más de 100,000 en salmueras, el agua de mar tiene alrededor de 45,000 µS/cm.

El **oxígeno disuelto** se presenta a nivel freático valores entre 2.30 y 4.15 mg/l, conforme se profundiza en los niveles inferiores del acuífero los valores se mantienen con variaciones menores a 3 mg/l hasta los 8 m de columna de agua excepto el punto de monitoreo B-3, el cual permanece con pequeñas variaciones hasta el final del sondeo, los restantes principalmente el B-1 y B-2 en donde a partir de los 8 m se incrementa el oxígeno hasta valores máximos de 6.12 y 8.51 mg/l respectivamente para volver a decrecer a 2.52 y 1 mg/l, estas variaciones se asocian a la presencia de flujos subterráneos que atraviesan el predio con dirección NO-SE y descargan en las costas del Mar Caribe. Existen evidencias de que el

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

B-1 se encuentra en las inmediaciones de una fractura y evidencias directas de cavidades entre 10 y 15 m. La mayoría de las aguas subterráneas tienen entre 0 y 5 mg/l frecuentemente por debajo de 2 mg/l.

La concentración de **sólidos totales disueltos** en el agua subterránea oscila entre 300 y 6,700 mg/l, conforme se profundiza en el acuífero los valores se mantienen sin mucha variación principalmente en los puntos de monitoreo más alejados de la costa (B-1, B-4 y B-6), esta estabilidad se mantiene hasta los 9 y 10 m por debajo del nivel freático con valores entre 1,500 y 1,900 mg/l (agua dulce o agua de mezcla). En los puntos de monitoreo más cercana a la costa y en el punto cerca de la fractura (B-2, B-3 y B-5) los valores empiezan a incrementarse entre 1.6 y 4 m hasta 9 y 14 m en donde se vuelve a estabilizar alcanzando valores entre 29,000 y 29,400 mg/l (agua salina). En la zona más alejada de la costa existe un lente de agua dulce con un espesor hasta de 10 m a excepción del área del B-5 en donde este lente se reduce a 2 m. El agua salobre para desalinizar se encuentra en esta misma zona por debajo de la capa de agua dulce y hasta una profundidad de 12 m o en su defecto en los primeros 5 m de los puntos de monitoreo restantes.

Los valores en el agua subterránea oscilan entre 150 y 1,500 mg/l en aguas dulces, pudiendo llegar a 300,000 mg/l en salmueras. El agua de mar tiene alrededor de 35,000 mg/l. Los sólidos totales disueltos determinan las profundidades de uso del agua con relación a las normas y al contenido permisible para su uso, que es de 1,500 mg/l máximo para agua dulce y en el caso del agua salobre para tratar y desalinizar se exige un mínimo de 2,500 mg/l.

En las mediciones de **Redox** se observaron valores entre 660 y 481 mv para un ambiente aeróbico. A partir de ahí se presenta un decremento generalizado siendo el más representativo el observado en el punto de monitoreo B-3 que decrece de 510 a 220 mv. Todos los valores fueron positivos, no presentándose condiciones anóxicas en ninguno de los puntos.

IV.3.1.9.7 Disponibilidad de agua subterránea

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 “Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.

La NOM establece para el cálculo de la disponibilidad de aguas subterráneas la realización de un balance de estas donde se defina de manera precisa la recarga, de ésta deducir los

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

volúmenes comprometidos con otros acuíferos, la demanda de los ecosistemas y el volumen concesionado vigente en el Registro Público de Derechos del Agua.

La recarga total media anual que recibe un acuífero, corresponde a la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero. Para el acuífero Península de Yucatán se estima una recarga total media anual de 21,813.4 millones de m³/año.

La descarga natural comprometida se calcula sumando los volúmenes concesionados de agua de los manantiales, el caudal base de los ríos alimentados por el acuífero y las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes. Para el acuífero Península de Yucatán se reporta una descarga natural comprometida de 14,542.2 millones de m³/año.

El volumen anual de extracción es la suma del volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas, del volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente, del volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA y del volumen de agua correspondiente a reservas. Para el acuífero Península de Yucatán se registra un volumen concesionado de aguas subterráneas de 4,040.82 millones de m³/año, un volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente de 26.786 millones de m³/año y además un volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA de 360.88 millones de m³/año.

Con la recarga total media anual de 21,813.4 millones de m³/año, un volumen de descarga natural comprometida de 14,542.2 millones de m³/año y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 4,428.48 millones de m³/año se calcula una disponibilidad media anual de agua subterránea de 2,842.72 millones de m³/año lo cual resulta en que se permite otorgar nuevas concesiones (DOF, 2018) (**Tabla IV.40**).

Tabla IV.40 Disponibilidad del agua subterránea en el acuífero Península de Yucatán (DOF, 2018).

Acuífero	R	DNC	VEAS				DMA	
			VCAS	VEALA	VAPTYR	VAPRH	POSITIVA	DEFICIT
Península de Yucatán	21,813.40	14542.2	4,040.82	26.786	360.88	0	2,842.72	0

R: recarga total media anual; **DNC:** descarga natural comprometida; **VEAS:** volumen de extracción de aguas subterráneas; **VCAS:** volumen concesionado/asignado de aguas subterráneas; **VEALA:** volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente; **VAPTYR:** volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDA; **VAPRH:** volumen de agua correspondiente a reservas, reglamentos y programación hídrica; **DMA:** disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Medio biótico

El SAR se encuentra ubicado dentro de la Región Zoogeográfica Neotropical que incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México. La zona contiene cobertura de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación de Duna Costera, Manglar, y zonas desprovistas de vegetación, así como asentamientos humanos.

IV.3.1.10 Vegetación

IV.3.1.10.1 Caracterización de la vegetación

México es uno de los países con una gran riqueza florística, esto debido a su amplia variedad de condiciones tanto fisiográficas y climáticas, así como su distribución geográfica (Rzedowski, 2006). En el pasado geológico de México, se han llevado a cabo intensas migraciones de plantas de diversa procedencia, siendo hoy México, una zona de influencia mixta de los elementos florísticos tanto neotropical como holárticos; por ello México también es considerado como un centro importante de evolución de la flora, sobre todo durante el cenozoico (Rzedowski, 2006). La distribución de la vegetación no es el resultado exclusivo del clima presente, ya que ningún factor actúa de manera aislada, se deben considerar además la geología, el tipo de suelo, la topografía y la misma influencia que el ser humano ha tenido sobre el medio (Rzedowski, 2006).

IV.3.1.10.2 Tipo de vegetación

De manera general, la vegetación en el SAR y sus alrededores corresponde a la característica de la Provincia “Península de Yucatán”, subprovincia Carso Yucateco, además en el sureste y noroeste se encuentra la subprovincia “Costa Baja de Quintana Roo”, “Carso y Lomeríos de Campeche” respectivamente. La totalidad del SAR se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco (INEGI, 1985). En el SAR se desarrolla como predominante el tipo de vegetación conocido como Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia. Este tipo de vegetación tiene varios sinónimos, Rzedowski (1978) lo define como Bosque tropical subcaducifolio, mientras que Leopold (1950) lo define como Tropical deciduous forest (en parte), Miranda y Hernández-X (1963) usan el nombre de Selva alta o mediana subcaducifolia, para Flores (et al, 1971) lo define con el nombre de Selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia (en parte) y finalmente en la guía oficial de interpretación de los tipos de vegetación de INEGI (1988) se menciona como Selva mediana subcaducifolia. Las selvas tropicales primarias de todo el mundo han estado

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

sujetas a un intenso régimen de perturbación tanto por factores naturales (Martínez-Ramos, 1994) como por las actividades humanas, que se han convertido en el principal motor de cambio (Calderón-Aguilera et al., 2012). La acción antrópica ha modelado la vegetación a través de diferentes niveles de impacto, como la eliminación completa de la vegetación natural con fines agrícolas, pecuarios y asentamientos humanos, todas estas actividades dan paso a la formación de extensas áreas de vegetación secundaria de varias formas, tamaños y en distintas etapas de sucesión, caracterizada por varias especies típicas asociadas con ambientes perturbados por la acción humana (Major, DiTommaso, Lehmann, & Falcão, 2005). Además, en el SAR se observa vegetación primaria de Selva Mediana Subperennifolia, cuerpos de agua, sitios sin vegetación aparente y un uso de suelo catalogado como urbano construido.

De acuerdo con Leopold (1950), el área total cubierta por vegetación primaria sumaría alrededor de 12.8% de la superficie de la República. En la actualidad sólo la décima parte ostenta tal vez una vegetación primaria que por sus características florísticas se asemeja al clímax, pues el resto está ocupado por zonas agrícolas, pastizales artificiales y diferentes comunidades secundarias de selva. Las zonas en que mejor se preserva aún esta formación corresponde a algunas porciones de la Península de Yucatán, la “selva lacandona” del noreste de Chiapas y a la “selva de ocote” en la región limítrofe de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. En el SP se observa Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación de Matorral Costero y Manglar.

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

La Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia es una asociación vegetal que se desarrolla a partir de la alteración de la vegetación primaria (Kern, 1996), con cambios en la composición florística y la estructura horizontal y vertical que pueden variar en función del tiempo de abandono y la extensión de la perturbación (Miranda & Hernández-X, 1963), la vegetación primaria en la Península de Yucatán ha sido transformada y sustituida por diferentes usos de la tierra, incendios y huracanes (Allen, Allen, Violi, & Gómez-Pompa, 2003).

En la Península de Yucatán el árbol más común de la Selva Media Subperennifolia es el Ya'a xnik (*Vitex gaumeri*), sin embargo, también se puede desarrollar en asociación con el Ramón (*Brosimum alicastrum*); en la actualidad también son frecuentes el Chacah (*Bursera simaruba*), el Kitamché (*Caesalpinia gaumeri*), y el Tzalam verde (*Lysiloma latisiliquum*) (Rzedowski, 2006).

Los pocos sitios donde existe vegetación madura muestra signos de perturbación humana (Rico-Gray & García-Franco, 1992) y casi en su totalidad, la Península presenta vegetación secundaria (Rico-Gray & García-Franco, 1991). Varios autores han contribuido al

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

conocimiento de la composición florística y estructura de la vegetación secundaria en la Península de Yucatán (Rico-Gray & García-Franco, 1992; Mizrahi, Ramos Prado, & Jiménez-Osornio, 1997; González-Iturbe, Olmsted, & TunDzul, 2002; Dupuy et al., 2012; Navarro-Martínez, Durán-García, & Méndez-González, 2012; Carreón-Santos & Valdez-Hernández, 2014; Hernández-Ramírez & García-Méndez, 2015).

Matorral costero

Esta es una 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 con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Entre las especies más comunes están el Chechem (*Metopium brownei*), el Nacax (*Coccothrinax readii*), y la Uva de mar (*Coccoloba uvifera*) (INEGI, 2005).

Manglar

Este se distribuye en forma de una franja de aproximadamente 150m de ancho al sur del proyecto, entre el matorral costero y la selva mediana subperenifolia. Se distribuye principalmente dentro de las zonas con mayor inundación, pues se encuentra compuesto por especies hidrófilas facultativas, es decir, que depende del agua para su sobrevivencia. Se trata de una zona de Manglar mixto con dominancia de mangle botoncillo y mangle rojo. También con presencia de mangle negro.

IV.3.1.10.3 Perfil de Vegetación

El diagrama de perfil de vegetación se obtiene a partir de la observación en campo de al menos dos elementos del ecosistema, la presencia-ausencia de individuos y su forma vital (FV), pudiéndose utilizar símbolos para cada una de las especies, por ejemplo, las propuestas por Danserau (Franco et al., 1985). Para la presentación de estos perfiles se utilizó, además, la pendiente del terreno que es de ligeramente ondulado a casi nulo y el valor de importancia de las especies. El significado de la simbología usada se detalla en la **Figura IV.26**.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya







Símbolo	Forma vital	Símbolo	Forma vital
	Árbol		Herbácea a. anual b. bienal p. perenne
	Arbusto c. crasicaule s. sufrútice r. rosetófilo		Especies trepadoras
	Especies briofitas		Especies epifitas

Figura IV.26 Simbología usada en el diagrama de perfil de vegetación.

En el diagrama vertical se pueden observar las especies características de la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, entre ellos la más importante es el “Palo volador o tamay” (*Zuelania guidonia*), de igual manera se observan plantas de porte arbustivo y muy pocas herbáceas (**Figura IV.27**); así como también se pueden observar las especies arbustivas características de la Vegetación de Duna Costera, entre ellos la más importante es el “Chit” (*Thrinax radiata*), así como algunas plantas arbóreas y gran cantidad de herbáceas (**Figura IV.28**). En cuanto a la distribución horizontal, se observa una constante presión de las especies, una sobre la otra (competencia interespecífica), de tal manera que la que sobrevive es la más fuerte y por lo tanto la más abundante (Smith y Smith, 2001).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

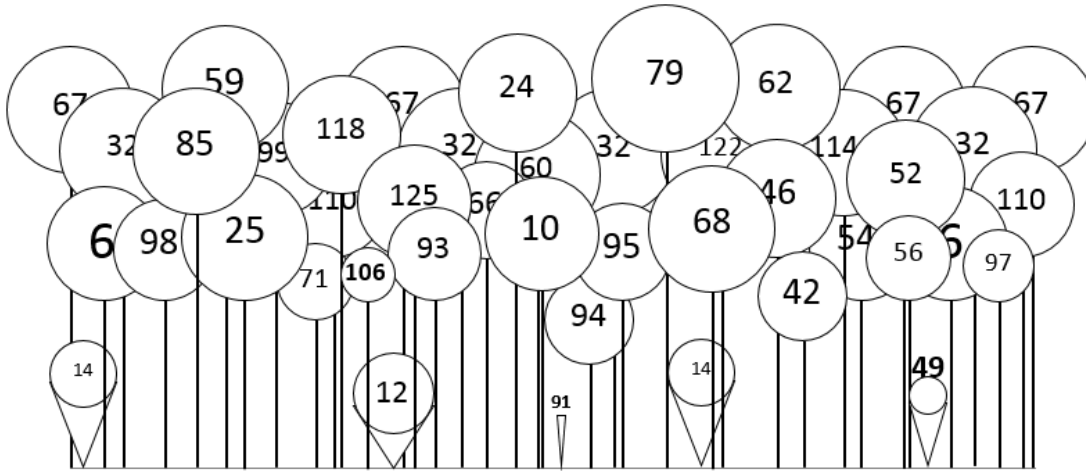


Figura IV.27 Diagrama vertical de la Vegetación secundaria de la Selva Media Subperennifolia apoyado de la numeración asignada a las especies la Tabla IV.8

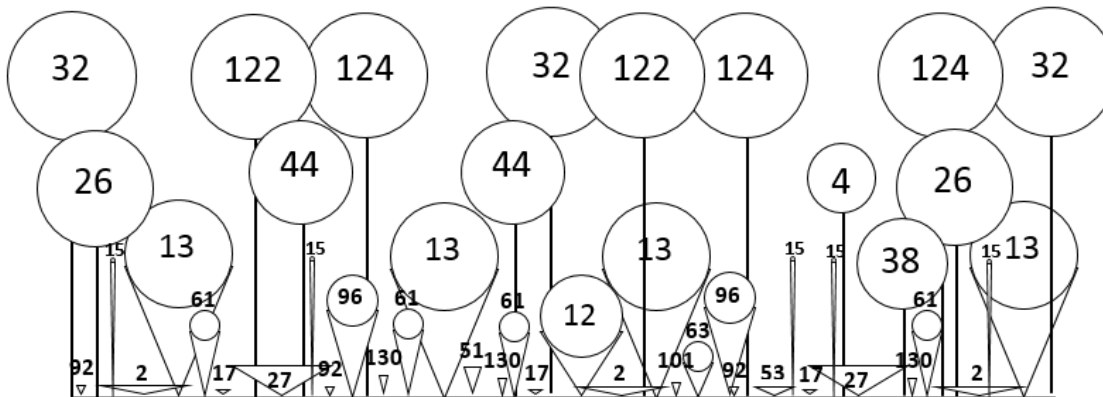


Figura IV.28 Diagrama vertical de la vegetación de duma costera apoyado en la numeración asignada a las especies de la Tabla IV.8.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

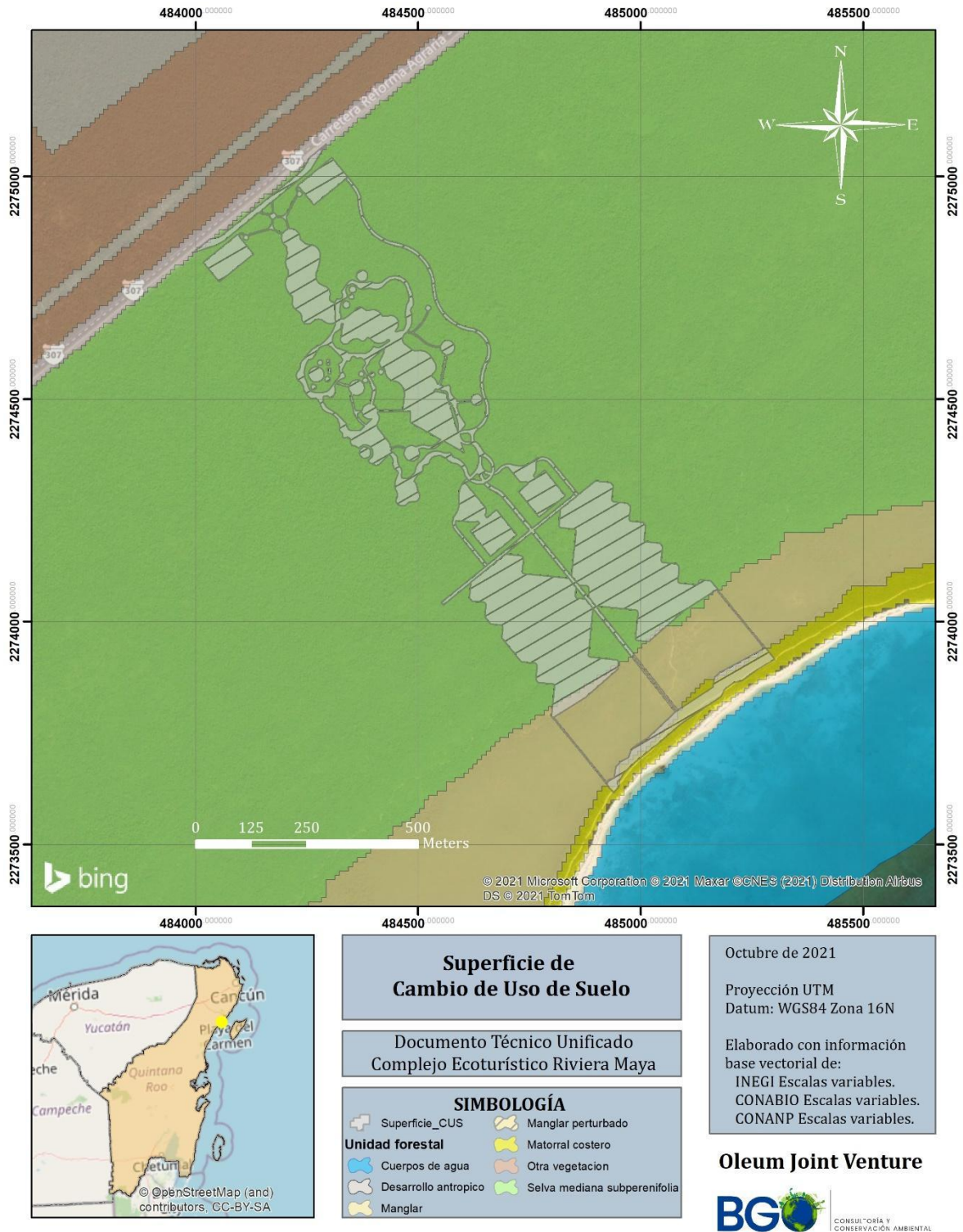


Figura IV.29 Tipo de Vegetación y Uso de Suelo dentro del SAR y del SP.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.10.4 Formas vitales

La flora de México presenta una gran diversidad de tipos morfológicos de plantas, conocidos como formas vitales (FV). Estas FV (árboles, arbustos, trepadoras, etc.), pueden ser un indicador del acoplamiento de la planta al medio en que viven. En cuanto a la flora tropical de México, ésta se caracteriza por un número alto de FV lo cual se le atribuye a la adaptación del mundo vegetal para afrontar la competencia por la luz (Rzedowski, 2006). Las especies encontradas en el SP se dividen en cinco FV, siendo la arbórea la más abundante con 81 especies, seguida por la arbustiva con 32 especies, la herbácea con 19 especies, la epífita con cinco y la trepadora con la representación de cinco especies (**Tabla IV.41**).

Tabla IV.41 Forma vital de las especies de flora encontradas en el SP y Área de Influencia

Forma vital	Número de especies
Arbórea	81
Arbustiva	32
Epífita	5
Herbácea	19
Trepadora	5

IV.3.1.10.5 Características estructurales.

Se realizó el muestreo en dos (2) grupos, el primero para las zonas de manglar con tres (3) sitios de muestreo y el segundo para las unidades forestales de Selva Mediana Subperennifolia y Duna Costera. Para este último grupo se realizaron 12 sitios de forma circular con 17.84 m de radio y una superficie total en cada punto de muestreo de 1,000m² en la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia y cinco (5) sitios con las mismas características en la Vegetación de Duna Costera, totalizando 17 sitios de muestreo.

Las coordenadas de los sitios de muestreo se indican en la **Tabla IV.42**. En el **Anexo IV.3** se muestra el arbolado en diferentes puntos de muestreo.

En la **Tabla IV.43**, se puede apreciar que las 25.55 ha del SP presentan vegetación forestal del tipo: Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia (94.62 %), Vegetación de Duna Costera (5.35%) y Manglar (0.02 %) (Figura IV-30).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.42 Coordenadas de los puntos de muestreo por tipo de vegetación

Puntos de M Selva Mediana Subperennifolia		
vértice	Este	Norte
1	484200	2274900
2	483900	2274600
3	484200	2274600
4	484500	2274600
5	483900	2274300
6	484200	2274300
7	484500	2274300
8	484800	2274300
9	484200	2274000
10	484500	2274000
11	484800	2274000
12	484500	2273700
Puntos de Muestreo en Matorral Costero		
vértice	Este	Norte
13	484695.36	2273081.94
14	484873.97	2273536.39
15	485021.01	2273729.79
16	485168.90	2273847.00
17	485286.61	2273921.99
Puntos de Muestreo en Manglar		
vértice	Este	Norte
P1	484699.59	2273230.75
P2	484634.46	2273634.26
P3	485049	2273840

Tabla IV.43 Tipo de vegetación y uso de suelo del Sitio del Proyecto

Tipo de vegetación y uso del suelo	Superficie (m²)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	236,889.37	23.69	92.71%

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Vegetación de Duna Costera	18,553.45	1.86	7.26%
Manglar	67.27	0.01	0.03%
TOTAL	255,510.09	25.55	100.00%

En la **Tabla IV.44** se presenta la lista de las especies encontradas para el SP además de la FV que tiene cada especie.

Tabla IV.44 Registro de las especies forestales del SP

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
1	Acanthaceae	<i>Bravaisia berlandieriana</i>	Hulub, Julub	Arbustiva				X
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea Herbácea		X		X
3	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arborea	X			X
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea	X	X		X
5	Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	Arborea				X
6	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea	X			X
7	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco	Arborea	X			X
8	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits, aak'its	Arborea	X			X
9	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Bobtún, cola de faizan	Herbácea Herbácea				X
10	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchacah	Arborea	X			X
11	Arecaceae	<i>Chamaedora seifrizii</i>	Xyaat, Palma bambú	Arbustiva	X			X
12	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva	X	X		X
13	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva		X		X
14	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	X			X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
15	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	X	X		X
16	Asparagaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Pata de elefante	Arbustiva	X			X
17	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea		X		X
18	Asteraceae	<i>Bidens alba</i>	Aceitilla tropical	Herbácea				X
19	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	k'an lool xiiw	Herbácea				X
20	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculís	Arborea	X			X
21	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Kandol, K'an-lol	Arbustiva	X			X
22	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Arborea				X
23	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Arborea				X
24	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Arborea	X			X
25	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Arborea	X			X
26	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arborea		X		X
27	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Helecho de playa	Herbácea		X		X
28	Brassicaceae	<i>Cakile lanceolata</i>	Cohete playero	Herbácea		X		X
29	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	Nej ku'uk	Epífita				X
30	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Arbustiva	X	X		X
31	Bromeliaceae	<i>Tillandsia festucoides</i>	Xanab	Epífita				X
32	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	X	X		X
33	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal	Arborea				X
34	Canellaceae	<i>Canella winterana</i>	Canela de cuyo	Arborea				X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
35	Caparidaceae	<i>Capparis incana</i>	Tadzi	Arbustiva				X
36	Caparidaceae	<i>Capparis verrucosa</i>	Coquito	Arbustiva				X
37	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Arborea				X
38	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco, Nuez	Arborea		X		X
39	Commelinaceae	<i>Rhoeo discolor</i>	Maguey morado	Herbácea				X
40	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia nodiflora</i>	Abrazapalo	Herbácea		X		X
41	Dilleniaceae	<i>Tetracera volubilis</i>	Bejuco rasposo	Trepadora				X
42	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil, ts'it'il che'	Arborea	X			X
43	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Iki che	Arborea	X			X
44	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté, Ya'ay tiik	Arborea	X	X		X
45	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo, Subin	Arbustiva	X			X
46	Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	Subin, Kabal piich	Arborea	X			X
47	Fabaceae	<i>Acacia glaumeri</i>	Catzin	Arborea	X			X
48	Fabaceae	<i>Acacia glomerosa</i>	Sakpich	Arborea				X
49	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca, Ts'uslub'took	Arbustiva	X			X
50	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tzimin	Arbustiva	X			X
51	Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Haba de mar	Herbácea		X		X
52	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea	X			X
53	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Herbácea		X		X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
54	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'axeek	Arborea	X			X
55	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Zuzuk, Ruda de monte	Arborea	X			X
56	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite, Cacaoché	Arborea	X			X
57	Fabaceae	<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	Xu'ul	Arborea	X			X
58	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canazin, k'anasin	Arborea	X			X
59	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam verde, Zalam verde	Arborea	X			X
60	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea	X			X
61	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva		X		X
62	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo, subin che'	Arborea	X			X
63	Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Sófora plateada, frijol de playa	Arbustiva		X		X
64	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox	Arborea				X
65	Fabaceae	<i>Sweetia panamensis</i>	Huesillo	Arborea				X
66	Flacourtiaceae	<i>Laetia thamnia</i>	Huilote	Arborea	X			X
67	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	X			X
68	Hernandiaceae	<i>Hernandia wendtii</i>	Mahahua	Arborea	X			X
69	Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché, Palo azul	Arborea	X			X
70	Lamiaceae	<i>Vitex graumeri</i>	Ya'a xnik	Arborea	X			X
71	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo, jobon, ka'aax	Arborea	X			X
72	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj	Arborea				X
73	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Guayacte	Arbustiva				X
74	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Arborea	X			X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
75	Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo, Tamanche´	Arbustiva	X			X
76	Malvaceae	<i>Sida acuta</i>	Malva de caballo	Herbácea				X
77	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Arborea	X			X
78	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higo copó	Arborea				X
79	Moraceae	<i>Ficus máxima</i>	Higuera	Arborea	X			X
80	Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuerilla	Arborea				X
81	Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Amatillo	Arborea				X
82	Moraceae	<i>Ficus tecolutensis</i>	Mata palo	Arborea				X
83	Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta	Arborea	X			X
84	Myrtaceae	<i>Myrcianthes fragrans</i>	Koj kaan'	Arborea				X
85	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Arborea	X			X
86	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Xta'tsi	Arborea				X
87	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Arbustiva	X			X
88	Orchidaceae	<i>Catasetum integerrimum</i>	Cebolleta	Epífita				X
89	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Pasiflora	Trepadora				X
90	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	Herbácea				X
91	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Cit, Carricillo	Herbácea	X			X
92	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbácea		X		X
93	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob	Arborea	X			X
94	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob	Arborea	X			X
95	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob ch'iich	Arborea	X			X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
96	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva		X		X
97	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizilché, ztiztiche, ts'iits'ilche, pata de venado	Arborea	X			X
98	Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo ché	Arborea	X			X
99	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub, huilote	Arborea	X			X
100	Rubiaceae	<i>Chiococca alba</i>	Perlila	Arbustiva				X
101	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Lengua de gallo	Herbácea		X		X
102	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Arborea	X			X
103	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Cascarillo	Arborea	X			X
104	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Arbustiva	X			X
105	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta, kat ku'uk	Arbustiva	X			X
106	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruz, k'iix, ka'aal	Arborea	X			X
107	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Arborea	X			X
108	Rutaceae	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy	Arborea				X
109	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Gusanillo	Arborea	X			X
110	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arborea	X			X
111	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'	Herbácea				X
112	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Sakpom	Arborea				X
113	Sapindaceae	<i>Matayba oppositifolia</i>	Guayancox	Arborea				X
114	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya de monte	Arborea	X			X
115	Sapindaceae	<i>Paullinia cururu</i>	Xcheem ak'	Arbustiva				X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
116	Sapindaceae	<i>Serjania adiantoides</i>	Buy	Herbácea				X
117	Sapindaceae	<i>Serjania goniocarpa</i>	Bejuco tres lomos	Arbustiva				X
118	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup, k'an chuunup	Arborea	X			X
119	Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia	Arbustiva		X		X
120	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	Arborea				X
121	Sapotaceae	<i>Dipholis salicifolia</i>	Zapote faisán	Arbustiva				X
122	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea	X	X		X
123	Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	Arborea	X			X
124	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	X	X		X
125	Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo	Arborea	X			X
126	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Arborea	X			X
127	Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Diente de perro	Trepadora				X
128	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	Arbustiva		X		X
129	Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumbo	Arborea				X
130	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oregano de playa	Herbácea		X		X
131	Vitaceae	<i>Cissus gossypifolia</i>	Xta' kanil	Trepadora				X
132	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Arborea			X	X
133	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Arborea			X	X
134	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Arborea			X	X
135	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Arborea			X	X

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	Nombre Científico	Nombre Común	Forma vital	SP			SAR
					VSSM Q	VDC	M G	
136	Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Arbustiva			X	X
137	Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Arbustiva			X	X
138	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Arbustiva			X	X
139	Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Arbustiva			X	X
140	Apocynaceae	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Trepadora de manglar	Trepadora			X	X
141	Bromeliaceae	<i>Tillandsia sp</i>	Tilandsia	Epífita			X	X
142	Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	Orquídea de manglar	Epífita			X	X

El Coeficiente de Similitud

Con la lista general de especies presentes para el SAR como para el SP podemos darnos una idea de la similitud que tienen el SP con el SAR, de las 96 especies presentes en el SP todas se encuentran presentes en el SAR.

Los coeficientes de similitud han sido muy utilizados especialmente para comparar comunidades con atributos similares (diversidad beta). Entre los índices más utilizados se encuentra el índice de Sorensen ya que relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Magurran 1988).

Polo (2008), indica que este índice también permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas. Los datos utilizados en este índice son de tipo cualitativos, de todos los coeficientes con datos cualitativos el índice de Sorensen es el más satisfactorio y los valores varían entre cero (poca similitud) y uno (gran similitud) y se puede expresar en porcentaje (Matteucci & Colma 1982; Kent & Cooker 2000).

$$I_s = \frac{2c}{a + b}$$

Donde

- I_s = índice de Sorensen

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- a= número de especies encontradas en la comunidad A (SP)
- b= número de especies encontradas en la comunidad B (SAR)
- c= número de especies comunes en ambas localidades

Sustituyendo los datos

$$I_s = \frac{2(96)}{96 + 142} = 0.8067$$

Entre ambos sitios (SAR vs SP) es de 0.8067, este valor se interpreta de una escala de cero donde ambos sitios no comparten especies, a uno donde los sitios son idénticos en cantidad de especies. En este caso, en el SAR se registran la mayoría de especies del SP, no obstante, se aprecian otras diferentes que no están presentes en el SP, por lo tanto, su riqueza biológica es mayor. Se puede afirmar que se parecen un 80.67% ambos sitios, esto debido principalmente a la falta de especies del SP con respecto al SAR.

IV.3.1.10.6 Índice de valor de importancia

Formulado por Curtis & Macintosh (1951), este Índice nos da la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

Este índice está constituido por la suma de tres parámetros relativos, las cuales son la densidad relativa, dominancia relativa (cobertura o área basal) y frecuencia relativa y se expresa como:

$$VI = D_r + F_r + d_r$$

Donde

- Dr= Dominancia relativa
- Fr= Frecuencia relativa
- dr= densidad relativa

IV.3.1.10.7 Densidad o abundancia

La densidad nos permite conocer el número de individuos (N) de una determinada especie, familia o clase de plantas que se encuentran en un área (A) determinada (Mostacedo & Fredericksen 2000).

$$d = \frac{Ni}{a}$$

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Donde

- d = Abundancia absoluta
- N_i = Número de individuos de una especie o familia
- a = Área

Por otro lado, la densidad relativa indica el porcentaje de participación que tiene cada una de las especies en una determinada área y se expresa como la relación porcentual entre el número de individuos de una especie determinada con el total de individuos en un área determinada (Matteucci & Colma 1982).

Además de medir la densidad relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Magurran 1988)

$$dr = \frac{N_i}{\sum N}$$

IV.3.1.10.8 Frecuencia

La frecuencia mide la dispersión de las especies dentro del hábitat, es decir, la frecuencia en una expresión de la regularidad de la distribución de cada especie sobre el terreno.

$$F = \frac{a}{A}$$

Donde

- a = Número de apariciones de una determinada especie
- A = Número de apariciones de todas las especies

Por otro lado, la frecuencia relativa es la relación que existe entre la frecuencia absoluta de una determinada especie con relación a la sumatoria de las frecuencias absolutas (Matteucci & Colma 1982) y se calcula de la siguiente forma:

$$Fr = \frac{F_i}{\sum F}$$

Donde

- F_i = Frecuencia absoluta de la especie i
- $\sum F$ = Sumatoria de las frecuencias absolutas, de todas las especies de la parcela

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.11 *Dominancia o área basal*

El área basal o dominancia, es el parámetro identificado como $D=(m^2/ha)$ y corresponde a la suma de las áreas bisimétricas de los árboles en una superficie (Juvenal & Salas 1997)

Este parámetro contempla el número y tamaño de los árboles, además es un buen indicador de la capacidad de carga y de la ocupación del bosque. Aunque por definición corresponde a la suma de áreas bisimétricas (Juvenal & Salas 1997).

$$D = \pi x \left(\frac{d^2}{4} \right)$$

Donde

- $\Pi= 3.1416$
- $d=$ Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Por otro lado, la dominancia relativa es la relación porcentual entre el área basal total de una determinada especie y la suma del área basal de todas las especies de la muestra y responde a la siguiente fórmula (Matteucci & Colma 1982).

$$Dr = \left(\frac{D}{g} \right)$$

Donde

- $D=$ área basal de una especie
- $g=$ área basal total

En los Cuadros 4.5A y 4.5B, se presenta la FV de individuos de cada una de las especies registradas y los atributos obtenidos para realizar la caracterización estructural de la comunidad en el SP: (i) densidad relativa (**dr**), (ii) frecuencia relativa (**fr**) y (iii) dominancia relativa (**Dr**), cuya suma da el índice de valor de importancia (**VI**). Las especies con mayores VI son:

En la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia: Palo volador o tamay (*Astronium graveolens*, 0.230), Chacnik o Chacah (*Metopium brownei*, 0.215), Huano (*Mosannonna depressa*, 0.143), Naranjillo (*Cameraria latifolia*, 0.121), Elemuy o Sufricaya (*Cascabela gaumeri*, 0.090), Plomo ché (*Dendropanax arboreus*, 0.088), Verde lucero o Ya'ax eek (*Chamaedorea seifrizii*, 0.084), Huaya de monte (*Coccothrinax readii*, 0.080), Jabín (*Sabal yapa*, 0.068), Kitamché (*Thrinax radiata*, 0.066), Cocoite o Cacaoché (*Beaucarnea pliabilis*, 0.062), Ekulub o huilote (*Handroanthus chrysanthus*, 0.057), Zapote (*Tecoma stans*, 0.057), Huilote

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

(*Cordia alliodora*, 0.057), y Tzalam verde (*Cordia dodecandra*, 0.056), estas 15 especies de las 68 encontradas en la vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia representan el 50% del VI total, siendo el Palo Volador el más importante seguido del Chacnik o Chacah, tanto en dominancia visual como en dominancia numérica del estrato Arbóreo.

En la Vegetación de Duna Costera: Chit (*Thrinax radiata*, 0.281), Coco (*Cocos nucifera*, 0.242), Tziwche o xiax-k'aax (*Pithecellobium keyense*, 0.223), Zacate costero (*Sporobolus virginicus*, 0.206), Oregano de playa (*Lantana involucrata*, 0.197), Chacnik o Chacah (*Bursera simaruba*, 0.185), y Kaniste o mante (*Pouteria campechiana*, 0.156), estas 7 especies de las 25 encontradas en la vegetación de Duna Costera representan el 50% del VI total, siendo el Chit el más importante seguido del Coco, tanto en dominancia visual como en dominancia numérica del estrato Arbustivo

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.45 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa, así como el valor de importancia de la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)
1	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbacea	0.0391	0.0205	0.0025	0.0621	0.0391	0.00153	- 0.13
2	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arborea	0.0008	0.0041	0.0096	0.0145	0.0008	0.00000	- 0.01
3	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea	0.0027	0.0164	0.0074	0.0265	0.0027	0.00001	- 0.02
4	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea	0.0149	0.0164	0.0197	0.0510	0.0149	0.00022	- 0.06
5	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco	Arborea	0.0011	0.0041	0.0085	0.0137	0.0011	0.00000	- 0.01
6	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits, aak'its	Arborea	0.0008	0.0082	0.0142	0.0232	0.0008	0.00000	- 0.01
7	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchacah	Arborea	0.0008	0.0082	0.0197	0.0287	0.0008	0.00000	- 0.01
8	Arecaceae	<i>Chamaedora seifrizii</i>	Xyaat, Palma bambu	Arbustiva	0.0004	0.0041	0.0003	0.0047	0.0004	0.00000	- 0.00
9	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva	0.0061	0.0287	0.0101	0.0450	0.0061	0.00004	- 0.03
10	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	0.0467	0.0205	0.0176	0.0848	0.0467	0.00218	- 0.14
11	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	0.0276	0.0369	0.0067	0.0712	0.0276	0.00076	- 0.10
12	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.1394	0.0287	0.0000	0.1681	0.1394	0.01943	- 0.27
13	Aspargaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Pata de elefante	Arbustiva	0.0002	0.0041	0.0003	0.0046	0.0002	0.00000	- 0.00
14	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbacea	0.0705	0.0123	0.0002	0.0829	0.0705	0.00496	- 0.19
15	Bignoniaceae	<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculís	Arborea	0.0004	0.0041	0.0176	0.0220	0.0004	0.00000	- 0.00
16	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Kandol, K'an-lol	Arbustiva	0.0027	0.0123	0.0012	0.0162	0.0027	0.00001	- 0.02
17	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Arborea	0.0019	0.0164	0.0220	0.0403	0.0019	0.00000	- 0.01
18	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Arborea	0.0008	0.0082	0.0244	0.0334	0.0008	0.00000	- 0.01

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)
19	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arborea	0.0019	0.0082	0.0209	0.0310	0.0019	0.00000	- 0.01
20	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Helecho de playa	Herbacea	0.0146	0.0082	0.0142	0.0370	0.0146	0.00021	- 0.06
21	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Arbustiva	0.0031	0.0123	0.0006	0.0159	0.0031	0.00001	- 0.02
22	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.0456	0.0533	0.0249	0.1237	0.0456	0.00208	- 0.14
23	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco, Nuez	Arborea	0.0004	0.0041	0.0127	0.0172	0.0004	0.00000	- 0.00
24	Convolvulaceae	<i>Jacquemontia nodiflora</i>	Abrazapalo	Herbacea	0.0027	0.0041	0.0001	0.0069	0.0027	0.00001	- 0.02
25	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil, ts'it'il che'	Arborea	0.0015	0.0123	0.0127	0.0265	0.0015	0.00000	- 0.01
26	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Iki che	Arborea	0.0008	0.0041	0.0086	0.0135	0.0008	0.00000	- 0.01
27	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté, Ya'ay tiik	Arborea	0.0015	0.0123	0.0165	0.0303	0.0015	0.00000	- 0.01
28	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo, Subin	Arbustiva	0.0008	0.0082	0.0019	0.0109	0.0008	0.00000	- 0.01
29	Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	Subin, Kabal piich	Arborea	0.0008	0.0082	0.0212	0.0302	0.0008	0.00000	- 0.01
30	Fabaceae	<i>Acacia glaumeri</i>	Catzin	Arborea	0.0008	0.0082	0.0158	0.0248	0.0008	0.00000	- 0.01
31	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca, Ts'uslub'took	Arbustiva	0.0088	0.0041	0.0022	0.0151	0.0088	0.00008	- 0.04
32	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tzimin	Arbustiva	0.0011	0.0082	0.0019	0.0113	0.0011	0.00000	- 0.01
33	Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Haba de mar	Herbacea	0.0111	0.0123	0.0004	0.0238	0.0111	0.00012	- 0.05
34	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea	0.0061	0.0164	0.0224	0.0449	0.0061	0.00004	- 0.03
35	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Herbacea	0.0107	0.0082	0.0024	0.0213	0.0107	0.00011	- 0.05
36	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'axeek	Arborea	0.0119	0.0205	0.0176	0.0499	0.0119	0.00014	- 0.05

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Indice de SIMPSON)	H' (Indice de SHANNON)
37	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Zuzuk, Ruda de monte	Arborea	0.0011	0.0041	0.0104	0.0157	0.0011	0.00000	- 0.01
38	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite, Cacaoché	Arborea	0.0088	0.0164	0.0110	0.0362	0.0088	0.00008	- 0.04
39	Fabaceae	<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	Xu'ul	Arborea	0.0008	0.0041	0.0130	0.0178	0.0008	0.00000	- 0.01
40	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canazin, k'anasín	Arborea	0.0004	0.0041	0.0107	0.0152	0.0004	0.00000	- 0.00
41	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam verde, Zalam verde	Arborea	0.0023	0.0164	0.0244	0.0431	0.0023	0.00001	- 0.01
42	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea	0.0042	0.0205	0.0253	0.0500	0.0042	0.00002	- 0.02
43	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	0.1034	0.0164	0.0014	0.1212	0.1034	0.01069	- 0.23
44	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo, subin che'	Arborea	0.0027	0.0123	0.0257	0.0407	0.0027	0.00001	- 0.02
45	Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Sófora plateada, frijol de playa	Arbustiva	0.0034	0.0082	0.0012	0.0128	0.0034	0.00001	- 0.02
46	Flacourtiaceae	<i>Laetia thamnia</i>	Huilote	Arborea	0.0057	0.0164	0.0152	0.0373	0.0057	0.00003	- 0.03
47	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	0.0609	0.0082	0.0261	0.0952	0.0609	0.00371	- 0.17
48	Hernandiaceae	<i>Hernandia wendtii</i>	Mahahua	Arborea	0.0004	0.0041	0.0253	0.0298	0.0004	0.00000	- 0.00
49	Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché, Palo azul	Arborea	0.0004	0.0041	0.0152	0.0197	0.0004	0.00000	- 0.00
50	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo, jobon, ka'aax	Arborea	0.0065	0.0164	0.0086	0.0315	0.0065	0.00004	- 0.03
51	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Arborea	0.0004	0.0041	0.0139	0.0184	0.0004	0.00000	- 0.00
52	Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo, Taman che'	Arbustiva	0.0011	0.0041	0.0011	0.0063	0.0011	0.00000	- 0.01
53	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Arborea	0.0004	0.0041	0.0232	0.0277	0.0004	0.00000	- 0.00
54	Moraceae	<i>Ficus máxima</i>	Higuera	Arborea	0.0008	0.0082	0.0344	0.0434	0.0008	0.00000	- 0.01

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Indice de SIMPSON)	H' (Indice de SHANNON)
55	Myrtaceae	<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta	Arborea	0.0034	0.0123	0.0022	0.0179	0.0034	0.00001	- 0.02
56	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Arborea	0.0011	0.0041	0.0244	0.0297	0.0011	0.00000	- 0.01
57	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Arbustiva	0.0015	0.0041	0.0025	0.0082	0.0015	0.00000	- 0.01
58	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Cit, Carricillo	Herbacea	0.0046	0.0041	0.0001	0.0088	0.0046	0.00002	- 0.02
59	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbacea	0.1072	0.0123	0.0001	0.1196	0.1072	0.01150	- 0.24
60	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob	Arborea	0.0034	0.0123	0.0133	0.0290	0.0034	0.00001	- 0.02
61	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob	Arborea	0.0038	0.0205	0.0121	0.0364	0.0038	0.00001	- 0.02
62	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob ch'iich	Arborea	0.0019	0.0164	0.0145	0.0328	0.0019	0.00000	- 0.01
63	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva	0.0333	0.0205	0.0037	0.0575	0.0333	0.00111	- 0.11
64	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizilché, ztiztiche, ts'iits'ilche, pata de venado	Arborea	0.0050	0.0164	0.0079	0.0293	0.0050	0.00002	- 0.03
65	Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo ché	Arborea	0.0084	0.0328	0.0162	0.0574	0.0084	0.00007	- 0.04
66	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub, huilote	Arborea	0.0042	0.0164	0.0197	0.0403	0.0042	0.00002	- 0.02
67	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Lengua de gallo	Herbacea	0.0057	0.0082	0.0001	0.0141	0.0057	0.00003	- 0.03
68	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Arborea	0.0004	0.0041	0.0115	0.0160	0.0004	0.00000	- 0.00
69	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Cascarillo	Arborea	0.0004	0.0041	0.0059	0.0104	0.0004	0.00000	- 0.00
70	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Arbustiva	0.0004	0.0041	0.0002	0.0047	0.0004	0.00000	- 0.00
71	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta, kat ku'uk	Arbustiva	0.0015	0.0041	0.0007	0.0063	0.0015	0.00000	- 0.01
72	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruz, k'iix, ka'aal	Arborea	0.0034	0.0164	0.0044	0.0242	0.0034	0.00001	- 0.02
73	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Arborea	0.0008	0.0082	0.0039	0.0128	0.0008	0.00000	- 0.01

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)	
74	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Gusanillo	Arborea	0.0004	0.0041	0.0205	0.0250	0.0004	0.00000	- 0.00	
75	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arborea	0.0237	0.0205	0.0179	0.0621	0.0237	0.00056	- 0.09	
76	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya de monte	Arborea	0.0061	0.0246	0.0257	0.0564	0.0061	0.00004	- 0.03	
77	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup, k'an chuunup	Arborea	0.0038	0.0082	0.0220	0.0340	0.0038	0.00001	- 0.02	
78	Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Bumelia	Arbustiva	0.0015	0.0041	0.0018	0.0074	0.0015	0.00000	- 0.01	
79	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea	0.0031	0.0205	0.0240	0.0476	0.0031	0.00001	- 0.02	
80	Sapotaceae	<i>Mastichodendron foetidissimum</i>	Caracolillo	Arborea	0.0004	0.0041	0.0142	0.0187	0.0004	0.00000	- 0.00	
81	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	0.0015	0.0123	0.0230	0.0368	0.0015	0.00000	- 0.01	
82	Sapotaceae	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo	Arborea	0.0015	0.0123	0.0201	0.0339	0.0015	0.00000	- 0.01	
83	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Arborea	0.0004	0.0041	0.0216	0.0261	0.0004	0.00000	- 0.00	
84	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	Arbustiva	0.0027	0.0041	0.0006	0.0074	0.0027	0.00001	- 0.02	
85	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oregano de playa	Herbacea	0.0797	0.0205	0.0001	0.1003	0.0797	0.00634	- 0.20	
					1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000		- 3.20	
										d (Dominancia):	0.0664	
										d-1 (Diversidad):	0.9336	

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.46 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa, así como el valor de importancia de la Vegetación de Duna Costera

°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea	0.0575	0.0794	0.0136	0.1504	0.0575	0.00330	- 0.16
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea	0.0017	0.0159	0.0398	0.0573	0.0017	0.00000	- 0.01
12	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva	0.0028	0.0317	0.0544	0.0889	0.0028	0.00001	- 0.02
13	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	0.0687	0.0794	0.0941	0.2422	0.0687	0.00472	- 0.18
15	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.2017	0.0794	0.0000	0.2811	0.2017	0.04068	- 0.32
17	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea	0.1037	0.0476	0.0010	0.1523	0.1037	0.01075	- 0.23
26	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arborea	0.0028	0.0317	0.1118	0.1464	0.0028	0.00001	- 0.02
27	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Helecho de playa	Herbácea	0.0214	0.0317	0.0762	0.1294	0.0214	0.00046	- 0.08
30	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Arbustiva	0.0006	0.0159	0.0030	0.0195	0.0006	0.00000	- 0.00

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)
32	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.0045	0.0476	0.1333	0.1854	0.0045	0.00002	- 0.02
38	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco, Nuez	Arborea	0.0006	0.0159	0.0680	0.0844	0.0006	0.00000	- 0.00
40	Convolvulaceae	<i>Convolvulus nodiflorus</i>	Abrazapalo	Herbácea	0.0039	0.0159	0.0005	0.0203	0.0039	0.00002	- 0.02
44	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté, Ya'ay tiik	Arborea	0.0006	0.0159	0.0885	0.1050	0.0006	0.00000	- 0.00
51	Fabaceae	<i>Caesalpinia bonduc</i>	Haba de mar	Herbácea	0.0163	0.0476	0.0020	0.0659	0.0163	0.00027	- 0.07
53	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Herbácea	0.0158	0.0317	0.0129	0.0604	0.0158	0.00025	- 0.07
61	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	0.1521	0.0635	0.0074	0.2230	0.1521	0.02314	- 0.29
63	Fabaceae	<i>Sophora tomentosa</i>	Sófora plateada, frijol de playa	Arbustiva	0.0051	0.0317	0.0064	0.0432	0.0051	0.00003	- 0.03
92	Poaceae	<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbácea	0.1577	0.0476	0.0006	0.2060	0.1577	0.02488	- 0.29
96	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva	0.0490	0.0794	0.0199	0.1483	0.0490	0.00240	- 0.15

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)	H' (Índice de SHANNON)
101	Rubiaceae	<i>Erithalis fruticosa</i>	Lengua de gallo	Herbácea	0.0085	0.0317	0.0007	0.0409	0.0085	0.00007	- 0.04
119	Sapotaceae	<i>Sideroxylon americanum</i>	Bumelia	Arbustiva	0.0023	0.0159	0.0096	0.0278	0.0023	0.00001	- 0.01
122	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea	0.0006	0.0159	0.1288	0.1453	0.0006	0.00000	- 0.00
124	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	0.0011	0.0317	0.1234	0.1562	0.0011	0.00000	- 0.01
128	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Pantzil	Arbustiva	0.0039	0.0159	0.0034	0.0232	0.0039	0.00002	- 0.02
130	Verbenaceae	<i>Lantana involucrata</i>	Oregano de playa	Herbácea	0.1172	0.0794	0.0008	0.1973	0.1172	0.01373	- 0.25
TOTAL					1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000		- 2.32
										d (Dominancia):	0.1248
										d-1 (Diversidad):	0.8752

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.47 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa, así como el valor de importancia de la Vegetación de Manglar.

Nº	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Estrato	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Indice de SIMPSON)	H' (Indice de SHANNON)
	Rhizophoraceae	Rhizophora mangle	Mangle rojo	Arborea/arbustivo	0.0736	0.1667	0.2558	0.4961	0.0736	0.00542	- 0.19
	Combretaceae	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	Arborea/arbustivo	0.0035	0.0556	0.5493	0.6084	0.0035	0.00001	- 0.02
	Combretaceae	Laguncularia racemosa	Mangle Blanco	Arborea/arbustivo	0.0045	0.0556	0.0524	0.1125	0.0045	0.00002	- 0.02
	Acanthaceae	Avicennia germinans	Mangle Negro	Arborea/arbustivo	0.0038	0.1111	0.1322	0.2471	0.0038	0.00001	- 0.02
	Rhizophoraceae	Rhizophora mangle	Mangle rojo	Bajo	0.4690	0.1111	0.0019	0.5820	0.4690	0.21996	- 0.36
	Combretaceae	Conocarpus erectus	Mangle Botoncillo	Bajo	0.0469	0.0556	0.0008	0.1032	0.0469	0.00220	- 0.14
	Combretaceae	Laguncularia racemosa	Mangle Blanco	Bajo	0.0117	0.0556	0.0008	0.0680	0.0117	0.00014	- 0.05
	Acanthaceae	Avicennia germinans	Mangle Negro	Bajo	0.2697	0.1111	0.0013	0.3821	0.2697	0.07272	- 0.35
	Apocynaceae	Rhabdadenia biflora	Trepadora de manglar	Bajo	0.0352	0.1111	0.0012	0.1475	0.0352	0.00124	- 0.12
	Bromeliaceae	Tillandsia sp	Tilandsia	Bajo	0.0703	0.1111	0.0012	0.1827	0.0703	0.00495	- 0.19
	Orchidaceae	Myrmecophila tibicinis	Orquidea de manglar	Bajo	0.0117	0.0556	0.0030	0.0703	0.0117	0.00014	- 0.05
					1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000		- 1.52
									d (Dominancia):	0.3068	
									d-1 (Diversidad):	0.6932	

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.1.12 *Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010*

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene como objetivo listar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones. En el SP se encontraron siete (7) especies enlistadas, éstas se reportan en la **Tabla IV.48**, junto con su distribución y categoría de riesgo según dicha norma, así como el número estimado de individuos presentes.

Tabla IV.48 Especies presentes para el SP, comprendidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Género y especie	Nombre común local	Distribución	Categoría de riesgo	Individuos estimados
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	No endémica	A	30
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Endémica	A	240
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	No endémica	A	5471
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculís	No endémica	A	15
<i>Beaucarnea plabilis</i>	Pata de elefante	Endémica	A	6
<i>Tillandsia festucoides</i>	Xanab	No endémica	Pr	Ausente en SP
<i>Sweetia panamensis</i>	Huesillo	No endémica	A	Ausente en SP
<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo		A	1297
<i>Conocarpus erectus</i>	<i>Mangle Botoncillo</i>		A	120
<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Mangle Blanco</i>		A	39
<i>Avicennia germinans</i>	<i>Mangle Negro</i>		A	654

IV.3.1.13 *Especies de interés biológico*

Se registraron 31 especies de interés biológico en el SP, una perteneciente a la Familia Anacardiaceae, una a la Annonaceae y una a la Burseraceae, dos pertenecientes a la familia Sapindaceae, tres pertenecientes a la familia Boraginaceae y tres a la Sapotaceae; cuatro pertenecientes a la familia Aracaceae y cuatro a la Polygonaceae; y finalmente ocho pertenecientes a la familia Fabaceae (ver **Tabla IV.49**), además de estas, las pertenecientes al Manglar, de las cuales se encontraron otras 4 especies, de tres familias distintas de Mangle (Acanthaceae, Combretaceae y Rhizophoraceae). Estas especies ayudan a la formación y retención de suelo y

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

materia orgánica, y proporcionan alimento a la fauna del sitio y, en algunos casos, sirven de protección y anidación para la misma.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.49 Especies de interés biológico registradas en el SAR

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Forma vital
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea
Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva
Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Arborea
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Arborea
Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arborea
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea
Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva
Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'ax eek	Arborea
Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea
Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam verde, Zalam verde	Arborea
Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo, subin che'	Arborea
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite, Cacaoché	Arborea
Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	Subin, Kabal piich	Arborea
Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob	Arborea
Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob ch'iich	Arborea
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizilché, ztitziche, ts'iits'ilche, pata de venado	Arborea
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob	Arborea
Sapindaceae	<i>Melicoccus olivoiformis</i>	Huaya de monte	Arborea
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup, k'an chuunup	Arborea
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea
Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	Arborea
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Arborea/arbustivo
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Arborea/arbustivo
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Arborea/arbustivo
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Arborea/arbustivo

IV.3.1.14 *Especies utilizadas en la región*

Las especies vegetales cultivadas y silvestres tienen diversas utilidades para las poblaciones en el SAR, que dan como resultado una relación única que se compone de dos conjuntos de elementos, por un lado, el bagaje cultural y social, aunado a los gustos y preferencias personales y por el otro, el medio físico que rodea a las personas. Esta combinación es particular para cada sitio. Dentro de las especies presentes en el SAR, las que tienen algún interés por su utilidad es el Cocotero (**Figura IV.30**), de la familia Arecaceae ya que es muy apreciado por su fruto, así como por su sombra y para ornato.

Zamora y colaboradores (2009), en su trabajo Flora útil y su manejo en el cono sur del estado de Yucatán, menciona 132 especies útiles en 14 categorías de uso, de estas especies, 79 son medicinales, 31 se usan para la construcción, 17 son melíferas, 12 se usan como combustible, 12 son comestibles, 9 se emplean como cercos, entre otras.

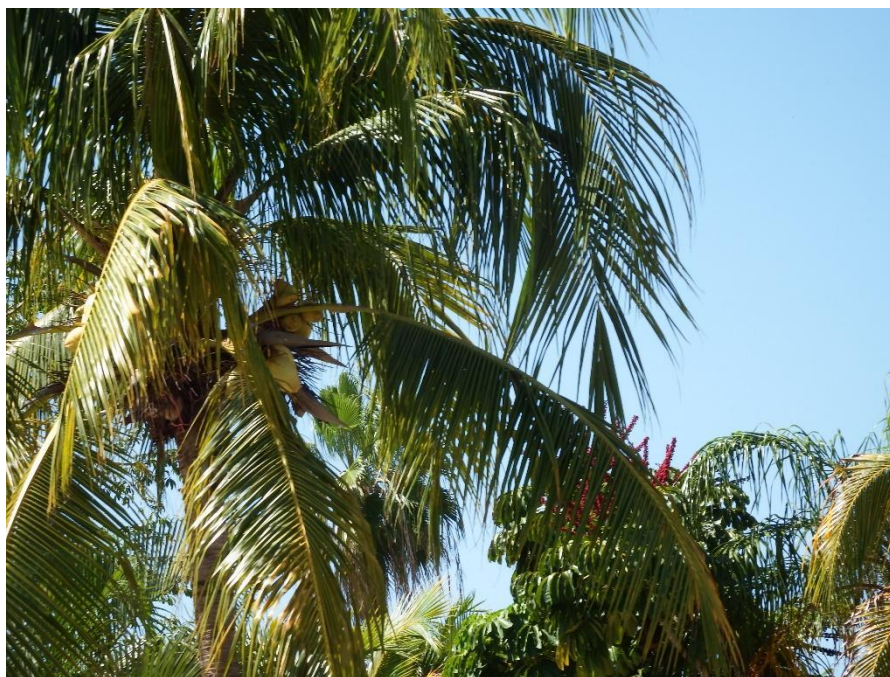


Figura IV.30 Tipo de Vegetación y Uso de Suelo dentro del SAR y del SP. Cocotero, Cocos nucifera, especie aprovechada en la región el fruto, además sirve para anidación y percha de aves.

IV.3.2 Fauna

México, es uno de los países de mayor diversidad biológica del mundo, no sólo por poseer un alto número de especies, que es la noción más común de biodiversidad, sino también por su diversidad en otros niveles de la variabilidad biológica, como el genético y el de ecosistemas. Particularmente, se estima que en el país se encuentra entre un 10 y 12 % de las especies conocidas por la ciencia (Ramamoorthy et al., 1998), por lo cual la extraordinaria diversidad faunística se debe principalmente por la complejidad de su accidentada topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos regiones biogeográficas perfectamente bien definidas: la neártica y la neotropical (Ceballos y Oliva, 2005).

De manera específica, el SAR, se encuentran dentro de la región zoogeográfica Neotropical (ver figura 4.12). Dicha zona incluye áreas tropicales húmedas y subhúmedas del sur de México, asignadas a las provincias biogeográficas de la Costa Pacífica Mexicana, Golfo de México, Chiapas y Península de Yucatán. En éste predomina el elemento Mesoamericano Tropical, aunque también presenta los elementos Neártico y Antillano. Los eventos vicariantes asociados con la evolución

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

biótica del componente Neotropical se relacionan con el desarrollo de los istmos de Tehuantepec y Panamá y la inundación de las tierras bajas de Nicaragua y de la Península de Yucatán.

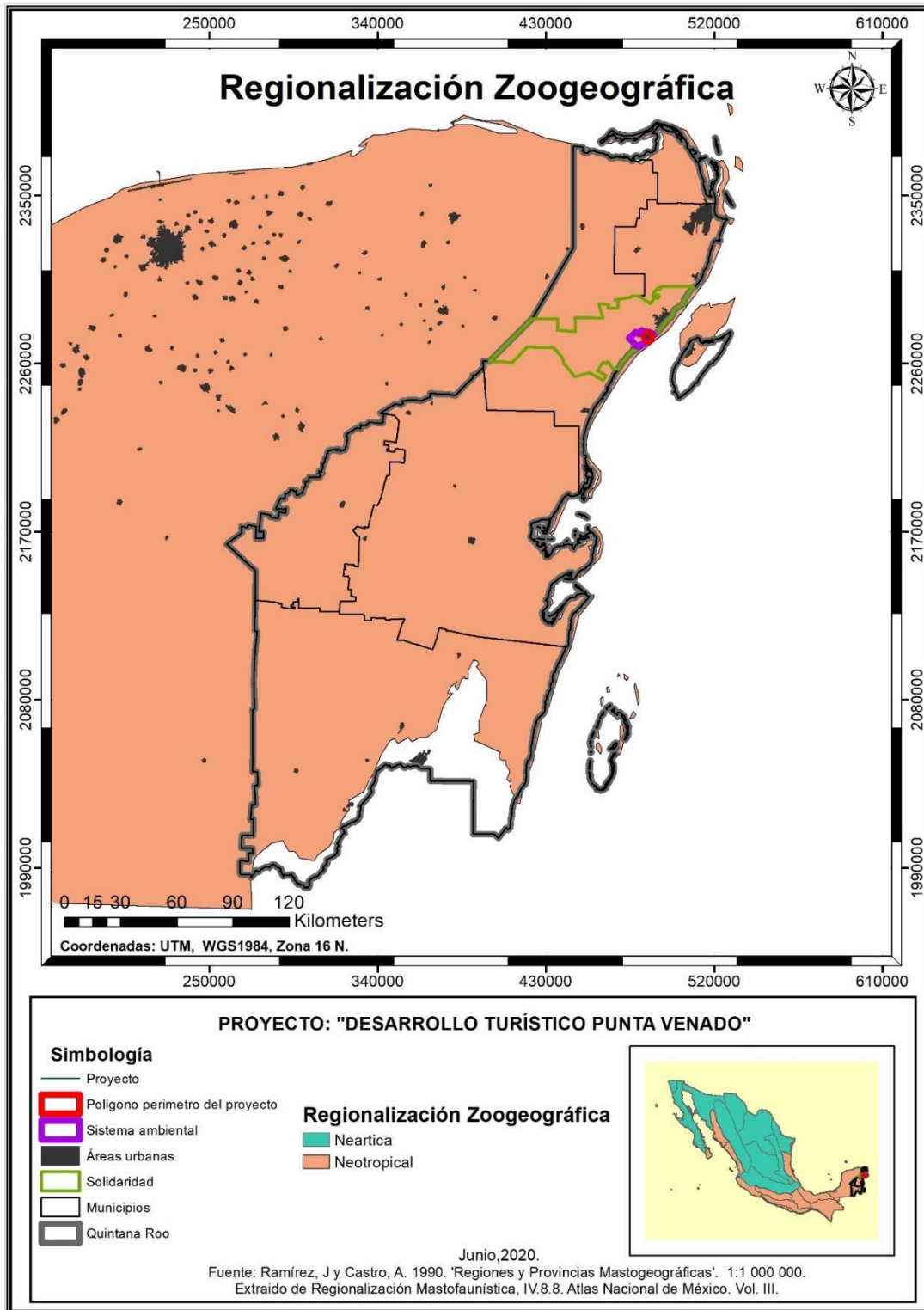
Carece, en general, de grandes mamíferos, pero aloja todos los monos de cola prensil, los titíes, osos hormigueros, perezosos, armadillos, vampiros, pécaris y tapires, curieles y llamas, aplacas, vicuñas y huacanos. Son aves peculiares de esta región el ñandú, los tucanes y el cóndor y los colibríes, que están prácticamente confinados a ella. Las ranas y sapos son muy numerosos y se desenvuelven en insólitos hábitats gracias a muy notables y avanzadas adaptaciones. Una de sus peculiaridades es la ausencia de caballos, de bisontes, toros, búfalos, ciervos y cabras nativos.

IV.3.2.1 Zoogeografía

Entre los sistemas usados para dividir el territorio de acuerdo con sus biotas, se encuentran las llamadas “Regiones Naturales”, las cuales están basadas en factores climáticos, geológicos, edáficos y biológicos.

Particularmente, dentro de la regionalización zoogeográfica neártica y neotropical en la que se divide nuestro país, estas a su vez se subdividen en Provincias Bióticas o Biogeográficas, dentro de la cual el SAR se encuentra incluido en la Provincia del Petén (**Figura IV.32**) que es un área septentrional de la Altiplanicie Chiapaneca, incluyendo la vertiente del Golfo de México en el istmo de Tehuantepec. Hacia el norte se extiende hasta el paralelo de 20° de latitud norte y al este hasta Guatemala y Belice.

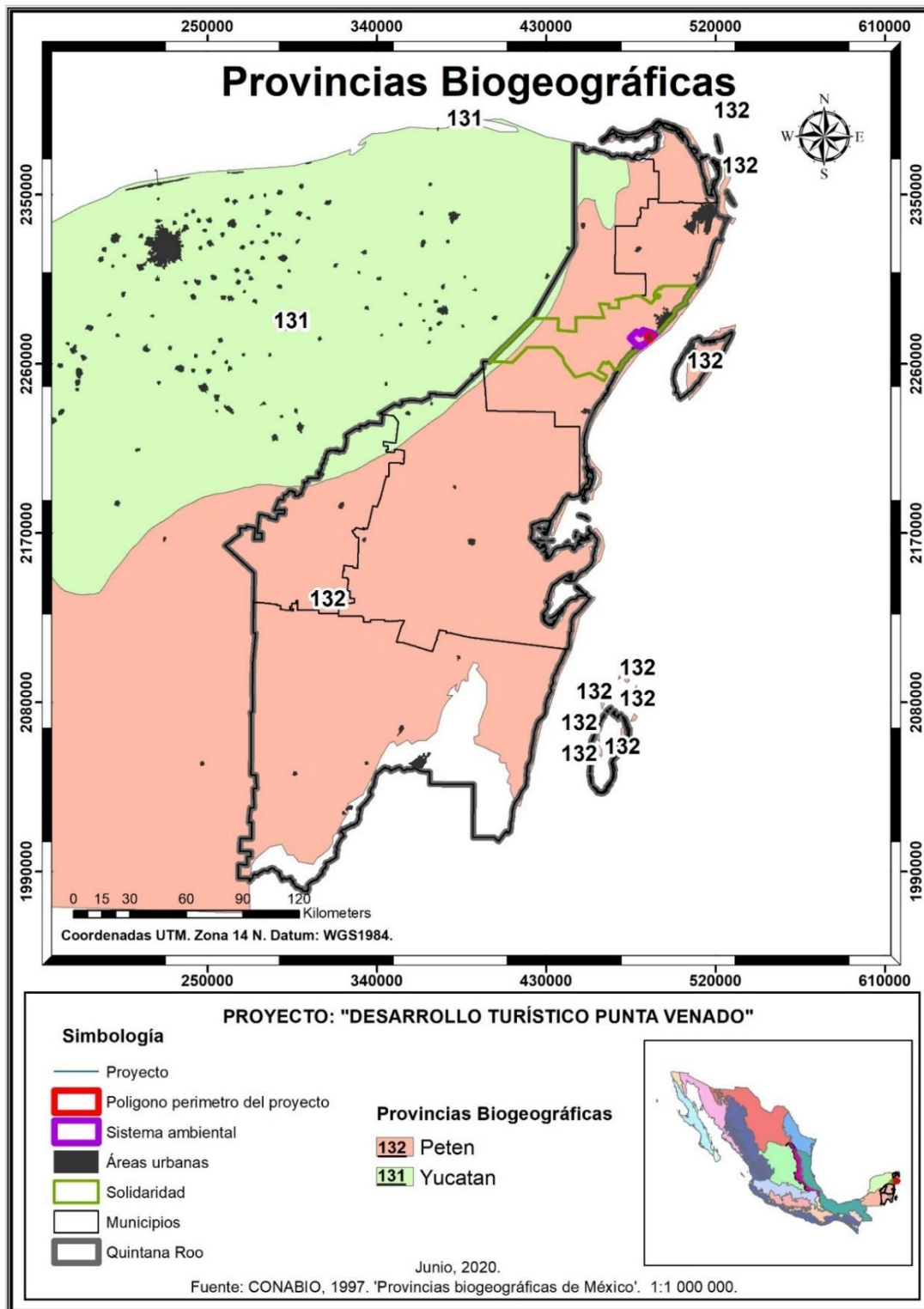
Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura IV.31 Regionalización Zoogeográfica

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura IV.32 Provincias Biogeográficas

IV.3.2.2 Fauna Silvestre registrada en el Sitio del Proyecto y Área de Influencia.

Puesto que la afectación a la fauna silvestre será de manera puntual para reptiles, así como para mamíferos terrestres y para el grupo de las aves y mamíferos voladores, se considera necesario mencionar la fauna presente en el SP, debido a que, para el caso de algunas especies, sus hábitos se verán afectados durante la instalación del proyecto.

Se realizaron muestreos diurnos y nocturnos a través de transectos lineales, así como trampeo. Con esta última actividad, se logró identificar y registrar especies de hábitos elusivos y conductas crípticas (**Anexo IV.4**). Los transectos iniciaron en la porción suroeste del polígono del SP y finalizaron en la sección noreste.



Ilustración IV.6 Instalación del trampeo para el registro de fauna con hábitos elusivos.

El trabajo en campo consistió en muestreos diurnos y nocturnos, con la selección de sitios que estuvieron determinados por las condiciones que presentaba la vegetación, además por los indicios de la presencia de fauna, cobertura vegetal, existencia de cuerpos de agua y posibles escurrimientos. En la **Tabla IV.50**, se presentan las coordenadas en UTM, WGS84, 16Q Norte de cada uno de los puntos de muestreo, así como el tipo de vegetación encontrada y el número de individuos para cada uno de los grupos que fueron registrados.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Derivado del trabajo de campo, se obtuvo un registro total de 72 especies, distribuidas en 46 familias y 70 géneros, de las cuales: cinco (5) especies de anfibios, diez (10) de reptiles, treinta y cuatro (34) de aves y veintitrés (23) de mamíferos. En la **Figura IV.33**, se presenta el total de registros (familias, géneros y especies), por grupo faunístico; mientras que en la **Figura IV.34**, se presenta el porcentaje de cada uno de los grupos registrados en el SP.

Tabla IV.50 Puntos de muestreo establecidos para el registro faunístico en el SP.

Pm	UTM inicio		UTM fin		Tipo de vegetación	Número de individuos registradas				Total
	X	Y	X	Y		R e p t i l e s	A n f i b i o s	A v e s	M a m í f e r o s	
PMFPV0 1	485192.6 9	2273921.1 1	485234.8 5	2273859.0 8	MC	4	3	21	13	41
PMFPV0 2	484661.7 5	2273076.0 4	484618.6 1	2273014.6 9	MC	2	2	35	11	50
PMFPV0 3	484600.4 6	2273639.8 5	484579.7 7	2273567.7 6	VSSB	4	2	20	24	50
PMFPV0 4	483489.6 5	2273313.3 9	483468.9 7	2273241.3 0	VSSB	6	0	9	10	25
PMFPV0 5	484212.1 5	2274786.7 7	484185.6 1	2274716.6 3	VSSB	2	0	6	3	11
					Total	18	7	91	61	177

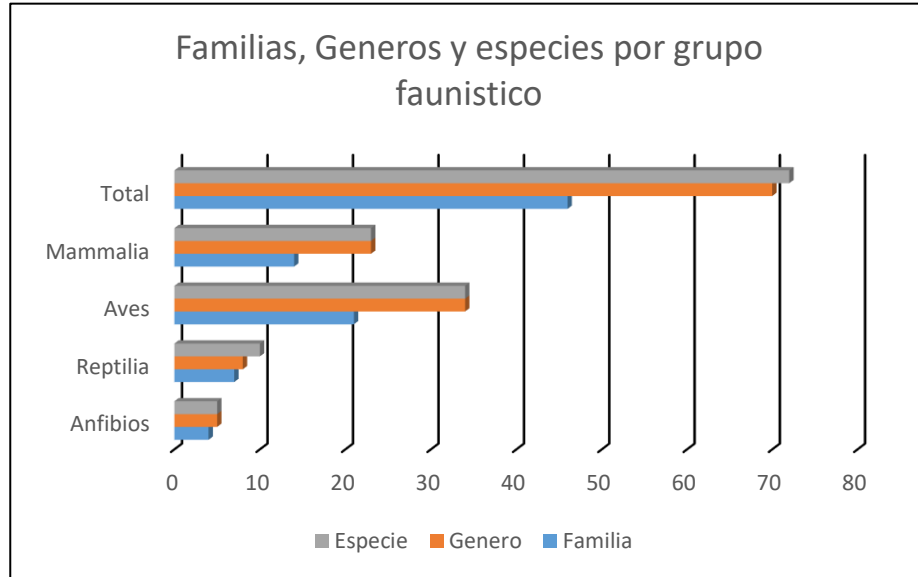


Figura IV.33 Total de registros efectuados por grupos zoológicos registrados en el SP.

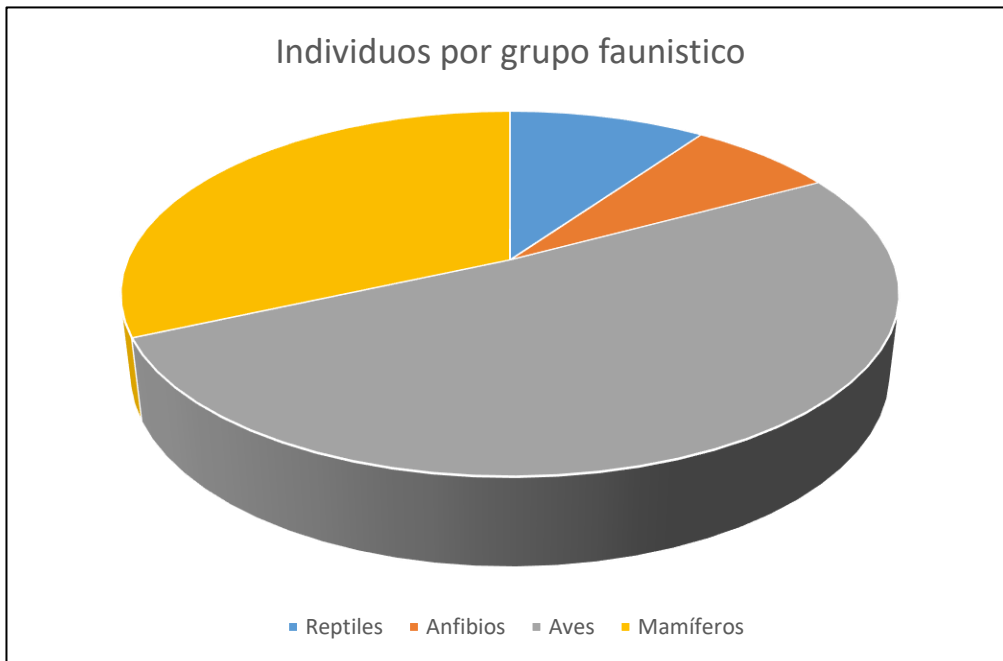


Figura IV.34 Porcentaje de registros totales por grupos zoológicos para el SP.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

IV.3.2.3 Resultados de los muestreos por grupo taxonómico.

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos por grupo faunístico.

Anfibios: De todos los grupos de vertebrados registrados en el SP, los anfibios presentan el menor número de especies, ya que, de las 72 especies registradas durante el muestreo, cinco (5) pertenecen a este grupo, lo que los ubica como el grupo más raro de los vertebrados registrados durante el trabajo de campo con 7 %. La especie que presentó un mayor número de individuos corresponde a la rana arborícola lechosa (*Trachycephalus typhonius*). Durante el muestreo, no se encontró ninguna especie del presente grupo faunístico listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, en el SAR hay avistamiento de una especie en categoría de Protección Especial, el sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*). En la **Figura IV.35**, se presenta de manera gráfica el número de individuos registrados por cada punto de muestreo realizado.

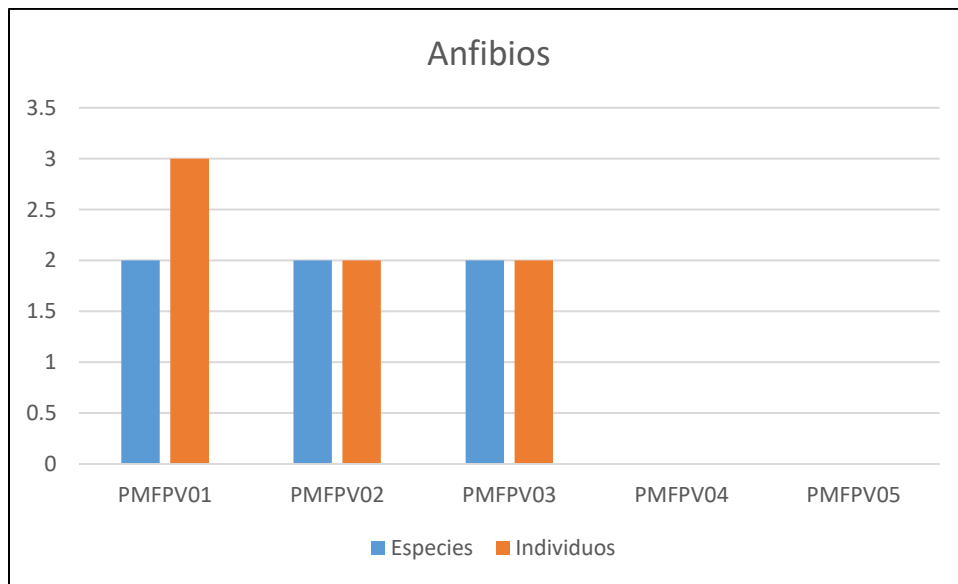


Figura IV.35 Número de Individuos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el SP-Anfibios.

Reptiles: El grupo de los reptiles ocupa el tercer lugar de importancia en cuanto al número de especies registradas (72) en el SP, con diez (10) especies, lo que representa el 14% del total. La especie que presentó mayor número de individuos fue la iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) (ver **Ilustración IV.7**), la cual se encuentra bajo la categoría de Amenaza de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Otra especie registrada en el SP y listada en dicha norma como especie bajo Protección Especial es la Iguana verde (*Iguana iguana*). En la **Figura**

IV.36, se presenta de manera gráfica el número de individuos registrados por cada punto de muestreo realizado.



Ilustración IV.7 Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*)

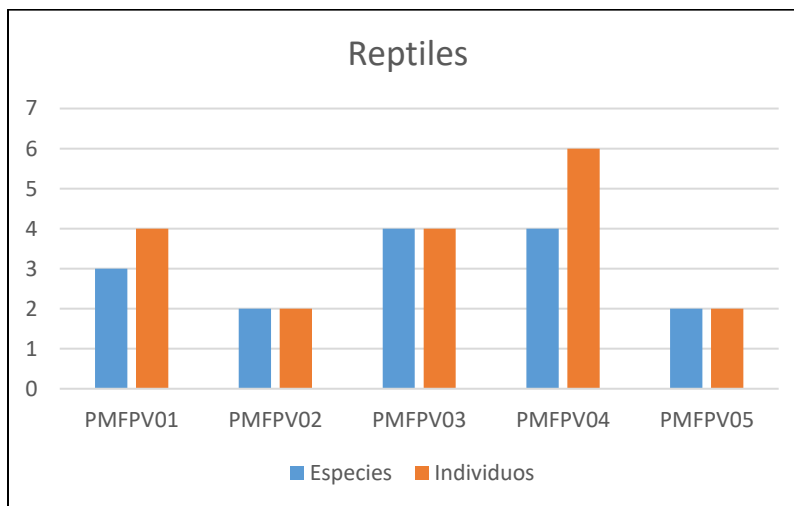


Figura IV.36 Número de individuos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el SP-Reptiles.

Aves: Debido a la gran capacidad de desplazamiento que caracteriza al grupo de las aves, se tiene evidencia de que son los vertebrados más ampliamente distribuidos en el SP. Por lo cual, derivado del trabajo de campo, se obtuvo el registro de treinta y cuatro (34) especies de aves, lo que representa el 47 % de las especies totales del muestreo. Las aves con mayor abundancia corresponden al Playero chichicuilote (*Calidris minutilla*) (Ilustración IV.8), seguido por el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*), la Paloma ala blanca (*Zenaida asiatica*), la Tórtola coquita (*Columbina*

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

passerina) y el Bolsero de Altamira (*Icterus gularis*). Para este grupo faunístico se registraron tres (3) avistamientos de una especie incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en categoría de Protección Especial, la cual es el Perico pechisucio (*Aratinga nana*). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta de manera gráfica el número de individuos registrados por cada punto de muestreo realizado.



Ilustración IV.8 Playero chichicuilote (Calidris minutilla).

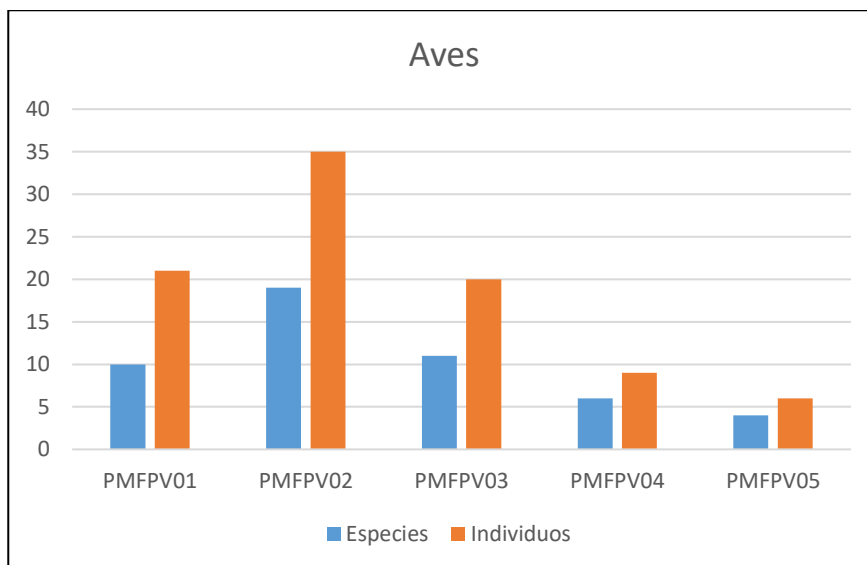


Figura IV.37 Número de individuos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el SP-Aves.

Mamíferos: Se obtuvo el registro de veinte tres (23) especies, lo que representa un 32 % del total de especies registradas (72) durante el muestreo. Se registraron especies abundantes como el Tlacuache Cuatro ojos (*Philander opossum*), seguido del Mapache (*Procyon lotor*). Por otro lado, los

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

mamíferos con categoría de común y rara fueron el Tepezcuintle (*Cuniculus paca*), el Murciélago rayado (*Saccopterix bilineata*), el Mono araña (*Ateles geoffroyi*), entre otros. Referente al trampeo efectuado en el SP, el esfuerzo de muestreo conseguido fue de 60 noches-trampa desglosado en tres (3) trampas tipo Tomahawk con sus respectivas cámaras trampas durante cuatro (4) noches y 12 trampas tipo Sherman durante cuatro (4) noches, obteniendo una tasa de captura de 1.0166 individuos/trampa/día. Las especies de mayor frecuencia de captura correspondieron a Tlacuache Cuatro ojos (*Philander oposum*) (ver **Ilustración IV.9**) y el Mapache (*Procyon lotor*) (ver **Ilustración IV.10**). Para este grupo no se registró ninguna especie incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En la **Figura IV.38**, se presenta de manera gráfica el número de individuos registrados por cada punto de muestreo realizado.



Ilustración IV.9 Tlacuache Cuatro ojos (Philander oposum).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Ilustración IV.10 Mapache (Procyon lotor)

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

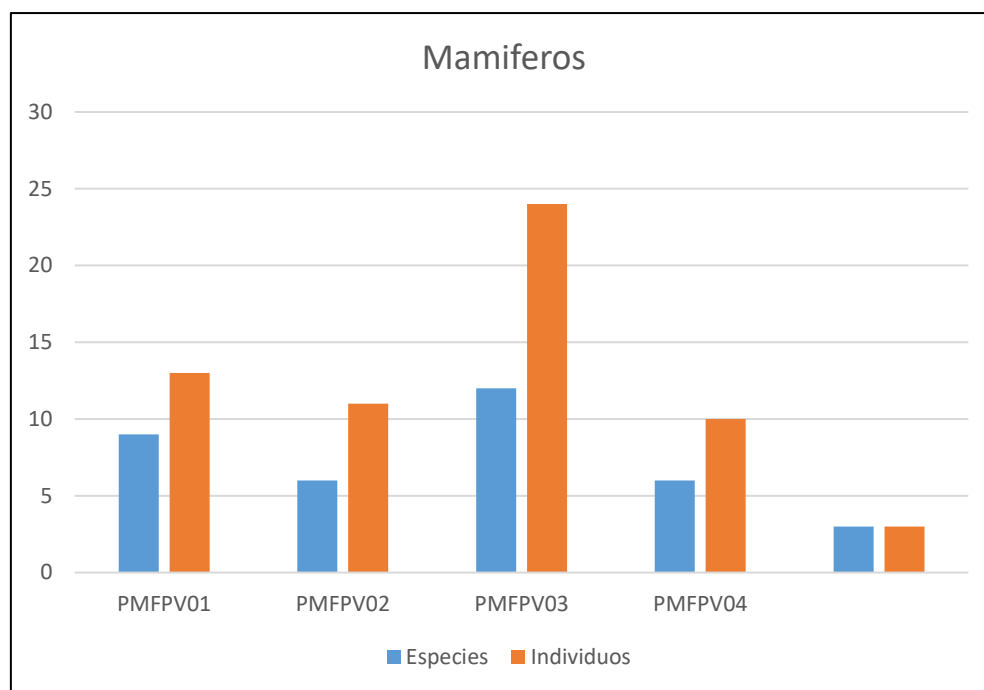


Figura IV.38 Número de individuos registrados para cada uno de los puntos de muestreo para el SP-mamíferos.

IV.3.2.4 Descripción de la fauna silvestre registrada en el sitio del proyecto

Durante el trabajo de campo se llevaron a cabo muestreos en cinco (5) puntos, distribuidos en el polígono correspondiente al SP, registrándose un total de 72 especies. Del total de especies registradas, el grupo más numeroso es el de aves (34), seguido por los mamíferos (23), en tercer sitio los reptiles (10), y por último se encuentran los anfibios (5).

El punto donde se generaron el mayor número de registros fue el punto de muestreo dos (2) y tres (3) (PM2 y PM3) (ver cuadro 4.8), siendo de la siguiente manera:

- El PM2 es perteneciente a la porción de Duna Costera, se registró un total de 50 especies, de las cuales: dos (2) anfibios, dos (2) reptiles, 35 aves y 11 mamíferos. Se registró la presencia de cuatro (4) especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de la Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) en categoría de Amenazada, el Perico pechisucio (*Aratinga nana*) en categoría de Protección Especial, el Guaqueque (*Dasyprocta punctata*) en categoría de Peligro y el Colorín sietecolores (*Passerina ciris*) en categoría de Protección Especial.
- El PM3 es perteneciente a la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, se registró un total de 50 especies de las cuales: dos (2) anfibios, cuatro (4) reptiles, 20 aves y

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

24 mamíferos. Se registró la presencia de cuatro (4) especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de la Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) en categoría de Amenazada, el Perico pechisucio (*Aratinga nana*) en categoría de Protección Especial, el Cacomixtle (*Micronycteris microtis*) en categoría de Protección Especial, y la Salamandra lengua de hongo yucateca (*Bolitoglossa yucatanana*) en categoría de Protección Especial.

La riqueza es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el “número total de especies” (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad, y al depender S del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. El índice propuesto para medir la riqueza de especies se basa en la relación entre S y el “número total de individuos observados” (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra, y es el índice de Margalef (1958).

$$R = \frac{S - 1}{\ln(n)}$$

En la **Tabla IV.51**, se presenta el listado de especies para cada uno de los grupos que se registró en los puntos de muestreo 1 al 5, con el número total de individuos registrados, su riqueza y categoría de riesgo para cada una de las especies.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla IV.51 Especies registradas en los Puntos de Muestreo con el conteo de individuos para cada una de las especies en el SP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla			1			-	1	0.04219	0.005650
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	2	1				-	3	0.09971	0.016949
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca		1				-	1	0.04219	0.005650
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	1					-	1	0.04219	0.005650
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca			1			Pr	1	0.04219	0.005650
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde					1	-	1	0.04219	0.005650
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado		1				-	1	0.04219	0.005650
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	1		1			-	2	0.07308	0.011299
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo				1		-	1	0.04219	0.005650
Dipsadidae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras			1			-	1	0.04219	0.005650
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	2	1	1	2		A	6	0.16551	0.033898
Iguanidae	<i>Iguana</i>	Iguana verde					1	Pr	1	0.04219	0.005650

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	1			1		-	2	0.07308	0.011299
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul				2		-	2	0.07308	0.011299
Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco			1			-	1	0.04219	0.005650
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pije		2				-	2	0.07308	0.011299
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	1					-	1	0.04219	0.005650
Cardinalidae	<i>Cardinalis</i>	Cardenal rojo				1		-	1	0.04219	0.005650
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores		2		3	2	Pr	7	0.1843	0.039548
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	3					-	3	0.09971	0.016949
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura		1				-	1	0.04219	0.005650
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	4					-	4	0.12356	0.022599
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca		3	4			-	7	0.1843	0.039548
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	2	3	2			-	7	0.1843	0.039548
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula		2				-	2	0.07308	0.011299
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos menor		1				-	1	0.04219	0.005650
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador			2			-	2	0.07308	0.011299

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos		1				-	1	0.04219	0.005650
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta		2				-	2	0.07308	0.011299
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera		3				-	3	0.09971	0.016949
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor		2		1		-	3	0.09971	0.016949
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	1					-	1	0.04219	0.005650
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	1	2	2		2	-	7	0.1843	0.039548
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana		1				-	1	0.04219	0.005650
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje				1		-	1	0.04219	0.005650
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano				1		-	1	0.04219	0.005650
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio		2	1			Pr	3	0.09971	0.016949
Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado			1			-	1	0.04219	0.005650
Ramphastidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco		1				-	1	0.04219	0.005650
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	6	2				-	8	0.20193	0.045198
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita Azulgris					1	-	1	0.04219	0.005650
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gorjirrubí			1			-	1	0.04219	0.005650

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Saltapared manchado		1				-	1	0.04219	0.005650
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mímimo	1					-	1	0.04219	0.005650
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal		2	3	2		-	7	0.1843	0.039548
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	1					-	1	0.04219	0.005650
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario			1			-	1	0.04219	0.005650
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande		2	1		1	-	4	0.12356	0.022599
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	1		2			-	3	0.09971	0.016949
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña				4		P	4	0.12356	0.022599
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	1	3	1	1		-	6	0.16551	0.033898
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque		1				P	1	0.04219	0.005650
Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatro ojos	3	2	3	2	1	-	11	0.2491	0.062147
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro, Tlacuache o Zarigüeya			2			-	2	0.07308	0.011299
Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado	3		3			-	6	0.16551	0.033898
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de campo					1	-	1	0.04219	0.005650
Molossidae	<i>Nyctinomopd laticaudatus</i>	Murciéalgo oreja ancha	1					-	1	0.04219	0.005650

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago car de espantojo	1					-	1	0.04219	0.005650
Muridae	<i>Oryzomys rostratus</i>	Ratón arrocero			1			-	1	0.04219	0.005650
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	1	2				-	3	0.09971	0.016949
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	1					-	1	0.04219	0.005650
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo				1		P	1	0.04219	0.005650
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero de Jamaica			1			-	1	0.04219	0.005650
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélado cara arrugada			3			-	3	0.09971	0.016949
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago de ojos grandes	1					-	1	0.04219	0.005650
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón			2			-	2	0.07308	0.011299
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle			1			P	1	0.04219	0.005650
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, Coatí		1				-	1	0.04219	0.005650
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	2	3	1		-	7	0.1843	0.039548
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja				1	1	-	2	0.07308	0.011299
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo			2			-	2	0.07308	0.011299
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murcielaguito orejudo			2			-	2	0.07308	0.011299

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	PM 1	PM 2	PM3	PM 4	PM 5	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010	Número de registros	Riqueza (H)	Abundancia total
			41	50	50	25	11		77	0.5224	0.4350

IV.3.2.5 Corredores biológicos y rutas de desplazamiento de la fauna silvestre

Un corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación, es aquella región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas, etc.), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad de especies. Por ejemplo, en el caso de dos áreas protegidas conectadas por una región de bosques o selvas no protegidos, el manejo sostenible del bosque permite mantener la composición y estructura del ecosistema forestal, conservando la conectividad, en lugar de transformarlo en áreas de cultivo que constituirían barreras para algunas especies.

De manera particular, el SP y SAR determinados, se encuentran ubicados fuera de Áreas Naturales Protegidas (ANP's), tanto Federales como Estatales (ver **Figura IV.39** y **Figura IV.40**), por lo cual no existen áreas que puedan considerarse de conectividad hacia ecosistemas conservados o corredores biológicos dentro del SP y SAR.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

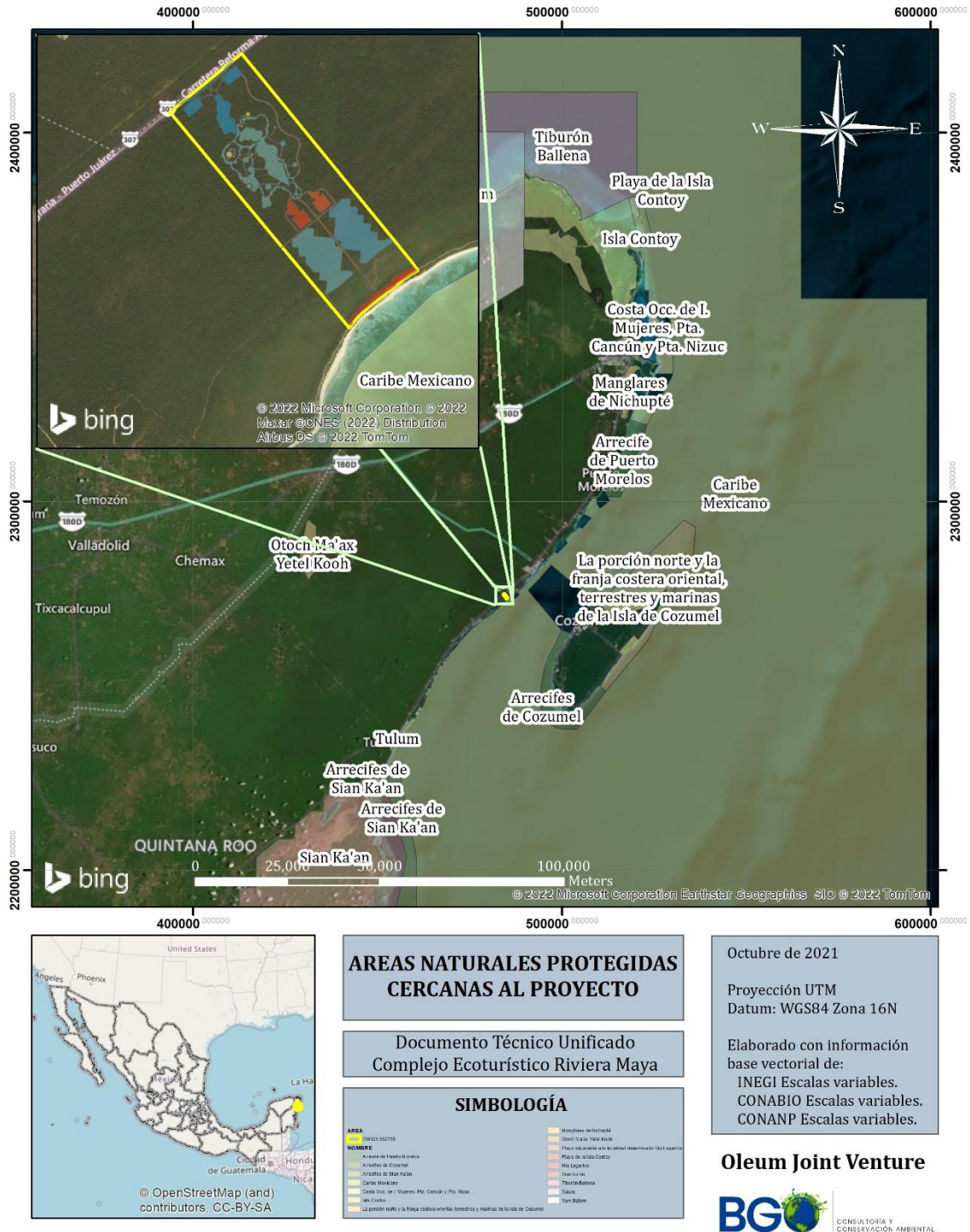


Figura IV.39 Áreas Naturales Protegidas Federales

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

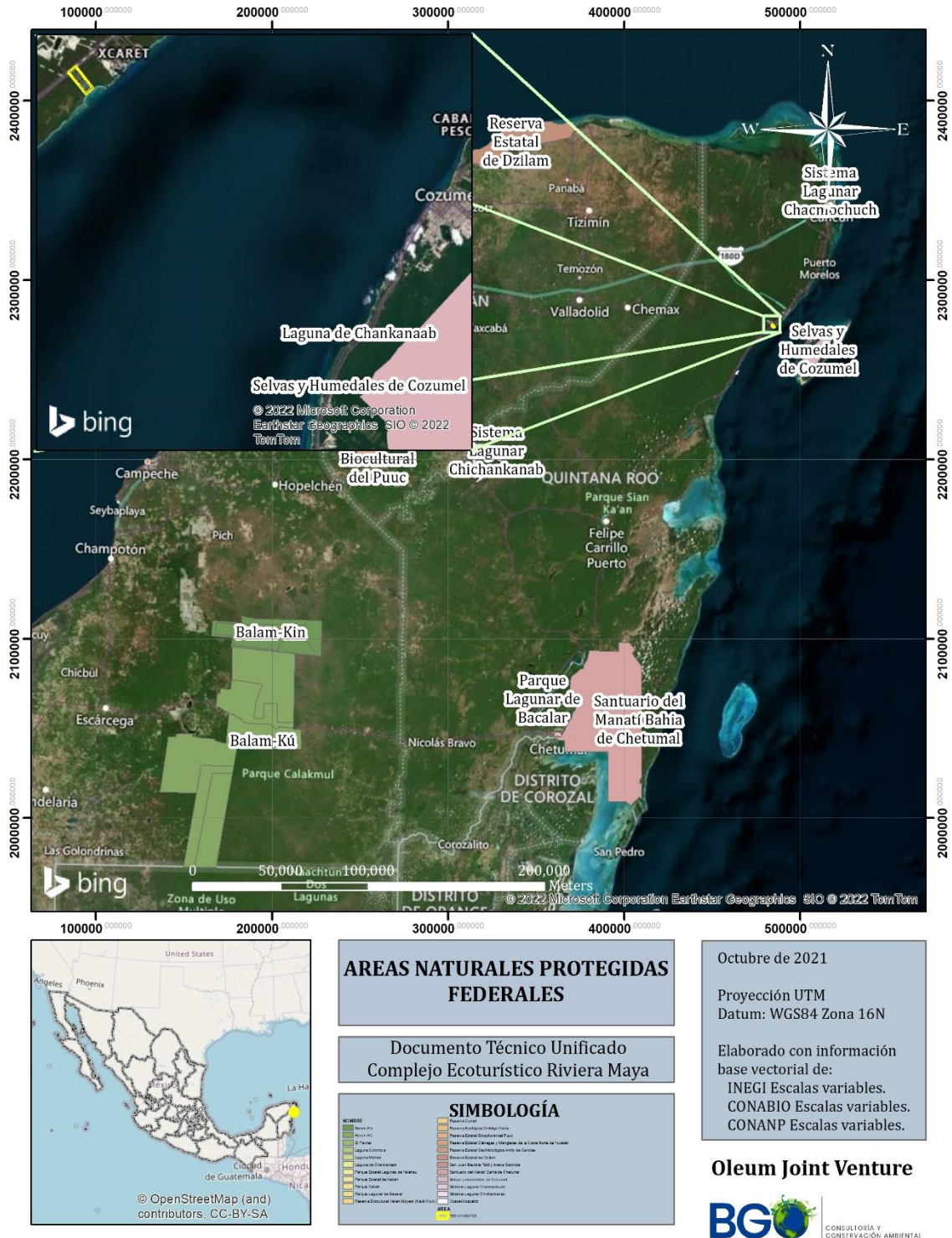


Figura IV.40. Áreas Naturales Protegidas Estatales

IV.3.2.6 Rutas Migratorias de las Aves

La conducta migratoria de las aves obedece principalmente a la disminución de la disponibilidad de alimento en una época determinada en las zonas septentrionales y australes del planeta. La escasez de alimento provoca el ahorro de energía por parte de los individuos para emprender el desplazamiento a los sitios con mayor calidad de recursos. Los riesgos asociados a la migración son fundamentales desde el punto de vista de la selección natural.

El estudio científico de las aves, y en particular del fenómeno de la migración, ha cautivado por muchas generaciones a los especialistas de diversas disciplinas científicas. Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos que actualmente permiten rastrear a individuos desde satélites geoestacionarios o monitorear la migración mediante el uso de radares de alta tecnología, el marcaje con anillos y las observaciones de campo siguen siendo la manera más común de estudiar su biología y ciclos naturales. Las variaciones en el clima, la conducta o la experiencia de cada individuo pueden alterar los patrones de migración de una temporada a otra. Por ello, aunque es difícil establecer a ciencia cierta la ruta exacta que seguirá un ave o una población en su migración, todas las especies siguen patrones generales o rutas migratorias.

De manera general, en Norteamérica se reconocen cuatro rutas migratorias principales: la Ruta del Pacífico, la Ruta del Centro, la Ruta del Mississippi y la Ruta del Atlántico (**Figura IV.41**). En México, algunas de estas rutas se unen o incluso se cruzan, por ejemplo, en el Istmo de Tehuantepec (**Figura IV.42**). Por su parte, la ruta del Pacífico reúne a las aves que se reproducen en el occidente de Norteamérica y que migran por el oeste de la costa pacífica de México. La ruta Central, congrega a aves de la Sierra Madre Oriental y Occidental y por el Altiplano Central. Las aves que migran por la gran cuenca del río Mississippi, provenientes de las costas orientales de Canadá y Estados Unidos, se unen en el Golfo de México y el Caribe con la ruta Atlántica en dirección a Centro y Sudamérica.

Documento Técnico Unificado
 Complejo Ecoturístico Riviera Maya



Figura IV.41 Rutas Migratorias propuestas para Norteamérica (Fuente: U.S Fish and Wildlife Service 2015)

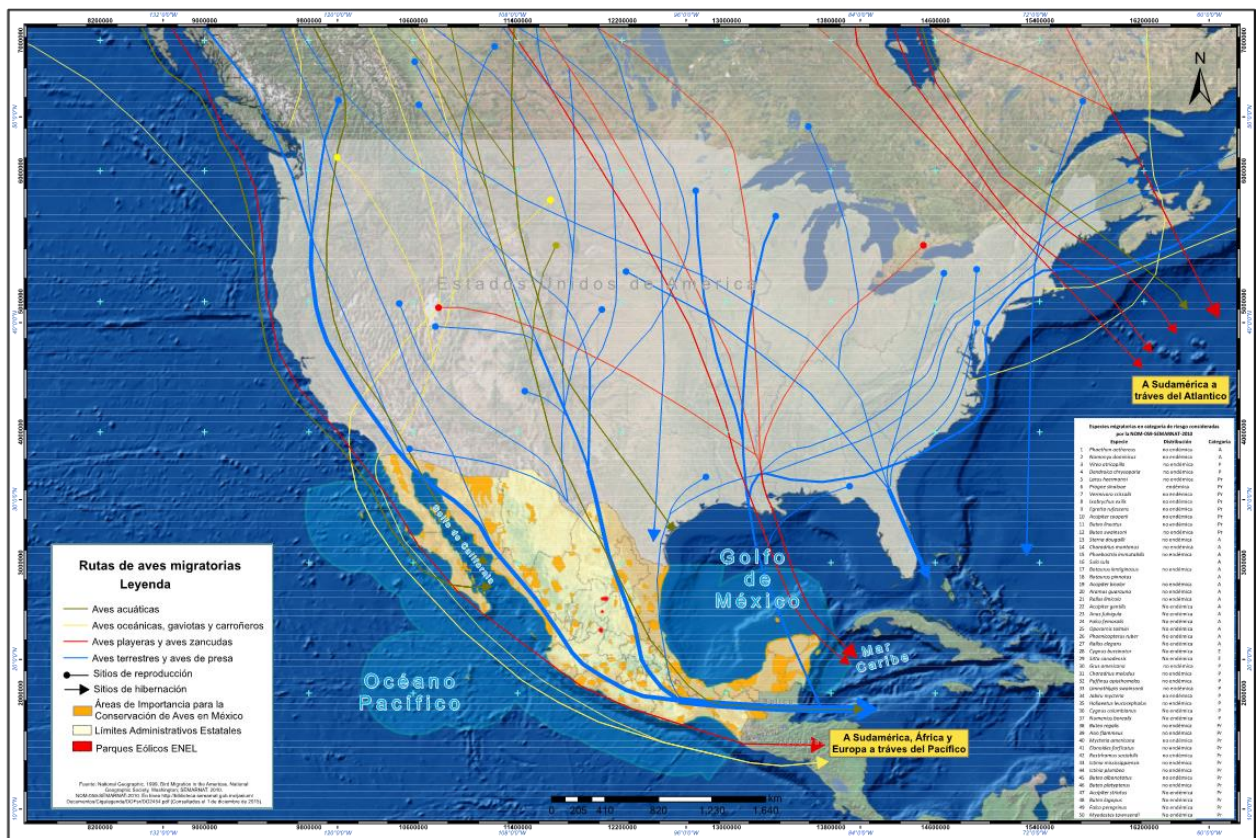


Figura IV.42 Rutas de migración de aves en Norteamérica

La mayoría de las especies de aves canoras, acuáticas y playeras viajan de noche, cuando las condiciones son más favorables, disminuye la temperatura y hay menos riesgo de depredación. Por su parte, las especies planeadoras como el zopilote aura (*Cathartes aura*) así como muchas rapaces y aves de alas anchas, viajan de día porque dependen de corrientes ascendentes de aire calentadas por el sol. Las golondrinas y los vencejos también son migratorios diurnos ya que se alimentan de insectos al vuelo que sólo están activos durante el día.

En general las aves canoras migran a altitudes que van de los 150 a los 200 m (pero el 75 % de las especies se mueve entre los 150 y 600 m), las aves playeras de 300 a 4,000 m, las acuáticas entre 60 y 1,200 m y las rapaces entre 200 y 1,200 m.

En México se tienen alrededor de 1,060 especies de aves, de las cuales más de una tercera parte realizan movimientos migratorios en alguna época del año. De hecho, por su ubicación geográfica México alberga más especies migratorias que cualquier otro país de América Latina, debido a que muchas de las especies que se reproducen al norte del Trópico de Cáncer son migratorias. En sus sitios de anidación, es común verlas asociadas formando grupos o bandadas mixtas compuestas por especies residentes y otras migratorias como una estrategia de alimentación que las hace más eficientes y les protege de sus depredadores. Cabe mencionar que las aves migratorias juegan un papel importante en la dinámica ecológica de los sitios que visitan, ya que son importantes depredadores de insectos y vertebrados, así como dispersores de semillas y polinizadores de muchas plantas (Berlanga y Rodríguez, 2010).

De acuerdo con la categorización propuesta por Berlanga y Rodríguez (2010), de manera simplificada se pueden agrupar a las especies migratorias de México en cuatro tipos generales:

Residentes de invierno. Son especies que se reproducen al norte del continente (desde Alaska y Canadá hasta el norte de México) y pasan el invierno en México, algunas llegan a Centroamérica, son unas 202 especies entre las que se encuentra el chipe mejilla dorada (*Dendroica chrysoparia*).

Residentes de verano. Con unas 30 especies, son aves que se reproducen en México y pasan el invierno más al sur, entre ellas el colibrí Lucifer (*Calothorax lucifer*).

Transeúntes o de paso. Son aves que se reproducen al norte del territorio mexicano, migran a través de él, e invernán en Centro y Sudamérica. Son alrededor de 35 especies entre las que se encuentran las aves playeras del género *Calidris sp.*

Migratorias con poblaciones residentes. Con alrededor de 140 especies, las poblaciones de aves que se encuentran más al norte migran, pero existen poblaciones en México que no llegan a migrar.

En la **Tabla IV.52** se presenta el listado de las especies de carácter migratorio presentes registradas en el SP.

Tabla IV.52 Listado de especies migratorias (M) y residentes (R) en el SP y SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla	R
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	R
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca	R
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	R
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	R
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	R
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	R
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	R
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	R
Dipsadidae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras	R
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	R
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	R
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	R
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	R
Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco	R
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pije	M
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	M
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	R
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	M
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	R
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	M
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	R
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos menor	R
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	R
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	R
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	R
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	R
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	R
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana	R
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	R
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	R
Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R
Ramphastidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	R
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	M
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita Azulgris	R
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gorjirrubí	R
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Saltapared manchado	R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mímimo	M
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	R
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	R
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	R

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	R
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	M
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	R
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	R
Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatro ojos	R
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro, Tlacuache o Zarigüeya	R
Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado	M
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de campo	R
Molossidae	<i>Nyctinomopd laticaudatus</i>	Murciélago oreja ancha	M
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago car de espantojo	R
Muridae	<i>Oryzomys rostratus</i>	Ratón arrocero	R
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	R
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	R
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	R
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero de Jamaica	R
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélado cara arrugada	M
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago de ojos grandes	M
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón	M
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle	R
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, Coatí	R
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	R
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja	R
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo	R
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murcielaguito orejudo	R
Especies endémicas			

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla	R
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	R
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca	R
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	R
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	R
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	R
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	R
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	R
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	R
Dipsadidae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras	R
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	R
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	R
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	R
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	R
Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco	R
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pije	M
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	M
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	R
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	M
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	R
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	R
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	M
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	R

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	R
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos menor	R
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	R
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	R
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	R
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	R
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	R
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	R
Jacanidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana	R
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	R
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	R
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	R
Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	R
Ramphastidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	R
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilote	M
Sylviidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita Azulgris	R
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gorjirrubí	R
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Saltapared manchado	R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mímimo	M
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	R
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	R
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	R
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	R
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	R
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	M
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	R

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	R
Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatro ojos	R
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro, Tlacuache o Zarigüeya	R
Emballonuridae	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Murciélago rayado	M
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de campo	R
Molossidae	<i>Nyctinomopd laticaudatus</i>	Murciélago oreja ancha	M
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago car de espantojo	R
Muridae	<i>Oryzomys rostratus</i>	Ratón arrocero	R
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	R
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	R
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	R
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero de Jamaica	R
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélado cara arrugada	M
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago de ojos grandes	M
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón	M
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle	R
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, Coatí	R
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	R
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja	R
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo	R
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murcielaguito orejudo	R

IV.3.2.7 Permanencia o estacionalidad

El estatus de permanencia o estacionalidad se define como el tiempo que permanece la especie en el área, o la temporada en la que se le puede observar con mayor probabilidad. Sin embargo, esto no es limitativo, ya que algunas especies modifican esta situación por condiciones tales como el clima, o se presentan como casos fortuitos en el área o fuera de la temporalidad. En términos generales, en un ecosistema existen condiciones específicas que permiten el establecimiento, desarrollo y distribución de determinadas especies de flora y fauna (Garza-Herrero et al., 2004).

Es así como, para el grupo de los anfibios, su sobrevivencia depende de los cuerpos de agua permanentes, de la temporada de lluvias y principalmente de la calidad de los cuerpos de agua, ya que este grupo se caracteriza por ser buenos indicadores. En el caso de los reptiles, hablamos de especies residentes debido a sus patrones de conducta de tipo territorial, estivación o, cuando las condiciones climáticas son desfavorables (calor o frío extremo), hibernación. En general, la actividad diaria y anual de anfibios y reptiles están determinadas por la temperatura, fotoperiodo, precipitación (Ramírez-Bautista, 1995; Ramírez-Bautista y Vitt, 1998), disponibilidad de alimento, depredación y competencia intra e interespecífica (Lister y García, 1992). La disminución de la actividad de algunos anfibios y reptiles es consecuencia de la baja disponibilidad (relativamente) de alimento y/o a la presencia de parches abiertos en la vegetación (fragmentación), lo que las hace más vulnerables a la depredación. Sin embargo, ciertas especies se ven favorecidas por la fragmentación de la vegetación, especialmente las lagartijas (Ej. *Sceloporus*, *Aspidoscelis*).

Respecto al grupo de las aves, la mayoría de las especies tiene un estatus de permanencia de tipo residente ya que viven, se alimentan y se reproducen en la misma región. Sin embargo, también hay especies con estatus de visitantes durante el invierno y/o verano que se desplazan a otras regiones con condiciones más favorables para su alimentación y reproducción, o también especies transitorias que visitan cierto lugar sólo de manera temporal, para alimentarse y descansar.

Al igual que los reptiles, las especies pertenecientes al grupo de los mamíferos presentan un estatus de residentes al tener un lugar permanente de alimentación, guarida y reproducción. La diferencia de este grupo es la capacidad de desplazamiento, habiendo especies de tamaño tanto mediano como grande que suelen desplazarse varios kilómetros en busca de alimento y refugio en cualquier época del año, especialmente durante la noche.

IV.3.2.8 Abundancia relativa de cada grupo zoológico

La estimación de la abundancia relativa de especies es uno de los objetivos del levantamiento faunístico. Particularmente en lo que respecta al grupo de anfibios y reptiles, se empleó el método propuesto por Lazcano-Barrero et al. (1992), esto de acuerdo con el número de individuos registrados durante el recorrido de los transectos lineales y en banda. Para estimar la abundancia de aves, el método utilizado fue el propuesto por González-García (1992), Bibby et al. (1992), y Navarro y Benítez (1993). Por último, la abundancia en mamíferos se estimó mediante el número de trampas empleadas y el número de ejemplares capturados para cada una de las especies.

La abundancia relativa es la relación porcentual del número de individuos de una especie con respecto al total de individuos. La abundancia relativa de los cuatro (4) grupos de vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), indicó que las especies con abundancia rara fueron 13, (tres (3) anfibios, dos (2) reptiles y ocho (8) mamíferos), seguidas por las especies abundantes con 24 (un (1) anfibio, tres (3) reptiles, 15 aves y cinco (5) mamíferos) y por último las especies comunes con 35 (un (1) anfibio, cinco (5) reptiles, 19 aves y diez (10) mamíferos). En la Figura **Figura IV.43** se presenta la abundancia relativa total (abundante, común y rara) de las especies registradas y en la **Figura IV.44** la abundancia relativa para cada uno de los grupos de vertebrados registrados dentro del SP y AI.

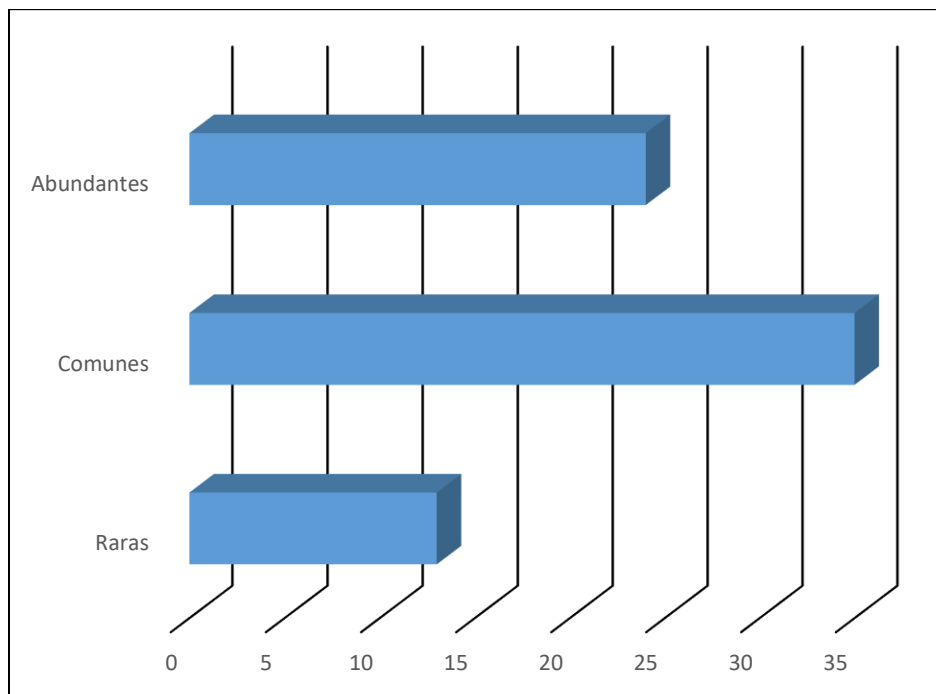


Figura IV.43 Abundancia relativa total de las especies registradas en el SP.

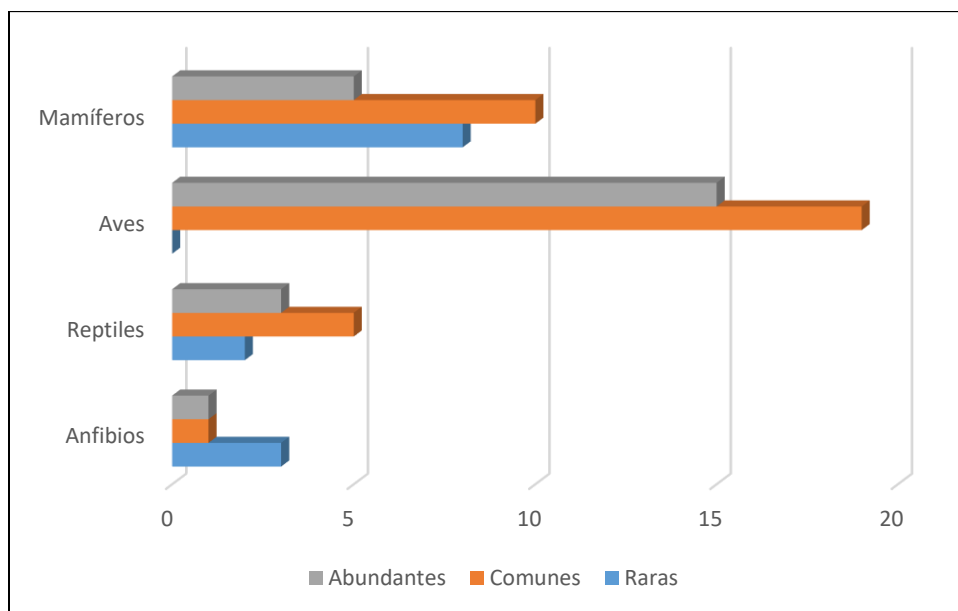


Figura IV.44 Abundancia relativa por grupo faunístico registrado

La frecuencia de ocurrencia varía de acuerdo con el número de muestreos y sus intervalos de tiempo en los cuales éstos se llevan a cabo, ya sea de manera mensual, bimestral, trimestral o estacional por uno o más años.

IV.3.2.9 Especies Incluidas en la Nom-059-Semarnat-2010

De las 72 especies registradas, nueve (9) están bajo alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que representa un 12.5% del total de los registros. En la **Tabla IV.53**, se presentan las especies incluidas en la normatividad ambiental.

Tabla IV.53 Especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en el SP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	Pr
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	A
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	Pr
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	Pr
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	P
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	P
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	P
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle	Pr

IV.3.2.10 Especies incluidas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

No hay especies incluidas en algún apéndice de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) para el grupo de los anfibios. Para el grupo de los reptiles, la Iguana verde (*Iguana iguana*) se encuentra incluida en el apéndice II. En el grupo de las aves, el Perico pechisucio (*Aratinga nana*) y el Colibrí gorjirrubí (*Archilochus colubris*) se encuentran incluidas en el apéndice II y el Pato pije (*Dendrocygna autumnalis*) en el apéndice III. Finalmente, para el grupo de los mamíferos se encuentran incluidos el Tepezcuittle (*Cuniculus paca*), el Guaqueque (*Dasyprocta punctata*), el Cacomixtle (*Bassariscus sumichrasti*), el Coatí (*Nasua narica*) y la Ardilla roja (*Sciurus deppei*) en el apéndice III.

De las especies mencionadas, en el Apéndice II del CITES se incluyen a las especies que en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, pero que podrían llegar a estarlo. Incluye también especies de apariencia similar a otras incluidas en los Apéndices del CITES, a fin de garantizar un mejor control de las anteriormente citadas. El comercio de animales y plantas, capturados o recolectados en el medio silvestre, y nacidos en cautiverio o reproducidos artificialmente, está permitido, si bien está reglamentado. El comercio puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación (CITES, 2015).

De las especies mencionadas en el Apéndice III, figuran aquellas que, a solicitud de una Parte, ya está reglamentada su comercialización y necesita de la cooperación internacional para evitar su explotación insostenible e ilegal. El comercio internacional de estas especies sólo se autoriza previa presentación de los permisos o certificados apropiados (CITES, 2015).

IV.3.2.11 *Especies con valor utilitario de aprovechamiento*

En la **Tabla IV.54** se mencionan las especies con valor utilitario de aprovechamiento, ecológico y de ornato registradas en el SP.

Tabla IV.54 *Especies registradas en el SP con valor utilitario Ecológico (E), Ornato (O), Indicador (I) y Comercial (Co).*

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia
Hylidae	<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana de árbol amarilla	E
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	E
Kinosternidae	<i>Kinosternon creaseri</i>	Tortuga de pantano yucateca	E
Microhylidae	<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	E
Plethodontidae	<i>Bolitoglossa yucatanana</i>	Salamandra lengua de hongo yucateca	E
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	E
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	E
Dactyloidae	<i>Anolis rodriguezii</i>	Anolis liso del sureste	E
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	E

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia
Dipsadidae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayas negras	E
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	E
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	E
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	E
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus serrifer</i>	Lagartija espinosa azul	E
Teiidae	<i>Aspiloscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	E
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pato pije	Co, E
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	E
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	E, O
Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín sietecolores	E
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	E, I
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	E, I
Charadriidae	<i>Pluvialis squatarola</i>	Chorlo gris	E
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	E, Co
Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	E, Co
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	E
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos menor	E
Emberizidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	E
Falconidae	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	E
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	E
Hirundinidae	<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina pueblera	E
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	P
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	E
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	E

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia
Jacaniidae	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana mesoamericana	E
Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	E
Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero Mexicano	E
Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechisucio	E
Ramphastidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	E
Ramphastidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	E
Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilotte	E
Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita Azulgris	E
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí gorjirrubí	E
Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Saltapared manchado	E
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero Mímimo	E
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero Cardenal	E, O
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	E
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	E
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	E
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	E
Atelidae	<i>Ateles geoffroyi</i>	Mono araña	E
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	Co, E
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	E
Didelphidae	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatro ojos	E
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zorro, Tlacuache o Zarigüeya	E
Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado	E
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de campo	Co, E
Molossidae	<i>Nyctinomopd laticaudatus</i>	Murciálago oreja ancha	E
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago car de espantojo	E

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Familia	Nombre científico	Nombre común	Importancia
Muridae	<i>Oryzomys rostratus</i>	Ratón arrocero	E
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	E
Muridae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodónera	E
Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Cabeza de viejo	E
Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago zapotero de Jamaica	Co, E
Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélado cara arrugada	E
Phyllostomidae	<i>Chiroderma villosum</i>	Murciélago de ojos grandes	E
Phyllostomidae	<i>Micronycteris microtis</i>	Murciélago orejón	E
Procyonidae	<i>Bassariscus sumichrasti</i>	Cacomixtle	E
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, Coatí	E
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	E
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla roja	E
Vespertilionidae	<i>Lasiurus intermedius</i>	Murciélago amarillo	E
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murcielaguito orejudo	E

IV.4 Medio socioeconómico

Para dar un panorama del medio socioeconómico del estado, se consultaron los datos de la Encuesta Intercensal 2015 y el Censo Económico 2014 de la página de INEGI, los cuales se resumen a continuación.

Quintana Roo es uno de los estados de México que cuenta con una superficie de 44,705 km², representando el 2.3 % de extensión territorial del total nacional. Se encuentra ubicado en la península de Yucatán al sureste del país, Colindando al Norte con Yucatán y el Golfo de México, al Este con el Mar Caribe, al Sur con Belice y la Bahía de Chetumal, y al Oeste con Campeche y Yucatán.

La población total es de 1,501,562 personas que representa el 1.3 % de la población nacional, de las cuales 49.9 % son mujeres y el 50.1 % son hombres. El total de viviendas particulares habitadas es de 441,200, de las cuales un 60.7 % son viviendas propias, 28.2 % son alquiladas y 9.5 % son familiares o prestadas.

Una forma de evaluar la calidad de vida del estado es mediante los indicadores de desarrollo humano, siendo para el estado de Quintana Roo los siguientes:

- Índice de agua entubada: 0.9726
- Índice de drenaje: 0.9669
- Índice de electricidad: 0.9885
- Índice de desarrollo humano con servicios: 0.8949
- Índice de esperanza de vida: 0.7826
- Índice educativo: 0.9262

El producto Interno Bruto (PIB) del estado de Quintana Roo representa el 1.6 % con respecto al PIB nacional, del cual 85.7 % es por actividades terciarias, 13.5 % por actividades secundarias y 0.7 % por actividades primarias. La actividad económica del estado se desarrolla en un total de 20 sectores, de los cuales el alojamiento temporal, la preparación de alimentos, el comercio, los servicios inmobiliarios, la construcción, el transporte, y los apoyos a negocios son los siete sectores más importantes debido a que conforman el 79.4 % de la actividad económica total de Quintana Roo, de los cuales “Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos” (el cual comprende unidades económicas dedicadas principalmente a proporcionar servicios de alojamiento temporal en hoteles, moteles, hoteles con casino, cabañas, villas, campamentos, albergues recreativos, casas de huéspedes, pensiones y departamentos amueblados con servicios de hotelería; y a la preparación y servicio de alimentos y bebidas para su consumo inmediato en restaurantes, unidades móviles, centros nocturnos, bares, cantinas y similares), es el más importante ya que da un

ingreso del 21.3 % del PIB local, convirtiendo a Quintana Roo en el estado con primer lugar de ingresos nacionales de dicho sector.

En otro orden de ideas, de acuerdo con INEGI, el proyecto que se propone a través del presente estudio, se trata de una actividad Terciaria económicamente hablando, en donde no se producen bienes materiales; se reciben los productos elaborados en el sector secundario para su venta; e incluye los servicios cuyo insumo principal es el capital humano; también ofrece la oportunidad de aprovechar algún recurso sin llegar a ser dueños de él, como es el caso de los servicios que agrupan una serie de actividades que proporcionan comodidad o bienestar a las personas.

De acuerdo con el Clasificador para la Codificación de Actividad económica del INEGI, el proyecto se ubica dentro del Sector 72 “Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas” con lo cual, y aunado a lo mencionado anteriormente, queda claro la importancia del proyecto destinado a uso turístico, es decir, aprovechamiento del territorio para la construcción de un desarrollo turístico-hotelerero, ya que éste dará apoyo al sector más importante del estado, creando nuevos empleos y estimulando la economía de los negocios locales mediante la atracción turística, dando con ello un impulso al desarrollo humano y por ende un aumento en la calidad de vida local.

IV.5 Paisaje

Se puede entender al paisaje como la expresión espacial y visual del medio, así como un recurso natural escaso y valioso. También se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella (Forman KDT & M. Godron, 1986). Para hacer una evaluación se siguió la metodología propuesta por Escribano (1991), en la cual se deben considerar la Calidad visual y Fragilidad del Paisaje.

Para evaluar la calidad visual se establecieron Unidades de Paisaje (UP), las cuales son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar y tienen como componentes centrales a la cubierta vegetal y la morfología del terreno (Escribano et al. 1991). Cada unidad de paisaje fue evaluada para los escenarios Sin Proyecto (SP), Con Proyecto Sin Manejo (CPSM) y Con Proyecto Con Manejo (CPCM) con una ponderación de 0 (Feo) a 1 (Espectacular). Los resultados se muestran en la **Tabla IV.55**.

Tabla IV.55. Evaluación de la calidad visual del territorio

Unidad de Paisaje	SP	CPSM	CPCM
Bosques nativos densos	1	0.5	1

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Unidad de Paisaje	SP	CPSM	CPCM
Bosques nativos ralos	0.8	0.5	0.8
Forma plana	0.8	0.8	0.8
Textura de cubierta arbórea	1	0.5	1
Estructura de capa continua que cubre todo el suelo	1	0.5	0.9
TOTAL	4.6	2.8	4.5

La Fragilidad del Paisaje (FP) es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a su uso y grado de deterioro ante cambios en sus propiedades, así como una forma de establecer su vulnerabilidad. Para evaluar la FP se propone un método inspirado en Escribano *et al.* (1991), el cual considera tres variables: (a) factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación; (b) carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico; (c) accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados. A continuación, en la **Tabla IV.56** se presentan los factores usados para evaluar la fragilidad.

Tabla IV.56. Factores para evaluar la Fragilidad del paisaje (FP)

Factor	SP
Densidad de la vegetación	1
Diversidad de estratos	1
Altura de la vegetación	1
Estacionalidad de la vegetación	1
Contraste cromático	1
Pendiente	1
Valoración histórico y cultural	1
TOTAL	7

IV.6 Conclusión

En las cercanías del predio existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona terminará siendo netamente turístico, sin embargo, los elementos naturales no pierden su importancia como parte de la calidad visual del paisaje, dado el bajo porcentaje de aprovechamiento permitido en las UGA's.

Se estima que la reducción de la calidad visual del paisaje será baja en virtud de que el aprovechamiento se limita sólo a la superficie del predio, el cual pretende conservar escenarios naturales, lo que mitiga el efecto del impacto. La reducción de la calidad visual del paisaje no va más allá de la zona de aprovechamiento en virtud de que las áreas de conservación se distribuirán en forma perimetral. La intervención del predio para su aprovechamiento se relaciona en forma directa con la reducción de la calidad visual del paisaje in situ. Con los trabajos de desmonte y despalme serán eliminados los elementos naturales del predio, lo que trae como consecuencia una reducción de la calidad visual del paisaje; sin embargo, el desmonte, y, por ende, la pérdida de los elementos naturales en las áreas de aprovechamiento concluirá hasta finalizar el plazo considerado por el proyecto, por lo que el impacto alcanzará toda su magnitud hasta que finalice dicho periodo. La reducción de la calidad visual será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que éste introduce elementos de alteración en el paisaje. Para recuperar la calidad visual, necesariamente se requiere de la intervención del hombre para la restauración de los elementos naturales que fueron eliminados. El paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, toda vez que el entrono predominante es netamente turístico, acorde al uso de suelo al que estará destinado el terreno forestal.

Como podemos observar en los análisis previos en el paisaje Sin Proyecto(SP), Con Proyecto Sin Manejo (CPSM) y Con Proyecto Con Manejo (CPCM), la calidad visual del paisaje terminará siendo natural y predominante sobre el antrópico dada la baja tasa de aprovechamiento permitida, por lo que aquellos elementos naturales existentes destacan por su importancia en el medio visual; en ese sentido, se pronostica que el nivel de incidencia del impacto, será el mismo con o sin el proyecto, siempre y cuando se apliquen las medidas preventivas o de mitigación.

IV.7 Aval para la Identificación de Vegetación

Los resultados de la línea base ambiental para flora, presentados en este capítulo, fueron revisados y por ende avalados, por el Dr. José Arturo de Nova Vázquez, quien actualmente se desempeña como Director del Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. El Dr Nova Vázquez realizó la revisión general de la línea base ambiental y retroalimentó el trabajo, se consideraron sus sugerencias y comentarios con el fin de enriquecer y presentar la información veraz y actualizada. La carta

aval se presenta como el **Anexo IV.5.** y el Curriculum Vitae del Dr. De Nova, en el **Anexo IV.6.**

IV.8 Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

Los bienes y servicios que las personas obtenemos a partir de nuestro entorno se conocen como servicios ambientales (SA) Los brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales. Los servicios ambientales con los cuales estamos directamente vinculados son la provisión de agua, aire y alimentos, todos ellos de buena calidad, ya que son los principales requerimientos para la vida. Sin embargo, también existen otros servicios que son igualmente importantes, como es la protección contra desastres naturales como los huracanes, la regulación climática, el control de plagas o la recreación. Sin duda, existe una estrecha relación entre la calidad de los servicios ambientales y la calidad y mantenimiento de nuestra vida.

Clasificación

Dependiendo de los bienes y servicios que ofrecen, los servicios ambientales han sido agrupados como sigue: servicios de soporte, de provisión, de regulación y culturales.

Tabla 57 Tipos de servicios ambientales. Basado de MEA, 2005

Servicios de soporte	Servicios de provisión	Servicios de regulación	Servicios culturales
Biodiversidad	Alimento	Regulación de gas	Belleza escénica
Ciclo de nutrientes	Materias prima	Regulación del clima	Recreación
Formación del suelo	Recursos genéticos	Prevención de disturbios	Información cultural y artística
Producción primaria	Recursos medicinales	Regulación de agua	Información espiritual e histórica
Polinización	Recursos ornamentales	Provisión de agua	Ciencia y educación
Control biológico		Tratamiento de residuos	

- **Los servicios de soporte** son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas que mantienen y permiten la provisión del resto de los servicios. Estos pueden o no tener implicaciones directas sobre el bienestar humano. Entre ellos se encuentra el mantenimiento de la biodiversidad, el ciclo hidrológico, el ciclo de nutrientes, y la producción primaria.
 - **Generación y manutención de la biodiversidad, de los ecosistemas y forma de vida.** Como parte de los servicios de soporte estos servicios son de los más esenciales, pero menos percibidos y valorados. No son servicios de beneficio

directo para la población, pero tiene gran relevancia para mantener el equilibrio natural al conservar una biodiversidad entre los organismos que interactúan al generar y controlar los ciclos que producen más servicios para la humanidad. La biodiversidad y el balance ecológico siempre es importante en cualquier zona de la biosfera, con respecto a la microcuenca magnitud de este servicio es menor en el predio por su tamaño y no ser una zona de gran relevancia genética expuesta por el índice de Shannon resultante para el predio y la microcuenca.

- **Soporte del suelo.** El suelo es otro de los servicios ambientales menos percibidos al tenerlo relativamente disponible en todos lados y siempre, pero esto está cambiando al sobre explotarlo con cultivos, deforestando y provocando la erosión dejándonos sin el soporte para la generación de los demás servicios ambientales y alimenticios que nos puede proveer.
- **Los servicios de provisión** son recursos tangibles y finitos, que se contabilizan y consumen. Además, pueden ser o no renovables. Entre ellos se encuentra la provisión de agua para consumo humano, la provisión de productos como la madera y la producción de comida.
 - **Provisión del agua en calidad y cantidad.** Este es uno de los servicios más vitales y que más impactan en la vida diaria de una población. Sin la provisión del agua suficiente y de calidad disponible las poblaciones no tendrían la calidad de vida actual ni su desarrollo económico y sobre todo el desarrollo individual humano.
 - **La generación de oxígeno.** La vegetación presente en los ecosistemas nos provee de oxígeno siguiendo con el ciclo natural del carbono y el nitrógeno y produciendo las cantidades adecuadas para mantener a los organismos.
- **Los servicios de regulación** son lo que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de las cuales se regulan las condiciones del ambiente humano. Entre ellos encontramos la regulación del clima y gases como los de efecto invernadero, el control de la erosión o de las inundaciones. También la protección contra el impacto de los huracanes es un servicio de regulación.
 - **La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.** Actualmente la captura de carbono y el mantenimiento de los ciclos naturales de los elementos como el carbón, nitrógeno, fósforo entre otros es de gran relevancia al tratar de mantener los niveles naturales de estos elementos producidos por las civilizaciones actuales.
 - **El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.** Muchas de las ocasiones el mantenimiento de las barreras naturales como manglares, bosques, elementos orográficos nos protegen de fenómenos naturales como huracanes, impactos de fuertes tormentas, vientos, tornados, etc.

- **La modulación o regulación climática.** El conjunto de los servicios anteriores nos ofrece un beneficio a un nivel más grande como lo es la regulación climática, manteniendo lo más posible los factores climáticos incluso a escala micro, regulando la temperatura, viento y atrayendo la precipitación o controlando los efectos que estos factores causan, como las sequías, erosión, inundaciones, etc.
- **Los servicios culturales** pueden ser tangibles e intangibles y son producto de percepciones individuales o colectivas; son dependientes del contexto socio-cultural. Intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Entre ellos se encuentra la belleza escénica de los ecosistemas como fuente de inspiración y la capacidad recreativa que ofrece el entorno natural a las sociedades humanas.
 - **Paisaje.** Las escenas naturales que proveen los ecosistemas es un servicio estético y armonioso que nos refleja la belleza del conjunto de los elementos naturales
 - **Recreación.** Un servicio que puede ser aprovechado de gran manera al efectuar actividades de turismo sustentable hasta pequeñas actividades diarias de familias en los ecosistemas aprovechando sus elementos y disfrutando de los beneficios de interactuar con el medio natural.

Un aspecto importante en el bienestar es contar con alimentos sanos, agua limpia para beber y aire limpio que respirar. Es por ello que cualquier ser humano, independientemente de su condición social, económica y ubicación geográfica, es beneficiario de los servicios ambientales. Sin embargo, en algunos casos los beneficiarios de los servicios ambientales se encuentran delimitados por contextos geográficos; por ejemplo, los pobladores de las montañas conservan los bosques y los ríos, y los habitantes de las zonas bajas se benefician por la calidad del agua y la prevención de deslaves.

En relación de los servicios ambientales con el proyecto se realizó el análisis de los servicios ambientales presente en la zona de estudio y se propone medidas de mitigación del impacto que puedan presentarse.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla 58 Impactos a los servicios ambientales y grado de afectación a nivel microcuenca

Impactos en los Servicios Ambientales					
No	Servicio	Función	Afectación por el proyecto	Importancia del servicio a nivel microcuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
1	Generación y manutención de la biodiversidad, de los ecosistemas y forma de vida.	Equilibrio y regulación de la biodiversidad en la microcuenca	Impacto en el área del proyecto.	Muy Alta	Medio.
2	Soporte del suelo	Soporte del desarrollo biótico	Se disminuirá el grado de erosión del suelo debido a que será cubierto por la construcción del proyecto, se removerá la vegetación así que la generación de suelo se verá afectada.	Muy Alta	Medio
3	Provisión del agua en calidad y cantidad	almacenar y ofrecer agua para el desarrollo de los organismos	La captación de agua será menor por la impermeabilización debido a las construcciones.	Muy Alta	Medio
4	Generación de oxígeno	Producción de oxígeno proveyendo de este elemento para la manutención de los organismos	El impacto del desmonte de vegetación y generación de oxígeno se verá reflejado solo en el área del proyecto.	Muy Alta	Medio
5	La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.	Regulación de los elementos atmosféricos y sus ciclos biogeoquímicos	El impacto del desmonte de vegetación y regulación de los elementos biogeoquímicos se verá reflejado solo en el área del proyecto y zonas aledañas	Muy Alta	Medio

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Impactos en los Servicios Ambientales					
No	Servicio	Función	Afectación por el proyecto	Importancia del servicio a nivel microcuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
6	El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales	La vegetación de mayor relevancia en la modulación del efecto de los huracanes es el manglar, de cual no se removerán individuos, respecto al resto de la vegetación a remover, esta se verá afectada por la construcción del proyecto	Alta	Bajo
7	La modulación o regulación climática	Equilibrio y regulación de los factores climáticos en conjunto de los demás servicios	El impacto en la regulación climática se verá reflejado solo en el área del proyecto y zonas aledañas	Muy Alta	Bajo
8	Paisaje	Proveer de escenas estéticas y armoniosas del reflejo de los elementos naturales	El paisaje se verá afectado solo en el área del proyecto, pero el impacto se reflejará en las zonas aledañas por la visibilidad del proyecto, aunque como se ha mencionado la tendencia como corredor turístico de la zona lo hace compatible con los usos de la UGA que lo contiene	Media	Baja
9	Recreación	Ofrecimiento de áreas de interacción humana y con el medio natural	El impacto en las actividades de recreación tanto como en el polígono del proyecto como en el SA se verán afectadas por la calidad del paisaje, sin embargo se conservan el servicio de recreación por lo que se considera de bajo impacto	Baja	Baja

En las cercanías del predio existen otros desarrollos turísticos en operación, por lo que el paisaje en la zona terminará siendo netamente turístico, sin embargo, los elementos naturales no pierden su importancia como parte de la calidad visual del paisaje, dado el bajo porcentaje de aprovechamiento permitido en las UGA's.

Se estima que la reducción de la calidad visual del paisaje será baja en virtud de que el aprovechamiento se limita sólo a la superficie del predio, el cual pretende conservar escenarios naturales, lo que mitiga el efecto del impacto. La reducción de la calidad visual del paisaje no va más allá de la zona de aprovechamiento en virtud de que las áreas de conservación se distribuirán en forma perimetral. La intervención del predio para su aprovechamiento se relaciona en forma directa con la reducción de la calidad visual del paisaje in situ. Con los trabajos de desmonte y despalme serán eliminados los elementos naturales del predio, lo que trae como consecuencia una reducción de la calidad visual del paisaje; sin embargo, el desmonte, y, por ende, la pérdida de los elementos naturales en las áreas de aprovechamiento concluirá hasta finalizar el plazo considerado por el proyecto, por lo que el impacto alcanzará toda su magnitud hasta que finalice dicho periodo. La reducción de la calidad visual será permanente durante toda la vida útil del proyecto, ya que éste introduce elementos de alteración en el paisaje. Para recuperar la calidad visual, necesariamente se requiere de la intervención del hombre para la restauración de los elementos naturales que fueron eliminados. El paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, toda vez que el entrono predominante es netamente turístico, acorde al uso de suelo al que estará destinado el terreno forestal.

Como podemos observar en los análisis previos en el paisaje Sin Proyecto(SP), Con Proyecto Sin Manejo (CPSM) y Con Proyecto Con Manejo (CPCM), la calidad visual del paisaje terminará siendo natural y predominante sobre el antrópico dada la baja tasa de aprovechamiento permitida, por lo que aquellos elementos naturales existentes destacan por su importancia en el medio visual; en ese sentido, se pronostica que el nivel de incidencia del impacto, será el mismo con o sin el proyecto, siempre y cuando se apliquen las medidas preventivas o de mitigación.

A continuación, se muestra de forma cualitativa y cuantitativa el grado de afectación del proyecto sobre los servicios ambientales que provee actualmente el predio del proyecto.

IV.8.1 Provisión de Agua

Para poder determinar que no se pone en riesgo el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación, se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso del suelo y aquella que puede ser captada en el SAR.

IV.8.1.1 Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso del suelo

La captura de agua, o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua (Torres y Guevara, 2002).

La demanda potencial para el servicio es enorme, la producción eficiente tiene efectos no sólo en la mejora de la disponibilidad de agua, sino que además prolonga la vida útil de las obras de infraestructura, conserva suelos y ayuda a mitigar los riesgos de desastres por inundaciones y derrumbes (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse para áreas específicas y con información muy fina (Torres y Guevara, 2002).

Siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA 1999), se puede hacer una estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales.

$$C_e = \frac{K(P-500)}{200} \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15$$

$$C_e = \frac{K(P-250)}{2000} + \frac{k-0.15}{1.5} \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual aparece en la **Figura IV.45**.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Figura IV.45 Valor K por tipo de suelo y cobertura de bosque.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual del municipio de Solidaridad. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75 % de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75 % de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25 % de cobertura, asumimos que los suelos son tipo A (suelos permeables).

Considerando lo señalado anteriormente, el valor de P (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,475.5 mm y considerando que la superficie se ubica en una zona donde los suelos son de tipo A (permeables toda vez que se trata de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero); y dado que el volumen de su masa forestal considerando los dos tipos de vegetación presentes es mayor a los 190 m³/ha (cobertura de más del 75 %), se obtiene un K=0.07, lo cual se sustituye en la fórmula.

$$C_e = \frac{(0.07)(1475.5 - 500)}{200}$$

$$C_e = 0.341425$$

Entonces el coeficiente de escurrimiento (C_e) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal de más del 75 % es decir, sin el proyecto, es de 0.341425.

Luego, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula que utilizar es la siguiente:

$$Ve = P \cdot At \cdot Ce$$

Donde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m^3)

At = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m^2)

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m^3)

Sustituyendo los valores obtenemos:

$$Ve = (1.4755)(553228.6219)(0.341425)$$

$$Ve = 278,701.414333 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - V$$

Donde:

I = Volumen medio anual de infiltración en el área de interés (m^3)

P = Precipitación media anual (m^3) * Superficie de cambio de uso de suelo (m^2)

Ve = Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3/m^2)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = (1.4755)(553,228.6219) - 278,701.414333$$

$$I = 537,587.41728 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de $537,587.41728 \text{ m}^3/\text{m}^2$, y se pierden $278,701.414333 \text{ m}^3/\text{m}^2$ anuales por escurrimiento.

IV.8.1.2 Cantidad de agua captada en el sistema ambiental regional

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el SAR, el cual posee una precipitación media anual de 1475.5 mm en promedio, se consideró la superficie del SAR que presenta cobertura vegetal y que tiene una superficie de 63,087.537 ha, aplicando el mismo valor de K (0.07) utilizado para el predio del proyecto, bajo el criterio de equidad de circunstancias; y por lo tanto, el mismo coeficiente de escurrimiento (Ce) que fue de 0.341425.

Por lo tanto, para sacar el volumen de escurrimiento anual:

$$Ve = P \cdot At \cdot Ce$$

$$Ve = (1.4755)(630,875,370)(0.341425)$$

$$Ve = 317,817,717.53492 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por lo tanto, el volumen de infiltración anual es:

$$I = P - V$$

$$I = (1.4755)(630,875,370) - 317,817,717.53492$$

$$I = 603,038,890.9 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 603,038,890.9 m³/m², y se pierden 317,817,717.53492 m³/m² anuales por escurrimiento.

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (537,587.41728 m³/m² anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para el SAR (603,038,890.9 m³/m²), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, tal vez que sólo

se estaría perdiendo el 0.0891 % de la captación total que ocurre en la unidad de análisis, lo cual no es significativo, con lo que se asegura que la captación de agua en cantidad que acontece en el SAR, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto.

IV.8.2 Captura de carbono

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO₂ por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos son consumidos directamente por la planta para abastecerse de energía, el CO₂ liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO₂. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y microorganismos, lo que da como resultado que el Carbono de sus tejidos se oxide en CO₂ y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de Carbono por bacterias y animales contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono, aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de Carbono en las plantas.

Para estimar la cantidad de Carbono almacenado en la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, se utilizó la expresión matemática propuesta por Ricardo O, Russo (2009), según la cual a partir del volumen se determina el contenido de Carbono, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de C} = \text{Vol.} \times 0.5 \times 0.5$$

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP (área del tronco a 1,30 m de altura) que fueron registrados durante el inventario forestal a nivel las áreas transversales de todos los árboles con un diámetro normal existentes en una hectárea (y se expresa en m²/ha).

Luego se determina su altura total. El producto del AB multiplicado por la altura y por un coeficiente de forma (relación entre el volumen real y el volumen aparente de un árbol) es el volumen total del árbol.

Posteriormente, a partir del volumen se determina el contenido de Carbono, que es el producto del volumen multiplicado por el contenido de materia seca (%MS, para este estudio se consideró 50 %) y por el contenido de Carbono (C) en la MS (%C= 50 % aceptado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés).

A esta cantidad de C se le aplica el Factor de Extensión de la Biomasa (FEB) igual a 1,6 considerando un 60 % adicional contenido en ramas y follaje (en la literatura este factor se menciona con rango entre el 60 % y el 90 %); al final el resultado obtenido se multiplica por la superficie de cambio de uso de suelo.

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB) es un coeficiente que permite añadir la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, y la biomasa correspondiente a las ramas, hojas y raíces. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el bosque. Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable (m^3) debe convertirse a peso en seco (t), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m^3). Los BEF no tienen dimensión, dado que convierten entre unidades de peso.

En sentido de lo anterior tenemos lo siguiente:

- Vol.= 255.9435 m^3/ha
- Contenido de materia seca (50%) = 0.5
- Contenido de carbono (50%) = 0.5
- Coeficiente de expansión: 1.6
- Densidad básica de la madera (D) =0.6 t/m^3

$$C = Vol. \times 0.5 \times 0.5$$

$$C = (255.9435 \text{ m}^3/ha)(0.5)(0.5)$$

$$C = 63.985875 \text{ m}^3/ha$$

$$C = (63.985875 \text{ m}^3/ha)(0.6 \text{ ton}/m^3)$$

$$C = (38.391525 \text{ ton}/ha)(FEB = 1.6)$$

$$C = 61.42644 \text{ ton}/ha$$

$$C = (61.42644 \text{ ton}/ha)(Superficie = 55.32286219 \text{ ha})$$

$$C = 3,398.286475 \text{ ton}$$

Por otra parte, si consideramos que en el SAR existe una superficie de 6,308.7537 ha con la mayor cobertura de vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia con distintos grados de conservación; entonces podemos inferir que en dicha superficie la captura de carbono es de 387,524.2806 t, de acuerdo con la aplicación de la fórmula antes descrita, como se indica a continuación:

$$C = Vol. \times 0.5 \times 0.5$$

$$C = (255.9435 \text{ m}^3/\text{ha})(0.5)(0.5)$$

$$C = 63.985875 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$C = (63.985875 \text{ m}^3/\text{ha})(0.6 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = (38.391525 \text{ ton}/\text{ha})(FEB = 1.6)$$

$$C = 61.42644 \text{ ton}/\text{ha}$$

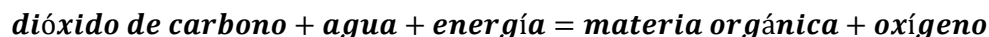
$$C = (61.42664 \text{ ton}/\text{ha})(Superficie = 6,308.7537 \text{ ha})$$

$$C = 387,524.2806 \text{ ton}$$

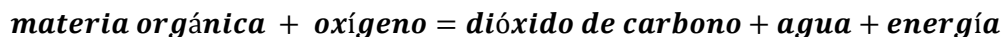
Entonces si se compara la captura de carbono que provee la superficie de cambio de uso de suelo, con la cantidad de carbono que captura la cobertura vegetal del SAR, obtenemos que la pérdida anual de captura de carbono al eliminar la vegetación por la implementación del proyecto, sólo representa el 0.8769 % de la captura total estimada para el SAR; por lo tanto, se puede asumir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo el servicio ambiental a nivel del SAR; de igual forma, podemos concluir que la cobertura vegetal que subsiste en dicha región, es más importante que aquella que se desarrolla en el predio del proyecto, en lo que a captura de carbono se refiere; de tal modo que se puede afirmar categóricamente que la afectación ocurrirá a nivel puntual.

IV.8.3 Generación de oxígeno

La fotosíntesis en las plantas, a partir del dióxido de carbono, el agua y uso de energía, produce materia orgánica y oxígeno.



Inversamente, la respiración en las plantas usa la materia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.



Durante el día, la fotosíntesis es más intensa que la respiración. Por eso, las plantas producen más oxígeno que el que consumen y toman del aire más dióxido de carbono que el que producen. El oxígeno producido es utilizado por los animales para respirar. Estos devuelven dióxido de carbono, que es reciclado nuevamente por las plantas. Durante la noche, como no hay luz solar, no hay fotosíntesis y las plantas sólo respiran (FAO).

Se estima que 1 km cuadrado de bosque genera 1000 t de oxígeno al año, sin embargo, no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, sólo podemos hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel puntual, por lo tanto, considerando que en el SAR se estima una superficie de 63,087.537 hectáreas con cobertura vegetal que seguirán prestando dicho servicio, entonces se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto a nivel del predio, pues la superficie de cobertura vegetal que se perdería a nivel del predio representa sólo el 0.087 % de la superficie del SAR; que aún continuaría prestando el servicio ambiental.

IV.8.4 Amortiguamiento de fenómenos naturales

Los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y nortes, los cuales acarrearán fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad.

La primera impresión que se tiene sobre los efectos de un fenómeno meteorológico de la magnitud de Wilma es de devastación. Al sufrir su embate, la vegetación experimenta derribo de árboles arrancados de raíz o por fractura del tronco a distintos niveles, caída de ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez y Herrera (1990) y Sánchez e Islebe (1999) con el paso del huracán Gilberto en 1988.

Sin embargo, pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente.

Es un hecho que la eliminación de la cobertura vegetal en una Selva mediana subperennifolia, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno natural como los huracanes y tormentas tropicales; sin embargo, cabe señalar que actualmente se estima una superficie de 63,087.537 ha con la mayor parte de la cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia en el SAR, el cual podrá continuar prestando este servicio; entonces el servicio ambiental de la cobertura vegetal como barrera protectora, queda en segundo término para el proyecto en particular.

IV.8.5 Modulación y regulación del clima

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO₂) almacenado. Se estima que el 20%

de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de ha cada año. De esos 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de CO₂, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo.

Cuando un bosque es destruido, el Carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético, y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas, Gabriela Carranza, Yolanda Nava & Alfonso Larqué, 2006).

Algunos climatólogos urbanos apuntan que el origen del problema del cambio climático está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa. El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable (Irma Rosas, Gabriela Carranza, Yolanda Nava & Alfonso Larqué, 2006).

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera. Un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua, lo que le conferirá un color y una respuesta espectral distinta. Esta modificación se manifiesta en un calor sensible mucho mayor que el latente (Irma Rosas, Gabriela Carranza, Yolanda Nava & Alfonso Larqué, 2006). Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de

uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental, puesto que se mantiene una superficie de 63,087.537 hectáreas con cobertura vegetal en el SAR, el cual podrá continuar prestando este servicio ambiental; entonces la cobertura vegetal del predio queda en segundo término.

IV.9 Diagnóstico ambiental.

El SP está asentado sobre una superficie de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, Vegetación de Duna Costera y zona de Manglar, debido a que la acción antrópica ancestral ha modelado la vegetación a través de diferentes niveles de impacto por la eliminación de la vegetación natural con fines agrícolas, no obstante, se consideran terrenos en buen estado de conservación ya que es muy reducida la superficie afectada y se encuentra dentro de una Unidad de Gestión Ambiental (UGA16) con gran potencial para el desarrollo turístico.

La misma UGA16 maneja una tendencia de desarrollo de baja densidad en los que se integren el escenario natural y antropogénico, dando como resultado impactos ambientales mínimos.

Con el objetivo de cumplir la conservación natural, y con ello, la vegetación, fauna y el atractivo turístico del paisaje, el proyecto contempla el mínimo derribo de arbolado, cumpliendo con ello la integración del escenario natural y antropogénico que se habían mencionado anteriormente.

A pesar de que el SP no se encuentra dentro de un Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA) ni dentro de algún Área Natural Protegida (ANP) de competencia Federal o Estatal, la conservación del medio natural será de gran ayuda para el alojamiento temporal o permanente de diferentes especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios, apoyando también el flujo migratorio de las especies, el movimiento continuo en las cadenas tróficas y por ende, el funcionamiento del ecosistema.

Dadas las densidades del proyecto en comparación con el SAR, que es de apenas el 0.087%, no se verán afectados significativamente los servicios ambientales como la Captura de carbono; la generación de oxígeno; la provisión del agua; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación; entre otros.

Por otro lado, el proyecto dará apoyo al sector más importante del estado (Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos, con un ingreso el 21.3 % del PIB local),

creando nuevos empleos y estimulando la economía de los negocios locales mediante la atracción turística, dando con ello un impulso al desarrollo humano y por ende un aumento en la calidad de vida local.

En resumen, éste pretende ser un proyecto compatible con las condiciones naturales y sociales del territorio, la mínima afectación de los recursos naturales será la base de operación de este, ello bajo los fundamentos jurídicos que rijan la conservación de las zonas forestales existentes y donde el cambio de uso de suelo no comprometa la preservación del entorno.

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1 Identificación de impactos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Para la identificación y valoración de los impactos ambientales, existen un gran número de métodos, entre ellos se encuentran las matrices de interacciones causa-efecto, la superposición de imágenes y/o capas de información a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), métodos basados en parámetros, índices e integración de la evaluación como lo son el Método de Holmes y el de Fisher-Davies y métodos cuantitativos como lo son el Método Battelle-Columbus (MBC) y el Método de Domingo Gómez Orea.

Siguiendo las recomendaciones del Anexo denominado Métodos para la identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales incluido en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental publicada por la SEMARNAT, para la identificación de los impactos ambientales se llevará a cabo una matriz de interacciones causa-efecto, mientras que para la evaluación cuantitativa se aplicó el Método Battelle-Columbus (MBC), siendo este, un método reconocido internacionalmente para el proyecto que se pretende desarrollar.

Aun cuando el MBC fue diseñado originalmente para su aplicación en materia de agua, en la actualidad, este ha sido modificado para poder ser aplicado en todo tipo de proyectos. Este modelo opera sobre un árbol de factores ambientales organizado en cuatro niveles denominados categorías, componentes, parámetros y medidas. Cada categoría está dividida en componentes y a su vez cada componente está dividido en diferentes parámetros y cada parámetro en una o más medidas. El método identifica cuatro (4) categorías, dieciocho (18) componentes y setenta y ocho (78) parámetros. El método realiza la comparación de estos

impactos bajo dos posibles escenarios, en el supuesto que el proyecto no se desarrolle y cuando este se encuentra desarrollado. En las siguientes secciones se explicará de forma más detallada la metodología.

Debido a la naturaleza del proyecto, y como se describe en el capítulo II el objetivo del proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción y operación de un Centro Ecoturístico, denominado "Complejo Ecoturístico Riviera Maya" ubicado en la localidad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

Como parte del MBC, se llevó a cabo una identificación de las categorías, componentes y parámetros que se encuentran involucrados en el proyecto, de forma previa utilizando una matriz de interacciones de causa-efecto para la identificación de los impactos ambientales en cada una de las actividades. Para el presente documento, se desarrolló una matriz de interacciones para las actividades realizadas previamente en el sitio, y otra matriz para las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del "Complejo Ecoturístico Riviera Maya".

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas se ordenan o disponen los componentes ambientales susceptibles de recibir impacto y en las columnas las acciones causantes de impacto. En concordancia con el MBC, los indicadores de impacto se derivan de los parámetros ambientales de carácter bióticos, abióticos, biológico, estéticos y socioeconómicos que existen en el sitio del proyecto. Los indicadores de impacto operan con base en la premisa de las diferencias en el grado de alteración o contaminación que será ocasionada por el proyecto sobre el parámetro ambiental con respecto a un referente o línea de base (valores iniciales), que puede ser una condición ideal o la condición actual; dicho parámetro puede ser medido por uno o más indicadores. En cada celda se marcó con un sombreado si es que la acción (j) en cuestión, es causa de impacto en el componente ambiental (i). En caso de no existir relación causa-impacto la celda queda en blanco. Una vez identificadas las interacciones se procedió a clasificar las interacciones en las siguientes cuatro categorías:

	Impacto Negativo - Significativo		Impacto Positivo - Significativo
	Impacto Negativo - No Significativo		Impacto Positivo - No Significativo

Es necesario señalar, que en las matrices de interacciones no se realiza ninguna estimación cuantitativa acerca de los impactos, la matriz de interacciones permite definir los parámetros ambientales que se verán afectados (en algún sentido), por las actividades de un proyecto. En la **Tabla V.1**, se presenta la matriz de interacciones para las actividades planteadas para el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla V.1 Matriz de interacciones de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya con los parámetros ambientales

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

CATEGORÍAS	COMPONENTES	PARÁMETRO	ETAPA	Preparación del sitio					Construcción				Operación y Mantenimiento				Abandono							
			ACTIVIDADES	Contratación de Personal Compra de Insumos y Contratación de Servicios Locales	Trazo y delimitación de áreas	Rebate de Flora y Fauna Silvestres	Desmonte y Despalme	Nivelación del terreno	Conformación de Plataformas	Contratación de Personal Compra de Insumos y Contratación de Servicios Locales	Puente Elevado	Infraestructura	Cuerpos de Agua	Instalaciones Eléctricas	Instalaciones Hidráulicas	Contratación de Personal Servicios Locales	Servicios turísticos	Obtención de Agua Potable	Mantenimiento a Instalaciones Eléctricas	Mantenimiento a Instalaciones Hidráulicas	Contratación de Personal Contratación de Servicios Locales	Desmantelamiento de Infraestructura y Equipos	Restauración del Sitio	
Ecología (Medio Biótico)	Especies y Población Terrestres	Diversidad de especies Fauna																						
		Abundancia de especies Fauna																						
		Diversidad de especies Flora																						
		Abundancia de especies Flora																						
	Especies y Población Acuática	Pesca de rías comerciales																						
		Venecación natural																						
		Pesca deportiva																						
		Aves pescadoras																						
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Afectación a la cadena alimenticia																						
		Uso del suelo																						
		Especies raras y en peligro																						
		Diversidad de especies																						
Factores Físicoquímicos (Medio Abiótico)	Agua	Pérdida/reducción de Servicios Ambientales																						
		Pérdida hidrológica de la cuenca																						
		Demanda Bioquímica de Oxígeno																						
		Oxígeno disuelto																						
		Coliformes fecales																						
		Carbono inorgánico																						
		Nitrógeno inorgánico																						
		Fosfato inorgánico																						
		Pesticidas																						
		pH																						
	Aire	Variación del flujo																						
		Temperatura																						
		Sólidos disueltos totales																						
		Sustancias tóxicas																						
		Turbidez																						
		Moléculas de Carbono																						
Suelo	Hidrocarburos																							
	Oxidos de nitrógeno																							
Contorno	Materia particulada																							
	Oxidantes fotoquímicos																							
Estética (Paisaje)	Terreno	Oxidos de azufre																						
		Otros																						
		Uso de suelo																						
		Erosión del suelo																						
	Aire	Emisión de ruido																						
		Geología de la superficie																						
	Agua	Relieve y Topografía																						
		Olores y olores																						
	Antropología	Sonidos																						
		Experiencia del agua																						
Interfaz agua-suelo																								
Materia olorosa y flotante																								
Interés humano	Educación/ Científico	Área superficial del agua																						
		Laboratorio y geológico																						
		Sitios de interés antropológico																						
		Efecto de la composición																						
	Históricos	Composición Paisajística																						
		Composición única																						
		Arqueológico																						
		Geológico																						
	Culturales	Percepción Social	Hidroológico																					
			Arquitectura y estilos																					
			Eventos																					
			Personas																					
Patrones de Vida	Patrones de Vida	Religiones y culturas																						
		Fronteras																						
		Indígenas																						
		Otros grupos étnicos																						
Patrones de Vida	Patrones de Vida	Grupos religiosos																						
		Temas/inspiración																						
Patrones de Vida	Patrones de Vida	Aislamiento/soledad																						
		Incertidumbre (Percepción de Conflicto)																						
Patrones de Vida	Patrones de Vida	Unidad con la naturaleza																						
		Oportunidades de empleo																						
Patrones de Vida	Patrones de Vida	Vivienda																						
		Interacción social																						

V.1.1.1 Lista Indicativa de Indicadores de Impacto

En la **Tabla V.2** presentada a continuación, se muestran las categorías, componentes y parámetros identificados en las matrices de interacciones presentadas anteriormente. Como se puede apreciar en la matriz, se identificaron 17 componentes y 47 parámetros en conjunto, estos parámetros serán utilizados para la evaluación cuantitativa de impactos mediante el MBC.

Tabla V.2 Categorías, Componentes y Parámetros de la Matriz de Battelle-Columbus para la Evaluación del Impacto Ambiental

Categorías	Componentes	Parámetro
Ecología (Medio Biótico)	Especies y Población Terrestres	Diversidad especies Fauna
		Abundancia especies Fauna
		Diversidad especies Flora
		Abundancia especies Flora
	Especies y Población Acuática	Pescaderías comerciales
		Vegetación natural
		Aves pescadoras
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Afectación a la cadena alimenticia
		Uso del suelo
		Especies raras y en peligro
		Diversidad de especies
	Ecosistemas	Perdida/reducción de Servicios Ambientales
	Factores Fisicoquímicos (Medio Abiótico)	Agua
Demanda Bioquímica de Oxígeno		
Oxígeno disuelto		
Coliformes fecales		
pH		
Variación del flujo		

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categorías	Componentes	Parámetro	
		Temperatura	
		Sólidos disueltos totales	
		Turbidez	
	Aire		Monóxido de Carbono
			Hidrocarburos
			Óxidos de nitrógeno
			Materia Particulada
			Oxidantes fotoquímicos
			Óxidos de azufre
	Suelo		Uso de suelo
			Erosión del suelo
	Confort Sonoro		Emisión de Ruido
Estética (Paisaje)	Terreno	Relieve y Topografía	
	Aire	Olores y vistas	
		Sonidos	
	Agua	Apariencia del agua	
		Área superficial del agua	
		Litoral vegetado y geológico	
	Composición Paisajística	Efecto de la composición	
		Composición única	
Interés humano	Educación/ Científico	Arqueológico	
		Ecológico	
	Históricos	Arquitectura y estilos	
		Religiones y culturas	
	Culturales	Indígenas	
	Percepción social	Unidad con la naturaleza	

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categorías	Componentes	Parámetro
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo
		Vivienda
		Interacción social

V.2 Caracterización de los impactos.

V.2.1 Indicadores de impacto

V.2.1.1 Criterios

En esta sección se describen los criterios que fueron seleccionados como relevantes para las actividades de evaluación de impacto ambiental para el establecimiento de un complejo turístico hotelero).

Los factores fisicoquímicos (abióticos) fueron seleccionados contemplando el uso y las condiciones actuales de la zona, la cual presenta elementos de vegetación natural en combinación con elementos turísticos en sus áreas circundantes, tales como otros parques ecoturísticos y complejos hoteleros. Al interior del predio del Proyecto se encuentran construidos cuatro caminos que proporcionan un acceso a la zona de playa. La región donde se pretende instalar el Proyecto corresponde a Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, esta zona cuenta con buenas vías: como la carretera Federal 307, una de las principales de la zona.

Para el establecimiento de los criterios, fueron tomados en cuenta todos aquellos parámetros sobre los cuales se considera una afectación de acuerdo con las actividades planteadas en cada uno de los objetivos.,

Categoría Ecología

Componente Especies y Población Terrestres

Parámetro abundancia de especies de fauna

Durante las actividades de preparación del sitio, construcción, y operación del proyecto, descrito en el Capítulo II de este documento, la abundancia de la fauna en el sitio se verá afectadas debido a la remoción de 33.88% (553,388.73 m²) de la cobertura vegetal de la superficie total del proyecto (1,633,172.16 m²), lo que se trae consigo, la reducción del hábitat para las especies de fauna.

Parámetro diversidad de especies de fauna

Este parámetro se verá modificado con la reducción del área que la fauna del lugar puede utilizar como hábitat, es decir como refugio y zona de alimentación, ya que, con el establecimiento del complejo turístico, se ocupará una superficie que hoy en día cumple la función de hábitat para la fauna y de zona confluencia de especies.

Parámetro abundancia de especies de flora

Este parámetro ambiental se verá directamente afectado por las actividades de desmonte que conlleva la realización del Proyecto, las cuales involucran el retiro de vegetación en las áreas especificadas dentro del capítulo II del presente documento.

Parámetro diversidad de especies de flora

Para llevar a cabo la instalación de la infraestructura del Complejo Ecoturístico, se afectará la flora presente en el predio del Proyecto, puesto que un porcentaje de la misma será removida durante las actividades de preparación del sitio.

Componente Especies y Población Acuática

Parámetro vegetación acuática

Se considera que la dinámica de la vegetación acuática pudiera verse modificada debido al incremento de turistas en la zona, aunque de manera poco significativa, ya que no se consideran actividades acuáticas de alto impacto.

Parámetro Aves pescadoras

Se considera que las actividades planteadas para este Proyecto pudieran modificar las rutas de vuelo de las aves, su comportamiento e incluso las estrategias y horas de actividad de esta ornitofauna, se estima que esto podría presentarse exclusivamente en el predio del proyecto y sus alrededores inmediatos, ya que, se modificarán las condiciones originales y se tendrá presencia de turistas en la zona.

Parámetro Pescaderías comerciales

Con el incremento de las actividades turísticas en la región, las actividades de pescaderías comerciales verán incrementada su actividad para satisfacer las necesidades de los turistas.

Componente Hábitat y comunidades terrestres

Parámetro afectación a la cadena alimenticia

Se considera afectación a este parámetro, debido a que podría causar la modificación de las interacciones interespecíficas provocadas por el desarrollo del proyecto, lo cual a su vez podría modificar la distribución, así como los patrones de conducta y desplazamiento de las especies presentes en el predio.

Parámetro Uso de suelo

El desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, limitará la extensión de la cobertura vegetal presente en el predio actual, lo cual a su vez modificará el uso de suelo del lugar.

Parámetro Especies Raras y en Peligro

Para este parámetro se considera afectación, puesto que en el predio se registraron diferentes especies bajo algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales podrán percibir algún impacto por parte de las actividades planteadas con el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

Parámetro Diversidad de Especies

Se espera que, con establecimiento del proyecto, la diversidad de especies se vea reducida debido a la remoción de vegetación, así como, la disminución de la presencia de fauna durante la etapa de preparación del sitio con las actividades de desmonte y despalme.

Componente Ecosistemas

Parámetro pérdida/reducción de servicios ambientales

El ecosistema se verá modificado, en una gran medida debido a la construcción del Complejo Ecoturístico, con lo que se modificará la provisión de los servicios ambientales que actualmente ofrece el predio donde se pretende instalar el proyecto.

Categoría Factores Físicoquímicos

Componente Agua

Parámetro Perdida Hidrológica

La cuenca se verá modificada, debido a que con la construcción del proyecto se verá reducida el área de captación de agua para la recarga del acuífero, esta afectación se presentará solo de manera puntual en las áreas sobre las cuales se colocará infraestructura, así como en las que no presentarán cobertura vegetal una vez que el proyecto se encuentre terminado. **Parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno disuelto, Coliformes fecales, Nitrógeno inorgánico, Variación del flujo, sólidos disueltos totales, turbidez y pH**

Para este conjunto de parámetros, se estima que serán modificados en una medida similar, lo cual se deberá principalmente a las actividades de operación del Complejo Ecoturístico, con la generación de aguas residuales, correspondientes al uso de sanitarios, así como por las actividades de limpieza y del mantenimiento de la alberca. Este impacto tendrá un riesgo de bajo a nulo de ocurrencia, ya que el agua residual generada por el funcionamiento de las instalaciones será dirigida a una de las cinco plantas tratadoras de agua con las que contará el complejo ecoturístico, para posteriormente ser descargada mediante un pozo de infiltración.

Adicionalmente, es importante mencionar que la planta desaladora, generará agua de rechazo por el proceso de osmosis inversa, la cual contendrá un alto contenido de sales minerales. Para una adecuada gestión del agua de rechazo, se plantean dos sistemas de tratamiento, los cuales se describen en la sección II.2.8.1 (inciso c) de este documento.

Parámetro Variación del Flujo

Este parámetro se verá modificado por el uso de agua principalmente durante la etapa de operación del proyecto. En este sentido, el Proyecto utilizará agua para proveer del servicio básico a las habitaciones, a los restaurantes y cafetería, las áreas comunes, la alberca, así como a los servicios auxiliares como la lavandería, riego de áreas verdes y la limpieza en general. Para el suministro de agua al sitio del Proyecto, se pretende extraer agua del subsuelo, y será potabilizada a través de una planta desaladora, la cual tratará el agua salobre para convertirla en agua potable, el volumen de operación de este proceso es de 700 m³/día.

Adicionalmente, sobre estos mismos parámetros se tendrá pérdida de superficie de infiltración y una potencial contaminación del recurso agua. Todo lo anterior, puede potencialmente cambiar la disponibilidad de este recurso.

Parámetro temperatura

Este parámetro se verá afectado principalmente con la operación de los intercambiadores de calor durante la etapa de operación del proyecto, el agua caliente podrá ser utilizada para el abastecimiento a las habitaciones, para las actividades de limpieza, así como para la alberca.

Componente Aire

A lo largo de la vida útil del proyecto se estima que el parámetro de Monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno serán los más relevantes debido al uso de maquinaria pesada para las actividades de preparación del sitio y construcción, así como las emisiones que se generarán a lo largo de la operación en áreas de cocina.

Parámetros de Hidrocarburos, Materia Particulada, Oxidantes fotoquímicos y Óxidos de azufre

Para este grupo de parámetros se consideran afectaciones principalmente durante la etapa de preparación del sitio y construcción por el uso de maquinaria pesada, la cual funciona a partir de la quema de diésel.

Componente Suelo

Parámetro Uso del suelo

Para el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se estima que, en la etapa de preparación del sitio, se modificaría la estructura del suelo por las actividades que se desarrollarán a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción.

Debido al uso de sustancias químicas, limitadas a pinturas y solventes para el mantenimiento de los edificios y productos de limpieza para el agua de la alberca, así como a la generación y/o manejo de residuos de manejo especial y peligrosos, se prevé una potencial contaminación del suelo, en áreas puntuales en el caso que ocurra un derrame de sustancias químicas o que algún posible lixiviado de los residuos entre en contacto con el

suelo. Este factor fue tomado en cuenta a pesar de que la posibilidad de ocurrencia es mínima, debido a la naturaliza de las actividades del proyecto, además de los procedimientos de manejo de residuos y sustancias químicas que se implementarán en cada una de las etapas del proyecto.

Parámetro de erosión del suelo

El suelo tendrá cambios debido a la remoción de la capa superior durante la actividad de despalme, así como durante las excavaciones en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

Parámetro Ruido

El Complejo Ecoturístico planteado, se considera la generación de ruido a partir del tránsito de maquinaria y equipo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como también por el aumento de personal que se encontrará en el sitio.

Para la etapa de operación, la principal fuente de ruido será el emitido por los turistas que ocupan el hotel y por las actividades de mantenimiento que se llevarán a cabo de acuerdo con el programa de mantenimiento presentado en el presente documento.

Categoría Estética

A lo largo de la vida útil del Proyecto, se espera que el predio tenga modificaciones respecto a su condición actual como se describe a continuación:

Los parámetros de Efecto de la composición y Composición única tendrán su principal afectación en el hecho que el Complejo Ecoturístico Riviera Maya cambiará la composición del predio del proyecto con la instalación de infraestructura urbana a pesar de que en las zonas aledañas se cuenta con hoteles, y demás infraestructura, el Complejo modificará la apreciación del paisaje del observador.

Parámetros de Relieve y topografía

Se verán modificados principalmente durante las primeras dos etapas del proyecto por las excavaciones, el movimiento de tierras y la nivelación del terreno.

Parámetros de Apariencia del agua, Área superficial del agua y Litoral vegetado y geológico

Este grupo de parámetros, presentarán su mayor afectación durante la etapa de operación del proyecto, y esto será principalmente debido al afluente de turistas que se internarán en los cuerpos de agua para la realización de actividades recreativas y de esparcimiento, lo cual incrementará la presión que ya existe sobre estos elementos por los desarrollos turísticos que actualmente operan en la zona. Se espera que la modificación a estos parámetros no sea significativa.

Parámetros, Olores y vistas, Sonidos, Efecto de la composición y Composición única

Las principales modificaciones se presentarán con el retiro de la vegetación y con la instalación de la infraestructura, puesto que esto cambiará la Composición del paisaje de manera inequívoca. Adicionalmente, las actividades que se realizarán podrán generar modificación en los olores, sonidos y vistas.

Categoría Interés Humano y Social

La principal modificación que se presentará en esta categoría se dará en el componente patrones de vida, en los parámetros de Oportunidades de empleo, Vivienda e Interacción social, puesto que se espera que, con la inversión inicial del proyecto, junto con la derrama económica que generará, dichos parámetros mejorarán considerablemente.

De la misma manera, los parámetros Indígenas, Arqueológico, Religiones y culturas podrán verse beneficiados una vez que el proyecto se encuentre en operación y aumente el turismo cultural en la zona, puesto que el patrimonio histórico y los vestigios culturales forman parte central del atractivo turístico de la región.

En lo referente a los parámetros Arquitectura y estilos, Eventos, y Personas, se espera que encuentren un modesto beneficio con la instalación y operación del proyecto, ya que al igual que en el caso anterior, todos estos parámetros conforman un nicho específico para diversos tipos de turismo.

Finalmente, en el componente científico/educativo se esperan modificaciones en los parámetros Arqueológico y Ecológico, algunos de estos parámetros se esperan se vean afectados ligeramente de manera adversa debido a que, con el desarrollo del proyecto, puede que se modifiquen algunas de las características del sitio que justamente podrían ser de interés para su estudio, como lo es el caso de la vegetación.

Finalmente, el parámetro Zonas antropológicas, tendrá una mínima afectación, puesto que ni en el predio del proyecto, ni en sus alrededores se encuentran vestigios arqueológicos de ningún tipo, el sitio arqueológico de gran relevancia más cercano al proyecto es Tulum, ubicado a aproximadamente 60 km al sur del proyecto.

1. Metodología de Evaluación y Justificación de la Metodología Seleccionada

El método original consiste en 78 parámetros; ambientales, económicos y sociales, organizados en cuatro categorías con 20 componentes, donde las categorías se integran de acuerdo con su grado de importancia; este método fue modificado con base a los criterios descritos en la sección V.2.1., para el **Objetivo** dio como resultado, 17 componentes repartidos en las cuatro categorías, conteniendo un total de 48 parámetros. Los elementos considerados dentro de la metodología son:

- Unidades de Importancia de los Parámetros (UIP): A cada parámetro se le asigna un valor de acuerdo con su importancia, sumando un total de 1000 unidades. La importancia de los parámetros es evaluada por un grupo de especialistas y el valor final de la importancia de cada parámetro es una evaluación de cada uno de ellos.
- Magnitud de los Impactos (ICA): El ICA toma valores en escala de 0 a 1, dependiendo de la calidad ambiental que presenta empleando el criterio de los especialistas, y por los Indicadores de Impacto de los parámetros.

En el **Anexo V.1**, se incluye una descripción completa de los cálculos correspondientes a la evaluación ambiental; en general, el procedimiento del Sistema de Evaluación Ambiental de Battelle (SEAB) consta de los siguientes pasos:

- Ordenamiento de las categorías, componentes y parámetros en orden decreciente de acuerdo con su importancia, como se muestra en la **Tabla V.3**.

Tabla V.3 Clasificación en orden de importancia de las categorías empleadas en el método MBC para el Objetivo

Categoría	Importancia	Fracción
Factores físicoquímicos	1	0.533333333
Ecología	0.5	0.266666667
Interés Humano	0.25	0.133333333
Estética	0.125	0.066666667

Estimación de los coeficientes relativos para cada categoría, desde 0 hasta 1, correspondiendo la importancia de 1 a la categoría más importante, como se muestra en la **Tabla V.4**.

Tabla V.4 Estimación de los coeficientes para cada categoría del Objetivo

		NÚMERO DE COMPONENTES POR CATEGORÍA	
CATEGORIA	NÚMERO DE COMPONENTES	NÚMERO TOTAL DE COMPONENTES	
1	4	0.235294118	
2	4	0.235294118	
3	5	0.294117647	
4	4	0.235294118	
Número total de componentes	17	Suma	1

Establecimiento de una relación entre cada indicador de impacto, o parámetro, y la calidad ambiental basada en las funciones calculadas o estimadas del desempeño del ambiente aún y cuando los parámetros cambien, como se muestra en la **Tabla V.5**.

Tabla V.5 Relación entre cada indicador de impacto

	NÚMERO DE COMPONENTES POR CATEGORÍA	Producto
Fracción valor que representa cada categoría	Número total de componentes	Proporción
0.53	0.235294118	0.124705882
0.26	0.235294118	0.061176471
0.13	0.294117647	0.038235294
0.06	0.235294118	0.014117647
	SUMA	0.238235294
		VALOR 6-B

0.124705882	0.238235294	0.5235
0.061176471	0.238235294	0.2568
0.038235294	0.238235294	0.1605
0.014117647	0.238235294	0.0593
	SUMA	1

Para determinar la mejor alternativa es necesario multiplicar la importancia del parámetro (UIP) por el índice de calidad ambiental (ICA) y por comparación, se define la mejor alternativa, como se presenta en la **Tabla V.6**.

Tabla V.6 Asignación de puntaje entre cada parámetro

<<	Primera categoría	Segunda categoría	Tercera categoría	Cuarta categoría
Componentes	4	4	5	4
Parámetros	12	18	9	9
Valor 6-b	523.5	256.8	160.5	59.3
Total	43.6	14.3	17.8	6.6

V.3 Valoración de los impactos

Los resultados de la evaluación ambiental por el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya se presentan en la **Tabla V.7**. En estas matrices, se presentan los valores de las Unidades de Importancia de los Parámetros (UIP), los índices de la Calidad Ambiental (ICA) para la condición sin proyecto (SP) y con proyecto (CP), los valores producto de la multiplicación entre ambos, así como la diferencia de los valores entre ambas condiciones (CP y SP) para cada uno de los parámetros incluidos en cada una de las categorías, las cuales están ordenadas de manera jerárquica.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla V.7 Matriz de evaluación de impactos ambientales para el proyecto del Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categoría	Componente	Parámetro	UIP	ICA		Impacto Total		Diferencia
				SP	CP	SP	CP	
Ecología (Medio Biótico)	Especies y Poblaciones Terrestres	Abundancias Especies Fauna	46	0.8	0.73	36.8	33.58	-3.22
		Diversidad de Especies de Flora	45	0.81	0.74	36.45	33.3	-3.15
		Abundancias Especies Flora	46	0.82	0.74	37.72	34.04	-3.68
		Diversidad de Especies de Fauna	45	0.81	0.75	36.45	33.75	-2.7
		Total	182					
	Especies y Poblaciones Acuática	Pescaderías Comerciales	37	0.8	0.82	29.6	30.34	0.74
		Vegetación Acuática	41	0.8	0.77	32.8	31.57	-1.23
		Aves Pescadoras	44	0.84	0.81	36.96	35.64	-1.32
		Total	122					
	Hábitat y Comunidades Terrestres	Afectación a la cadena alimenticia	43	0.8	0.73	34.4	31.39	-3.01
		Uso del suelo	43	0.9	0.79	38.7	33.97	-4.73
		Especies raras y en peligro	44	0.82	0.74	36.08	32.56	-3.52
		Diversidad de especies	45	0.84	0.79	37.8	35.55	-2.25
		Total	175					

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categoría	Componente	Parámetro	UIP	ICA		Impacto Total		Diferencia	
				SP	CP	SP	CP		
	Ecosistemas	Perdida/reducción de servicios ambientales	45	0.79	0.75	35.55	33.75	-1.8	
		Total	45						
		TOTAL	524						
Factores Físicoquímicos (Medio Abiótico)		Pérdida hidrológica de la cuenca	15	0.83	0.74	12.45	11.1	-1.35	
		Demanda Bioquímica de Oxígeno	14	0.83	0.71	11.62	9.94	-1.68	
	Agua	Oxígeno disuelto	14	0.8	0.72	11.2	10.08	-1.12	
		Coliformes fecales	14	0.83	0.75	11.62	10.5	-1.12	
		pH	14	0.83	0.79	11.62	11.06	-0.56	
		Variación del flujo	14	0.83	0.79	11.62	11.06	-0.56	
		Temperatura	14	0.83	0.77	11.62	10.78	-0.84	
		Sólidos disueltos totales	14	0.83	0.79	11.62	11.06	-0.56	
		Turbidez	14	0.85	0.79	11.9	11.06	-0.84	
		Total	127						
		Aire	Monóxido de Carbono	16	0.85	0.72	13.6	11.52	-2.08
			Hidrocarburos	14	0.83	0.80	11.62	11.2	-0.42

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categoría	Componente	Parámetro	UIP	ICA		Impacto Total		Diferencia
				SP	CP	SP	CP	
		Óxidos de nitrógeno	14	0.83	0.78	11.62	10.92	-0.7
		Materia Particulada	16	0.83	0.70	13.28	11.2	-2.08
		Oxidantes fotoquímicos	13	0.83	0.78	10.79	10.14	-0.65
		Óxidos de azufre	13	0.83	0.78	10.79	10.14	-0.65
		Total	86					
	Suelo	Uso de suelo	16	0.83	0.71	13.28	11.36	-1.92
		Erosión	13	0.83	0.75	10.79	9.75	-1.04
		Total	29					
	Confort Sonoro	Ruido	16	0.83	0.78	13.28	12.48	-0.8
		Total	16					
		TOTAL	258					
	Terreno	Relieve y Topografía	7	0.82	0.76	5.74	5.32	-0.42
		Total	7					
Estética (paisaje)	Aire	Sonidos	7	0.8	0.70	5.6	4.9	-0.7
		Olores y vistas	7	0.8	0.70	5.6	4.9	-0.7
		Total	14					
	Paisaje	Composición única	6	0.8	0.78	4.8	4.68	-0.12

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categoría	Componente	Parámetro	UIP	ICA		Impacto Total		Diferencia
				SP	CP	SP	CP	
	Agua	Total	6					
		Apariencia del agua	7	0.83	0.73	5.81	5.11	-0.7
		Área superficial del agua	7	0.85	0.80	5.95	5.6	-0.35
		Litoral vegetado y geológico	6	0.85	0.66	5.1	3.96	-1.14
		Total	20					
	Composición Paisajística	Efecto de la composición	6	0.85	0.70	5.1	4.2	-0.9
		Composición única	5	0.85	0.66	4.25	3.3	-0.95
		Total	11					
		TOTAL	58					
	Interés Humano y Social	Percepción Social	Unidad con la Naturaleza	18	0.8	0.85	14.4	15.3
Total			18					
Educación/ Científico		Arqueológico	18	0.72	0.79	12.96	14.22	1.26
		Ecológico	18	0.72	0.77	12.96	13.86	0.9
		Total	36					
Históricos		Arquitectura y estilos	18	0.72	0.76	12.96	13.68	0.72
		Religiones y culturas	18	0.72	0.82	12.96	14.76	1.8
		Total	36					
Culturales		Indígenas	18	0.72	0.85	12.96	15.3	2.34

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Categoría	Componente	Parámetro	UIP	ICA		Impacto Total		Diferencia
				SP	CP	SP	CP	
		Total	18					
	Patrones de Vida	Oportunidades de empleo	18	0.7	0.89	12.6	16.02	3.42
		Interacción social	18	0.66	0.79	11.88	14.22	2.34
		Vivienda	16	0.72	0.77	11.52	12.32	0.8
		Total	52					
		TOTAL	160					
	TOTAL		1000					

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

1. Impactos Ambientales Negativos Identificados

Desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya

A partir de la evaluación de impacto ambiental, fue posible identificar los componentes que sufrirán las mayores modificaciones adversas por la implementación y desarrollo del proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya, a continuación, se presenta la descripción de los impactos que se estimó serán generados con estas actividades.

En la **categoría Ecología** dentro del **componente Especies y población terrestres**, los **parámetros Abundancias Especies Fauna y Diversidad Especies de Flora**, se determinó que se tendrá un impacto significativo considerando que la remoción de vegetación y del presente proyecto se llevarán a cabo en un predio que cuenta con vegetación de selva mediana, y que en los alrededores de este se encuentra un gran desarrollo urbano y turístico, como se presenta en la **Figura II.1** dentro del capítulo II. Por lo tanto, para ambos parámetros se determinó un impacto negativo de (-3.22) y (-3.15) respectivamente debido a que se realizará desmonte y despalme en un área considerable durante las etapas de preparación del sitio la construcción de las instalaciones. El mayor impacto de este componente se considera el **parámetro Abundancias Especies de Flora** presentará un impacto de (-3.68), el cual estará asociado con la remoción de vegetación en el predio, lo que conduce a una pérdida de hábitat para las especies, lo que potencialmente podría modificar las poblaciones naturales de algunas especies. Por otra parte, el **parámetro Diversidad Especies de Fauna** (-2.7) ya que el hábitat de algunas de estas especies se verá reducido con el desarrollo del Proyecto.

En lo referente al **componente de especies y población acuática**, se presentarán impactos en los **parámetros Vegetación acuática** (-1.23), este impacto es no significativo y se estima que se presentará durante la etapa de operación del proyecto, específicamente con las actividades acuáticas recreativas y de esparcimiento que realicen los turistas que visiten la región. Mientras que el **parámetro aves pescadoras**, (-1.32) es otro impacto importante debido a que los sitios de percha, pernocta y anidamiento se verán eliminados en el sitio del proyecto, adicionalmente, las emisiones a la atmósfera, el ruido y las actividades humanas durante las diversas etapas, cambiarán el comportamiento actual de las aves, lo que puede influir en ver disminuido el sobrevuelo de aves en el sitio

En lo que respecta al componente Hábitat y comunidades terrestres, se estiman impactos en los **parámetros Afectación a la cadena alimenticia y uso de suelo** se esperan impactos de (-3.01) y (-3.52) respectivamente, esto tiene su explicación en el hecho que el área que ocupa el proyecto dejará de ser utilizada por la fauna regional para llevar a cabo las interacciones que involucren búsqueda de alimento o caza. Asimismo, los especímenes de flora y fauna verán sumamente reducida la posibilidad para establecerse en el predio debido a las actividades antrópicas que se desarrollarán en el predio.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En lo referente al parámetro **Especies raras y en peligro** se estima se presentará un impacto negativo de (-3.52) lo anterior se basa en que, dentro del predio del proyecto se registraron especies bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMANAT-2010, , sin embargo, se ejecutaran, programas de Rescate y Reubicación de flora y fauna.

El **parámetro diversidad de especies** se verá modificado de manera negativa durante la vida útil del proyecto, se estima un impacto negativo de (-2.25) debido a la remoción de vegetación y por ende, la modificación del ecosistema del predio del proyecto.

En cuanto a los impactos negativos que se generarán por el proyecto en el **componente ecosistemas, parámetro Pérdida/reducción de servicios ambientales**, presentarán un impacto negativo de (-1.8), este impacto se presentará principalmente porque con la remoción de las especies vegetales se dejarán de generar algunos servicios, principalmente los asociados con el aprovisionamiento y regulación, sin embargo también puede aumentar la producción de algunos servicios ambientales, particularmente los que son considerados como estéticos.

Dentro de la **categoría de Factores abióticos, el Componente Agua**, presentará un impacto negativo de manera global, esto se debe a la cantidad de agua que requerirá el Complejo ecoturístico, especialmente durante la etapa de operación del sitio para proveer un adecuado servicio a los huéspedes. Aunque es importante señalar que se contará con plantas tratadoras de agua, y se utilizaran productos de limpieza libres de fosfatos y se pretende que estos productos, sean amigables con el medio ambiente, sin embargo, se espera una modificación poco significativa, en el **parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno** aumentará su valor, modificando así la calidad del agua, por lo que este parámetro presenta un valor de (-1.68). los **parámetros pérdida hidrológica de la cuenca y variación de flujo** presentarán un impacto do (-1.35) y (0.56) respectivamente debido a la cantidad de agua que se requerirá para la operación del proyecto, con lo que se incrementará el flujo de agua tanto en el sistema de distribución. Adicionalmente, se tiene que los parámetros de **oxígeno disuelto** y **coliformes fecales** ostentan un impacto negativo de (-1-12) mientras que los parámetros de **Turbidez** y **Temperatura** presentarán un impacto de (-0.84) mientras que el resto de los parámetros de este componente, **pH** y **Sólidos disueltos totales** presentarán un impacto similar de (-0.56), este valor se prevé por la modificación en las características del agua, principalmente en la etapa de operación del proyecto, la cual es donde se requerirá la mayor cantidad de agua.

El impacto al **Componente Aire** se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, sin embargo, pudiera ser más notorio durante las etapas de preparación del sitio y construcción, esto se deberá principalmente debido al uso de maquinaria pesada, al movimiento de tierras y a las actividades de construcción, por lo que los parámetros con el impacto más considerable serán la emisión de **monóxido de carbono** (-2.08), **Hidrocarburos** (-0.42) y

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

óxidos de nitrógeno (-1.00) respectivamente, los cuales se generarán como subproducto de la combustión del uso de combustible y de las actividades de movimiento de tierras y construcción, adicionalmente, se tiene que los **parámetros Oxidantes fotoquímicos y óxidos de azufre** presentarán un valor de impacto similar entre ellos (-0.55), mientras que para el **parámetro material particulado**, se tiene que, debido a la temporalidad reducida de este impacto en relación con la vida útil del proyecto, se estima un valor de (-2.08).

Dentro del **Componente suelo**, el **parámetro uso del suelo** se considera como impacto negativo por el uso de maquinaria y por las actividades de Preparación del sitio y Construcción, por el cambio en la estructura del suelo y debido a la posibilidad de que se incremente la erosión y la pérdida de suelo en el sitio durante este periodo, adicionalmente se pudiera presentar el caso de derrames accidentales, en los que sustancias químicas o combustibles pueden entrar en contacto con el suelo causando contaminación puntual en el sitio, con base en esto, se cuantifico como impacto negativo (-1.92). Con respecto a la erosión y a la posible contaminación del suelo con sustancias químicas, es importante recalcar que esta posibilidad es mínima, debido a que se contará con medidas preventivas para el derrame de sustancias químicas, adicionalmente, durante la etapa de operación el uso de sustancias estará restringido a un área pequeña de las instalaciones. Adicionalmente, se contará con procedimientos establecidos para el manejo tanto de residuos como de sustancias químicas, con lo que se espera se reduzca aún más la posibilidad que se presenta alguna afectación al suelo. Así mismo se contará con almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos para su depósito temporal y se asegurará que la disposición de dichos residuos sea mediante contratistas autorizados para su disposición final. Para el **parámetro erosión** del suelo se tiene que este se presentará durante las actividades de despalme y desmonte, así como durante las excavaciones y preparaciones del terreno, por lo que se considera un impacto de (1.04).

En el caso del **componente Ruido**, su único parámetro es el **parámetro ruido**, el cual se estima presentará un impacto negativo (-0.8) por el aumento de ruido, esto se deberá al uso de maquinaria pesada y a las actividades durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que durante la etapa de operación no se espera un aumento significativo de ruido.

En cuanto a los efectos que el proyecto ejercerá sobre la **Categoría Estética**, se tiene que el parámetro de **Relieve y topografía** presenta un impacto leve de (-0.42), la modificación al cual se espera que se generará durante las primeras etapas del proyecto. En el **parámetro sonidos**, así como en **Olores y vistas**, se presentará un impacto muy similar, ambos parámetros presentan un valor de (-0.70), esta afectación estará estrechamente vinculada con las actividades que se pretenden desarrollar en el sitio en las etapas del proyecto. Por otra parte, el **parámetro Apariencia del agua** presentará una modificación en el debido a las

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

actividades recreativas de los turistas durante la etapa de operación del predio del proyecto. El **parámetro Área superficial del agua** no presentará grandes modificaciones (-0.35), debido a que no se modificarán los límites de los cuerpos de agua presentes en los alrededores del predio. Mientras que el **parámetro Litoral vegetado**, tendrá un impacto de (-1.14) el cual será generado con la remoción de la vegetación en el sitio del proyecto, es importante hacer notar en este punto que se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación de impactos para aminorar este impacto. En la parte del **componente Composición paisajística**, se encuentran los parámetros de **Efecto de la composición** y **Composición única** presentarán efectos medianamente negativos, se obtuvieron valores de (-0.9) y (-1.140) respectivamente, los cuales se generarán a partir de la remoción de la vegetación y de la construcción del complejo turístico en el predio del proyecto.

1. Impactos Ambientales Positivos Identificados

Desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Los impactos positivos del proyecto se registraron en la **Categoría Interés humano y Social**. En este sentido, dentro del municipio el grado de marginación es muy bajo, a pesar de esto, aún existe el analfabetismo y se presentan carencias de servicios en algunas viviendas, es por esto por lo que los impactos positivos para esta categoría son muy importantes. Un impacto positivo de marcada relevancia, corresponde al parámetro **Oportunidades de Empleo**, que se encuentra dentro del componente Patrones de Vida, el cual se estima en un valor de (+3.42), por la generación de empleos directos e indirectos en la zona a lo largo de la vida útil del proyecto.

Otros dos parámetros con un impacto positivo dentro del componente Patrones de vida son: **Interacción Social** (+2.34) y **Vivienda** (+0.8). Esto se debe, a que, en la etapa de Preparación del Sitio y Construcción, habrá una fuerte demanda de bienes y servicios, lo que representará un crecimiento económico en la región. Así mismo, durante la etapa de operación del proyecto, se ampliará la oferta de servicios turísticos y recreativos en la zona turística, lo que aumentará la oferta de servicios como: transporte, comunicaciones, entretenimiento, así mismo, se incrementará la demanda de productos y servicios de la región. Todo esto aumentará el crecimiento económico, ya que se incrementará la infraestructura turística.

El componente histórico presentará impactos positivos moderados, los parámetros **Arquitectura y estilos** y el parámetro **Religiones y culturas** presentan un impacto de (+0.72) y (1.8) respectivamente, mientras que el **componente Cultura** y su parámetro **Indígena** presenta un valor de (+2.34), puesto que el proyecto traerá beneficios económicos importantes a la región, en donde el turismo cultural y de naturaleza está en auge, lo que

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

incrementará el número de visitantes a estas zonas y por ende, la derrame de bienes y servicios en torno al sector cultural.

V.4 Impactos residuales

El impacto residual se define como aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, es decir la modificación de las condiciones actuales del predio del proyecto y su interacción con el medio ambiente después de realizar la mitigación y la prevención de los impactos ambientales. Dentro de esta clasificación, para el presente proyecto se determinaron los principales impactos residuales.

Perdida de Superficie de Infiltración. - El establecimiento de la infraestructura dentro del Complejo Ecoturístico, afectará de manera negativa una porción del área del proyecto, modificando la tasa de infiltración de agua tanto al suelo como al subsuelo, a pesar de la implementación de las medidas de mitigación y del hecho, que solo se intervendrá en el 33% de la superficie total.

Desmante. - La remoción de vegetación para llevar a cabo la construcción del Complejo Ecoturístico, se considera un impacto residual, puesto que, incluso con el rescate y reubicación de flora, se reducirá el hábitat para algunas de las especies locales.

Ecosistema acuático. - Esto se producirá durante la etapa de operación, debido al incremento de afluencia turística al sitio, con lo que aumentarán las actividades que se realizan en el mar, principalmente actividades recreativas. Estas actividades tienen el potencial de modificar los patrones de conducta y desplazamiento de la fauna acuática.

Emisiones a la atmósfera. - Principalmente con las etapas de preparación del sitio y construcción, se tendrá la generación de gases de efecto invernadero, debido al uso de maquinaria para realizar el retiro de vegetación, excavaciones, transporte de materiales, etc., adicionalmente, el tránsito de dicha maquinaria generará el levantamiento de polvos y partículas incluso con la aplicación de estrictas medidas de mitigación. Durante la etapa de operación, las emisiones provendrán principalmente de las áreas de cocina del Complejo Ecoturístico, así como de vehículos de transporte utilizados para el movimiento de personal y de turistas.

V.5 Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos generados anteriormente dentro del sistema ambiental regional y cuya magnitud se incrementa durante el desarrollo de un proyecto dado, acumulando los efectos de impactos futuros. Por lo tanto, se puede decir que el

impacto acumulativo es el historial de un factor ambiental que nos permite conocer cómo reaccionará un sistema ambiental durante las diferentes etapas del proyecto.

En este caso se tiene que el factor **Uso de suelo**, será aquel que reciba mayor presión, dado que la región tiene una vocación turística, como se describe en la sección II.1.1 (Naturaleza del proyecto), y como se muestra en la **Figura II.1**. En este mismo sentido, se generará una reducción del **hábitat** de algunas especies dentro del área del proyecto, de la misma manera este impacto se considera acumulativo, debido a que dentro del SAR existen otros Complejos turísticos.

También se considera como impacto acumulativo, a la generación de **Emisiones atmosféricas**, ya que inciden de manera directa a la calidad del aire y su impacto se sumará a las emisiones que ya se generan en otros proyectos turísticos de manera directa por la operación, y de manera indirecta por el número de vehículos automotores asociados al personal y los visitantes.

VI Justificación técnica, económica y social que motiva la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

La frecuencia mide la dispersión de las especies dentro del hábitat, es decir que la frecuencia en una expresión de la regularidad de la distribución de cada especie sobre el terreno.

$$F = \frac{a}{A}$$

Donde

- a= Número de apariciones de una determinada especie
- A= Número de apariciones de todas las especies

Por otro lado, la frecuencia relativa es la relación que existe entre la frecuencia absoluta de una determinada especie en relación con la sumatoria de las frecuencias absolutas (Matteucci & Colma 1982) y se calcula de la siguiente forma:

$$Fr = \frac{F_i}{\sum F}$$

Donde

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- F_i = Frecuencia absoluta de la especie i
- $\sum F$ = Sumatoria de las frecuencias absolutas, de todas las especies de la parcela

VI.1 Dominancia o Área Basal

El área basal o dominancia, es el parámetro identificado como $D=(m^2/ha)$ y corresponde a la suma de las áreas bisimétricas de los árboles en una superficie (Juvenal & Salas 1997)

Este parámetro contempla el número y tamaño de los árboles, además es un buen indicador de la capacidad de carga y de la ocupación del bosque. Aunque por definición corresponde a la suma de áreas bisimétricas (Juvenal & Salas 1997).

$$D = \pi x \left(\frac{d^2}{4} \right)$$

Donde

- $\Pi= 3.1416$
- d = Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Por otro lado, la dominancia relativa es la relación porcentual entre el área basal total de una determinada especie y la suma del área basal de todas las especies de la muestra y responde a la siguiente fórmula (Matteucci & Colma 1982).

$$Dr = \left(\frac{D}{g} \right)$$

Donde

- D = área basal de una especie
- g = área basal total

En la **Tabla VI.1**, se presenta la FV de individuos de cada una de las especies registradas y los atributos obtenidos para realizar la caracterización estructural de la comunidad en el SP: (i) densidad relativa (**dr**), (ii) frecuencia relativa (**fr**) y (iii) dominancia relativa (**Dr**), cuya suma da el índice de valor de importancia (**VI**)(**Anexo VI.1**). Las especies con mayores VI son:

En la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia: Palo volador o tamay (*Astronium graveolens*, 0.230), Chacnik o Chacah (*Metopium brownei*, 0.215), Huano

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

(*Mosannonna depressa*, 0.143), Naranjillo (*Cameraria latifolia*, 0.121), Elemuy o Sufricaya (*Cascabela gaumeri*, 0.090), Plomo ché (*Dendropanax arboreus*, 0.088), Verde lucero o Ya'ax eek (*Chamaedorea seifrizii*, 0.084), Huaya de monte (*Coccothrinax readii*, 0.080), Jabín (*Sabal yapa*, 0.068), Kitamché (*Thrinax radiata*, 0.066), Cocoite o Cacaoché (*Beaucarnea pliabilis*, 0.062), Ekulub o huilote (*Handroanthus chrysanthus*, 0.057), Zapote (*Tecoma stans*, 0.057), Huilote (*Cordia alliodora*, 0.057), y Tzalam verde (*Cordia dodecandra*, 0.056). Estas 15 especies de las 68 encontradas en la vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia representan el 50% del VI total, siendo el Palo Volador el más importante seguido del Chacnik o Chacah, tanto en dominancia visual como en dominancia numérica del estrato Arbóreo.

En la Vegetación de Duna Costera: Chit (*Thrinax radiata*, 0.281), Coco (*Cocos nucifera*, 0.242), Tziwche o xiax-k'aax (*Pithecellobium keyense*, 0.223), Zacate costero (*Sporobolus virginicus*, 0.206), Oregano de playa (*Lantana involucrata*, 0.197), Chacnik o Chacah (*Bursera simaruba*, 0.185), y Kaniste o mante (*Pouteria campechiana*, 0.156). Estas 7 especies de las 25 encontradas en la vegetación de Duna Costera representan el 50% del VI total, siendo el Chit el más importante seguido del Coco, tanto en dominancia visual como en dominancia numérica del estrato Arbustivo.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla VI.1 Valores de Frecuencia, densidad y dominancia relativa, así como el valor de importancia de la Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
3	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arborea	0.0024	0.0055	0.0104	0.0184	0.0024	0.00001
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Arborea	0.0048	0.0166	0.0081	0.0294	0.0048	0.00002
6	Annonaceae	<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea	0.0466	0.0221	0.0214	0.0902	0.0466	0.00217
7	Apocynaceae	<i>Cameraria latifolia</i>	Chechen blanco	Arborea	0.0036	0.0055	0.0092	0.0183	0.0036	0.00001
8	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits, aak'its	Arborea	0.0024	0.0110	0.0155	0.0289	0.0024	0.00001
10	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sakchacah	Arborea	0.0024	0.0110	0.0214	0.0349	0.0024	0.00001
11	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xyaat, Palma bambú	Arbustiva	0.0012	0.0055	0.0003	0.0070	0.0012	0.00000
12	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustiva	0.0132	0.0276	0.0110	0.0518	0.0132	0.00017
14	Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	0.0861	0.0497	0.0073	0.1431	0.0861	0.00741

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
15	Areaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.0072	0.0110	0.0000	0.0182	0.0072	0.00005
16	Asparagaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Pata de elefante	Arbustiva	0.0005	0.0055	0.0004	0.0064	0.0005	0.00000
20	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Maculís	Arborea	0.0012	0.0055	0.0191	0.0258	0.0012	0.00000
21	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Kandol, K'an-lol	Arbustiva	0.0084	0.0166	0.0013	0.0262	0.0084	0.00007
24	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bojón	Arborea	0.0060	0.0221	0.0239	0.0520	0.0060	0.00004
25	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Arborea	0.0024	0.0110	0.0266	0.0400	0.0024	0.00001
30	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	Arbustiva	0.0084	0.0110	0.0006	0.0200	0.0084	0.00007
32	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.1327	0.0552	0.0270	0.2150	0.1327	0.01761
42	Ebenaceae	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Silil, ts'it'il che'	Arborea	0.0048	0.0166	0.0138	0.0351	0.0048	0.00002
43	Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum confusum</i>	Iki che	Arborea	0.0024	0.0055	0.0093	0.0173	0.0024	0.00001
44	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté, Ya'ay tiik	Arborea	0.0036	0.0110	0.0180	0.0326	0.0036	0.00001
45	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo, Subin	Arbustiva	0.0024	0.0110	0.0021	0.0155	0.0024	0.00001

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
46	Fabaceae	<i>Acacia dolichostachya</i>	Subin, Kabal piich	Arborea	0.0024	0.0110	0.0231	0.0365	0.0024	0.00001
47	Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Catzin	Arborea	0.0024	0.0110	0.0172	0.0307	0.0024	0.00001
49	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca, Ts'uslub'to ok	Arbustiva	0.0275	0.0055	0.0023	0.0354	0.0275	0.00076
50	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Tzimin	Arbustiva	0.0036	0.0110	0.0021	0.0167	0.0036	0.00001
52	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea	0.0191	0.0221	0.0244	0.0656	0.0191	0.00037
54	Fabaceae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'ax eek	Arborea	0.0371	0.0276	0.0191	0.0838	0.0371	0.00137
55	Fabaceae	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Zuzuk, Ruda de monte	Arborea	0.0036	0.0055	0.0113	0.0204	0.0036	0.00001
56	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocoite, Cacaoché	Arborea	0.0275	0.0221	0.0119	0.0615	0.0275	0.00076
57	Fabaceae	<i>Lonchocarpus luteomaculatus</i>	Xu'ul	Arborea	0.0024	0.0055	0.0141	0.0220	0.0024	0.00001

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
58	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canazin, k'anasín	Arborea	0.0012	0.0055	0.0116	0.0183	0.0012	0.00000
59	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam verde, Zalam verde	Arborea	0.0072	0.0221	0.0266	0.0558	0.0072	0.00005
60	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea	0.0132	0.0276	0.0275	0.0682	0.0132	0.00017
62	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo, subin che'	Arborea	0.0084	0.0166	0.0279	0.0529	0.0084	0.00007
66	Flacourtiaceae	<i>Laetia thamnia</i>	Huilote	Arborea	0.0179	0.0221	0.0165	0.0565	0.0179	0.00032
67	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	0.1901	0.0110	0.0284	0.2295	0.1901	0.03614
68	Hernandiaceae	<i>Hernandia wendtii</i>	Mahahua	Arborea	0.0012	0.0055	0.0275	0.0342	0.0012	0.00000
69	Icacinaceae	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Uvasché, Palo azul	Arborea	0.0012	0.0055	0.0165	0.0232	0.0012	0.00000
71	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo, jobon, ka'aax	Arborea	0.0203	0.0221	0.0093	0.0518	0.0203	0.00041
74	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Arborea	0.0012	0.0055	0.0151	0.0218	0.0012	0.00000

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
75	Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo , Tamanche'	Arbustiva	0.0036	0.0055	0.0012	0.0103	0.0036	0.00001
77	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Arborea	0.0012	0.0055	0.0252	0.0320	0.0012	0.00000
79	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Higuera	Arborea	0.0024	0.0110	0.0374	0.0508	0.0024	0.00001
83	Myrtaceae	<i>Eugenia trikkii</i>	Escobeta	Arborea	0.0108	0.0166	0.0023	0.0297	0.0108	0.00012
85	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Arborea	0.0036	0.0055	0.0266	0.0357	0.0036	0.00001
87	Nyctaginaceae	<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Arbustiva	0.0048	0.0055	0.0028	0.0131	0.0048	0.00002
91	Poaceae	<i>Lasiacis ruscifolia</i>	Cit, Carricillo	Herbácea	0.0143	0.0055	0.0001	0.0199	0.0143	0.00021
93	Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Boob	Arborea	0.0108	0.0166	0.0144	0.0418	0.0108	0.00012
94	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob	Arborea	0.0120	0.0276	0.0131	0.0527	0.0120	0.00014
95	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob ch'iich	Arborea	0.0060	0.0221	0.0158	0.0439	0.0060	0.00004
97	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizilché, ztitziche, ts'iits'ilche,	Arborea	0.0155	0.0221	0.0086	0.0462	0.0155	0.00024

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
			pata de venado							
98	Primulaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo ché	Arborea	0.0263	0.0442	0.0176	0.0881	0.0263	0.00069
99	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub, huilote	Arborea	0.0132	0.0221	0.0214	0.0567	0.0132	0.00017
102	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Arborea	0.0012	0.0055	0.0125	0.0192	0.0012	0.00000
103	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Cascarillo	Arborea	0.0012	0.0055	0.0064	0.0131	0.0012	0.00000
104	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Arbustiva	0.0012	0.0055	0.0003	0.0070	0.0012	0.00000
105	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Cruceta, kat ku'uk	Arbustiva	0.0048	0.0055	0.0008	0.0111	0.0048	0.00002
106	Rubiaceae	<i>Randia longiloba</i>	Cruz, k'iix, ka'aal	Arborea	0.0108	0.0221	0.0048	0.0376	0.0108	0.00012
107	Rutaceae	<i>Amyris sylvatica</i>	Palo de gas	Arborea	0.0024	0.0110	0.0042	0.0177	0.0024	0.00001
109	Rutaceae	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	Gusanillo	Arborea	0.0012	0.0055	0.0223	0.0290	0.0012	0.00000

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
110	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arborea	0.0741	0.0276	0.0195	0.1212	0.0741	0.00549
114	Sapindaceae	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya de monte	Arborea	0.0191	0.0331	0.0279	0.0802	0.0191	0.00037
118	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Canchunup, k'an chuunup	Arborea	0.0120	0.0110	0.0239	0.0469	0.0120	0.00014
122	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arborea	0.0084	0.0221	0.0261	0.0566	0.0084	0.00007
123	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo	Arborea	0.0012	0.0055	0.0155	0.0222	0.0012	0.00000
124	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	0.0024	0.0055	0.0250	0.0329	0.0024	0.00001
125	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo	Arborea	0.0048	0.0166	0.0218	0.0432	0.0048	0.00002
126	Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	Pa'sak'	Arborea	0.0012	0.0055	0.0235	0.0302	0.0012	0.00000
				TOTAL	1.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000	
									0.0762	

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	Familia	Especie	Nombre común	Forma vital	dr	fr	Dr	VI	pi (Abundancia relativa)	pi ² (Índice de SIMPSON)
								d (Dominancia) :		
								d-1 (Diversidad):	0.9238	

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VI.2 Especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM'59

La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene como objetivo listar a las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo dentro de la República Mexicana, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones. En el SP y SAR se encontraron siete (7) especies enlistadas, éstas se reportan en la **Tabla VI.2**, junto con su distribución, categoría de riesgo según dicha norma y el número estimado de individuos presentes.

Tabla VI.2 Especies presentes para el SP y SAR, comprendidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Género y especie	Nombre común local	Distribución	Categoría de riesgo	Individuos estimados
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	No endémica	A	2
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Endémica	A	15
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	No endémica	A	364
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maculís	No endémica	A	1
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Pata de elefante	Endémica	A	Ausente en SP
<i>Tillandsia festucoides</i>	Xanab	No endémica	Pr	Ausente en SP
<i>Sweetia panamensis</i>	Huesillo	No endémica	A	Ausente en SP

VI.3 Justificación Técnica

VI.3.1 No se compromete la biodiversidad

La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto reciente incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes.

El concepto fue acuñado en 1985 durante el Foro Nacional sobre la Diversidad Biológica de Estados Unidos. Edward O. Wilson (1929), entomólogo de la Universidad de Harvard y prolífico escritor sobre el tema de conservación, fue quien tituló la publicación de los resultados del foro en 1988 como “Biodiversidad”.

Los seres humanos hemos aprovechado la variabilidad genética y “domesticado” por medio de la selección artificial a varias especies; al hacerlo hemos creado una multitud de razas de maíces, frijoles, calabazas, chiles, caballos, vacas, borregos y de muchas otras especies. Las variedades de especies domésticas, los procesos empleados para crearlas y las tradiciones orales que las mantienen son parte de la biodiversidad cultural.

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos e incluye qué especies están presentes y cuántas hay. La estructura es la organización física o el patrón del sistema e incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc. Finalmente, la función son los procesos ecológicos y evolutivos e incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.

A continuación se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad, para lo cual se consideró un análisis de los tres atributos de la biodiversidad: la composición de especies, la estructura del ecosistema y la función de las especies; para el caso de este último atributo, se consideró en el análisis a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2019, a las especies consideradas como exóticas o invasoras según la CONABIO, y aquellas que sólo fueron registradas a nivel de la superficie de CUSTF y no en el predio testigo.

VI.3.2 Composición de especies

Para el análisis de este atributo de la Biodiversidad se consideraron los datos de diversidad específica obtenidos del inventario forestal y del inventario faunístico para el predio del proyecto y el predio testigo, es decir, el número de especies presentes en la comunidad a nivel de todo el ecosistema (diversidad gamma) y por ende la diversidad en cada sitio (tanto de vegetación como de fauna) en cada unidad de análisis (diversidad alfa), así como el recambio de especies entre el predio del proyecto y el predio testigo (diversidad beta).

VI.3.3 Flora silvestre

A nivel del sistema ambiental para Selva mediana subperennifolia, se tuvo el registro de 109 especies distribuidas en 46 familias, de las cuales las mejor representadas son la Fabaceae con 16 especies, seguida de la Sapindaceae con ocho especies, mientras que las familias Rubiaceae y Sapotaceae cuentan con seis especies, la Polygonaceae y Moraceae, con 5 especies y finalmente las familias Boraginaceae y Rutaceae con cuatro especies; el resto de las familias está compuesta por tres o menos especies.

Se constató la existencia de 72 especies en el estrato arbóreo distribuidas en 32 familias, de las cuales las mejor representadas son la Fabaceae con 13 especies, seguida de la Moraceae con cinco especies, la Sapotaceae con cuatro especies, y finalmente las familias Polygonaceae, Rutaceae y Sapindaceae con tres especies; el resto de las familias está compuesta por tres o menos especies.

En cuanto al estrato arbustivo se registraron 21 especies distribuidas en 11 familias, de las cuales las mejor representadas son la Arecaceae con cuatro especies, seguidas de la Fabaceae y Rubiaceae con tres especies; el resto de las familias está compuesta por dos o menos especies.

Se constató la existencia de nueve especies en el estrato herbáceo distribuidas en seis familias, de las cuales las mejor representadas son la Asteraceae, apindaceae y la Poaceae con dos especies, mientras que el resto de las familias está compuesto por dos o menos especies.

En lo que respecta a las epífitas vasculares se pudo constatar la existencia de tres especies distribuidas en dos familias, de las cuales la más importante es la Bromeliaceae con dos especies, seguida de la Orchidaceae con una especie registrada.

Finalmente, en cuanto a las especies trepadoras se identificaron cuatro especies de cuatro familias, las cuales son Dilleniaceae, Passifloraceae, Smilacaceae y Vitaceae

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Por otra parte, a nivel del predio del proyecto para Selva mediana subperennifolia, se obtuvo el registro de 67 especies vegetales distribuidas en 31 familias, donde la más importante fue la familia Fabaceae con un total de 14 especies, seguida de la familia Rubiaceae con cinco especies, y finalmente las familias Aracaceae, Polygonaceae y Sapotaceae con cuatro especies cada una; el resto de las familias se encuentra representada por tres o menos especies.

También se constató la existencia de 52 especies en el estrato arbóreo distribuidas en 26 familias, siendo la más importante la familia Fabaceae con 11 especies, seguida de la familia Sapotaceae con cuatro especies y finalmente las familias Polygonaceae, Rubiaceae y Rutaceae con tres registros cada una; el resto de las familias se encuentra representada por dos o menos especies.

En el estrato arbustivo se registraron 14 especies vegetales distribuidas en 8 familias, donde la más importante fue la familia Arecaceae con cuatro especies, seguida de la familia Fabaceae con tres especies, y el resto de las familias se encuentra representada por dos o menos especies.

Finalmente, en cuanto al estrato herbáceo se constató la existencia de una especie perteneciente a la familia Poaceae.

Haciendo un análisis comparativo con respecto a los resultados obtenidos en la composición de especies, en el siguiente gráfico se puede observar que la riqueza específica o diversidad de especies es mayor a nivel del predio testigo (color azul), ya que posee un mayor número de especies distribuidas en un mayor número de familias. Además de esto, para la familia más representativa en ambos predios que es la Fabaceae, se puede observar que en el predio testigo (color azul) cuenta con siete especies adicionales en comparación con el predio del proyecto (color naranja).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

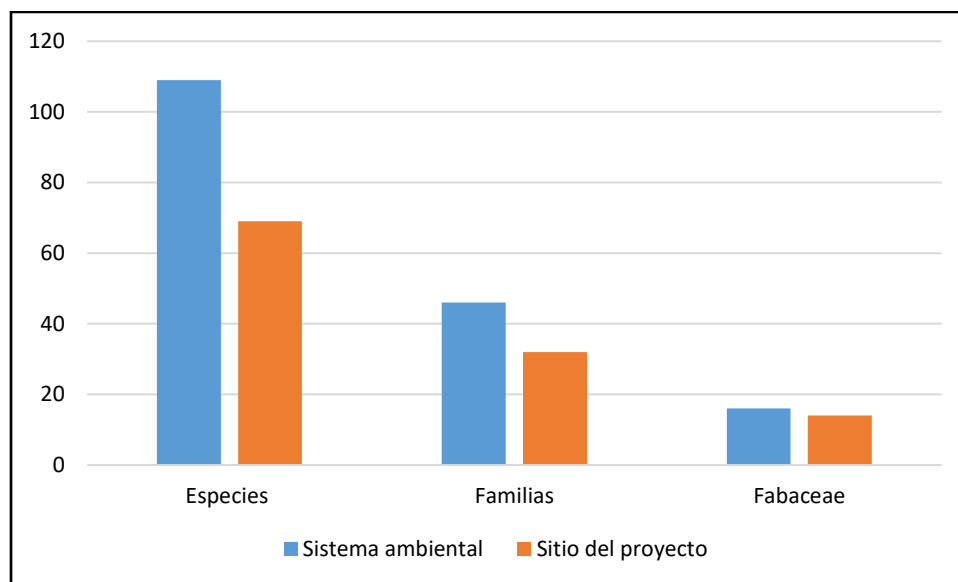


Figura VI.1 Selva Mediana Subperennifolia

Por otra parte, a nivel del sistema ambiental para Matorral costero, se tuvo el registro de 38 especies distribuidas en 26 familias, de las cuales las mejor representadas son la Fabaceae con cuatro especies, seguida de la Arecaceae, Asteraceae y Sapotaceae con tres especies; el resto de las familias está compuesta por dos o menos especies.

De las 38 especies se constató la existencia de 10 especies en el estrato arbóreo distribuidas en ocho familias, así como 10 especies en el estrato arbustivo distribuidas en siete familias, y 16 especies en el estrato herbáceo distribuidas en 13 familias. En cuanto a las epífitas se encontró una especie y finalmente respecto a las trepadoras se identificó una especie.

Para el caso de Matorral costero dentro del predio del proyecto, se tuvo el registro de 25 especies vegetales distribuidas en 17 familias, siendo la más importante la Fabaceae con cuatro registros, seguida de las familias Arecaceae y Sapotaceae con tres especies, y finalmente la Boraginaceae con 2 registros; el resto de las familias se encuentra representada por una especie.

En el estrato arbóreo se registraron siete especies distribuidas en seis familias, siendo la más abundante la Sapotaceae con dos especies, el resto de las familias están compuestas por una especie cada una.

Se constató la presencia de nueve especies en el estrato arbustivo distribuidas en seis familias, siendo la más abundante la Arecaceae con tres especies, seguida de la Fabaceae con dos registros, el resto de las familias se encuentran representadas por una especie.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Con respecto al estrato herbáceo se registraron nueve especies vegetales distribuidas en ocho familias, siendo la más abundante la Fabaceae con dos especies, el resto de las familias están compuestas por una especie cada una.

De acuerdo la **Figura VI.2**, es posible observar que en el predio testigo (color azul) se encuentra una mayor diversidad de especies con respecto al predio del proyecto (color naranja) distribuida en un mayor número de familias. Además, con respecto a la familia más representativa en ambos predios (Fabaceae), se observa que el número de especies es mayor en el predio testigo que en el predio del proyecto por 17 especies.

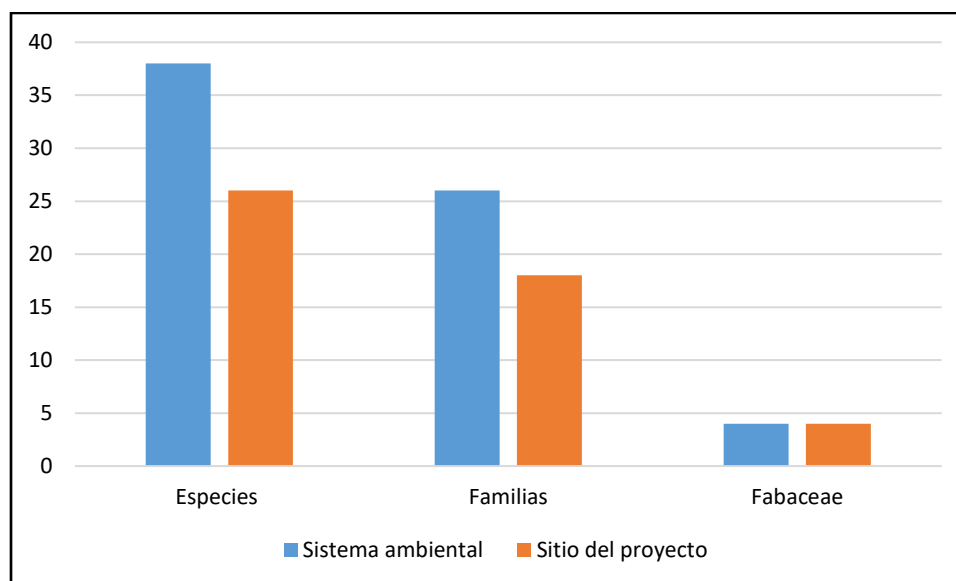


Figura VI.2 Matorral Costero

Con base en estos datos podemos afirmar que existe una mejor distribución de especies en el sistema ambiental, pues su extensión y cobertura es mayor que la registrada en el predio del proyecto.

Para el predio correspondiente al Manglar, se tuvo el registro de 7 especies distribuidas en 6 familias, de las cuales las mejor representadas son la Combretaceae con dos especies, seguida de la Apocynaceae, la Acanthaceae, la Bromeliaceae, la Orchidaceae y la Rhizophoraceae con una especie.

De las 7 especies se constató la existencia de 4 especies en el estrato arbóreo, así como siete especies en el estrato arbustivo (algunas están en ambos estratos).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En otro orden de ideas, y de acuerdo con el inventario forestal realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies considerando ambos ecosistemas (Selva mediana subperennifolia y Duna costera) como un todo dentro del sistema ambiental, conforme a lo siguiente.

De acuerdo con un análisis realizado en relación con la composición de especies, tanto a nivel de las unidades testigo como a nivel del predio del proyecto, en suma, obtenemos el registro de 131 especies entre ambos sistemas, de las cuales comparten 87 especies; mientras que 44 especies son exclusivas del predio testigo, es decir, no fueron registradas en el predio del proyecto.

Con base en esta información, podemos determinar la diversidad Beta del ecosistema en estudio, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988; Wilson y Shmida, 1984).

Para el caso del presente estudio, la diversidad Beta se estimó con base en la presencia-ausencia de las especies analizadas con antelación, utilizando en el Coeficiente de similitud de Jaccard, el cual se calcula conforme a la siguiente ecuación.

$$I_j = \frac{c}{a + b - c}$$

donde

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0 cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta uno, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores de la ecuación, obtenemos lo siguiente:

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

$$Ij = \frac{c}{a + b - c}$$

Ij=Coeficiente de similitud de Jaccard

a=131 especies registradas en el predio testigo

b=89 especies registradas en el predio del proyecto

c=89 especies compartidas

$$Ij = \frac{89}{131 + 89 - 89}$$

$$Ij = \frac{89}{131}$$

$$Ij = 0.67$$

De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (predio testigo y predio del proyecto). Esta similitud puede considerarse de nivel medio, pues el valor del índice calculado es ligeramente mayor a la media ($Ij= 0.67$) con respecto al valor máximo que es uno, el cual indica una similitud total. Este valor alcanzado se debe principalmente a la alta diversidad de especies presente dentro del predio del proyecto (riqueza específica), aunque el predio testigo registra un mayor número de especies. A pesar de esto, el sistema ambiental tendrá un mayor número de especies exclusivas, es decir, que no están presentes en la superficie de aprovechamiento.

VI.3.4 Fauna silvestre

Conforme a los datos de composición faunística presentados en el capítulo IV del presente estudio, se contó con un registro de 120 especies de fauna silvestre dentro del predio testigo (considerando tanto la Selva mediana subperennifolia como la Duna costera) pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos dentro de la microcuenca. De estos cuatro taxa, el grupo faunístico más abundante son las aves con un total de 71 especies distribuidas en 38 familias, seguido por el grupo de los mamíferos representados por 24 especies distribuidas en 14

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

familias, los reptiles con 19 especies distribuidas en 11 familias, y por último el grupo de los anfibios con seis especies distribuidas en cinco familias.

De acuerdo con los datos presentados en el capítulo V del presente estudio, dentro del predio del proyecto (considerando ambos ecosistemas) se tuvo el registro de 72 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos, siendo las aves el grupo faunístico más abundante con un total de 34 especies distribuidas en 21 familias; seguido en orden de importancia está el grupo de los mamíferos representado por 23 especies distribuidas en 14 familias; los reptiles con 10 especies distribuidas en siete familias y finalmente los anfibios con cinco especies distribuidas en cuatro familias. Esta información se representa en el gráfico de la **Figura VI.3**.

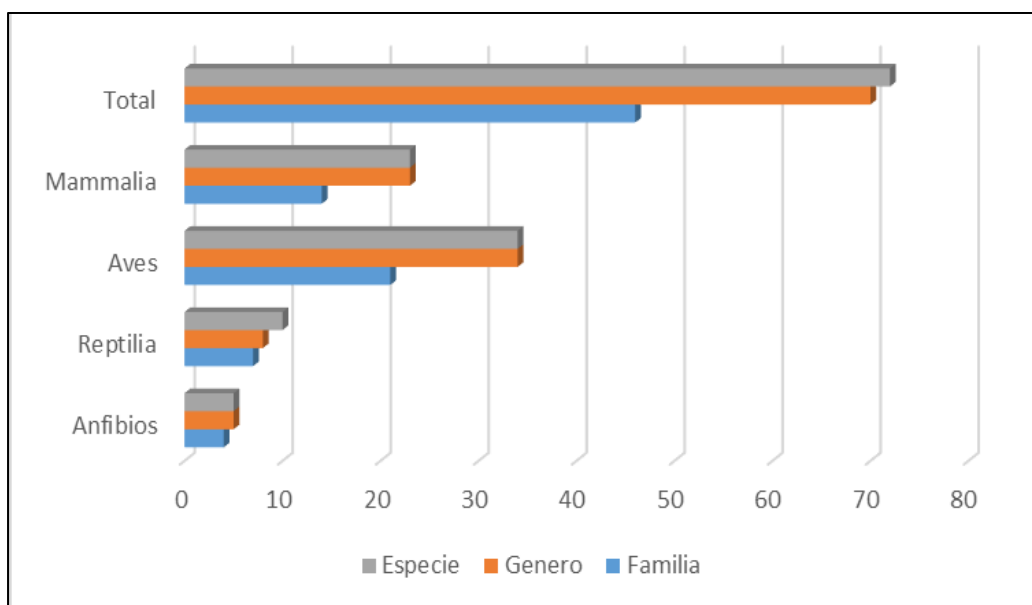


Figura VI.3 Familias, Géneros y especies por grupo faunístico.

En la gráfica de pastel de la **Figura VI.4** se observa la distribución de los individuos por grupo faunístico para el predio del proyecto, en donde se observa que el grupo predominante es el de las aves (color gris) que corresponde al 51% de los individuos registrados, seguido de los mamíferos (color amarillo) que representa el 32% de los individuos registrados, los reptiles (color azul) representan el 10% de los individuos y finalmente los anfibios (color naranja) representan solo el 7%.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

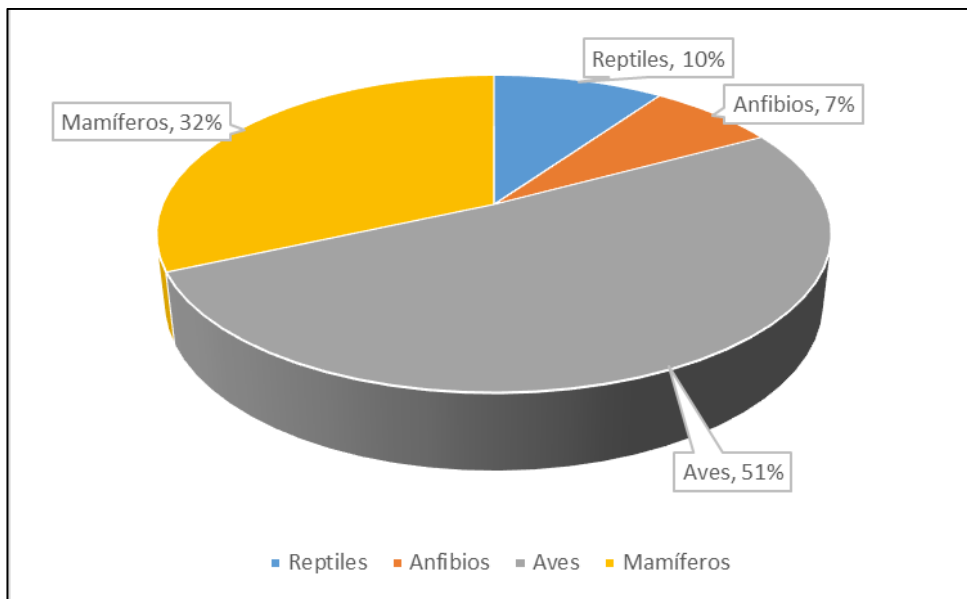


Figura VI.4 Individuos por grupo faunístico

De acuerdo con el siguiente gráfico se observa que para el predio del proyecto predominan las especies comunes con 35 registradas, seguidas de las especies abundantes con 24 registros y finalmente se constata la presencia de 13 especies raras.

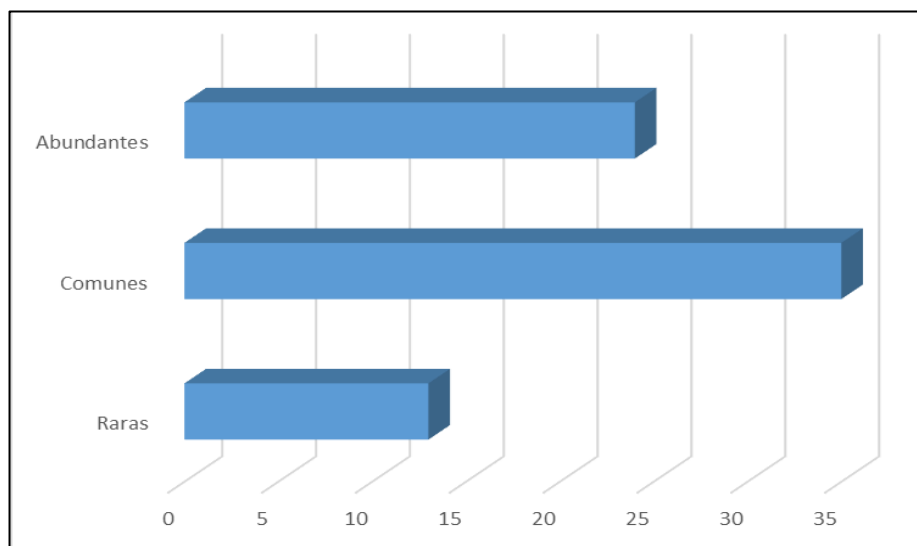


Figura VI.5 Abundancia de fauna en el Predio del Proyecto.

Con respecto a la abundancia por grupo faunístico para el predio del proyecto, en el siguiente gráfico (Figura VI.6) se puede observar que para las aves predominan las especies

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

comunes en donde se registran 19 especies, seguida de las abundantes con 15 especies y cero especies raras; para el grupo de los mamíferos se registraron 10 especies comunes, cinco especies abundantes y ocho especies raras; para el grupo de los reptiles, se registraron cinco especies comunes, tres especies abundantes y dos especies raras; finalmente, para el grupo de los anfibios se registró una especie común, una especie abundante y tres especies raras.

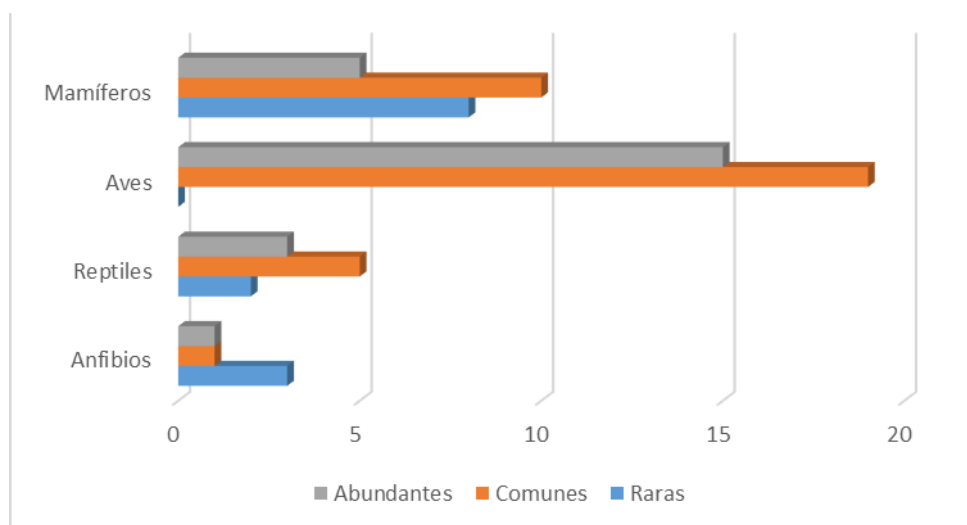


Figura VI.6 Abundancia por grupo de fauna

Haciendo una comparación entre las dos unidades de análisis (predio testigo y predio del proyecto), se puede observar que la riqueza o diversidad específica de la fauna para el predio testigo es mayor que la del predio del proyecto por 48 especies. Además, para el grupo más representativo en ambas unidades que fue el de las aves, también es superior el del predio testigo con una diferencia de 37 especies (**Figura VI.7**).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

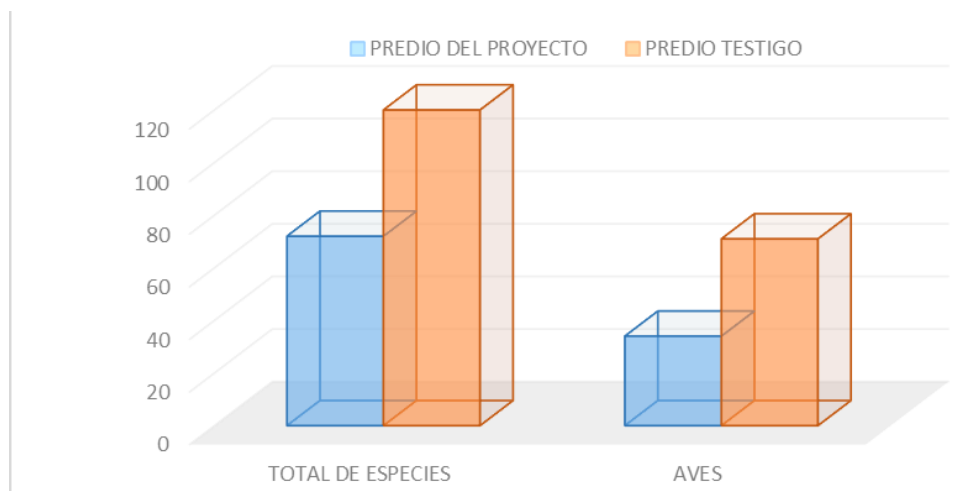


Figura VI.7 Diversidad específica por unidad de análisis

En la **Figura VI.8** se muestra la gráfica en la que se comparan los grupos faunísticos del predio testigo con los del predio del proyecto.

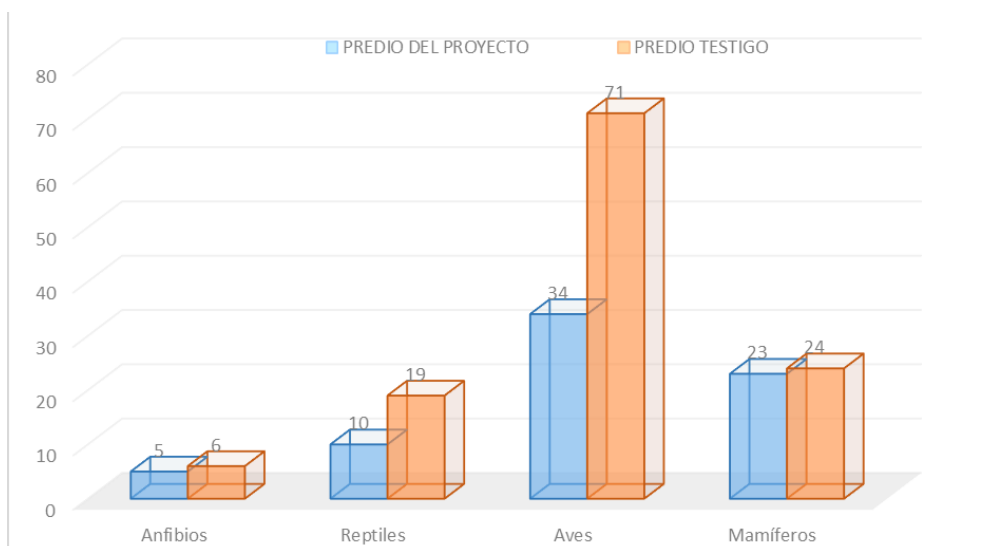


Figura VI.8 Diversidad específica por grupo faunístico

Estos datos muestran que la composición de especies es mayor en la unidad testigo, indicando que se trata de una comunidad mejor estructurada.

En otro orden de ideas, de acuerdo con el inventario faunístico realizado en ambas unidades de análisis, podemos determinar la ausencia-presencia de determinadas especies, conforme a lo siguiente.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

De acuerdo con el análisis realizado para la composición de especies de fauna silvestre, tanto a nivel del predio testigo, como a nivel del predio del proyecto, obtuvimos el registro de 141 especies entre ambos sistemas, compartiendo 51 especies; así mismo, determinamos que 21 especies fueron registradas en el predio del proyecto, pero no en el predio testigo; mientras que 69 especies fueron registradas sólo en el predio testigo o en la microcuenca.

Con base en esta información, podemos determinar la diversidad Beta de la fauna silvestre, es decir, el grado de recambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Para el presente estudio, la diversidad Beta también se estimó con base en la presencia- ausencia de especies analizada con antelación, utilizando el Coeficiente de similitud de Jaccard; por lo tanto, si consideramos los datos del predio testigo como sitio A, y los datos del predio del proyecto como sitio B, sustituyendo los valores en la ecuación obtenemos lo siguiente:

$$IJ = \frac{c}{a+b-c}$$

IJ= Coeficiente de similitud de Jaccard

a= 120 especies registradas en el predio testigo

b= 72 especies registradas en el predio del proyecto

c= 51 especies compartidas

$$IJ = \frac{72}{120+72-51}$$

$$IJ = \frac{72}{141}$$

$$IJ = 0.51$$

De acuerdo con los resultados obtenidos aplicando el Coeficiente de similitud de Jaccard, podemos determinar que existe un recambio de especies o una similitud entre ambas unidades de análisis (predio testigo y predio del proyecto). Este recambio o similitud puede considerarse de nivel moderado, pues el valor del índice calculado es ligeramente superior (0.51) a la media del valor máximo que es 1 (similitud total). Esto se debe principalmente al alto número de especies registradas en el predio del proyecto en comparación con la gran riqueza de especies presentes en el predio testigo. Además, observamos que 51 especies de las registradas en el predio del proyecto están presentes ya sea en el predio testigo o en la microcuenca.

VI.4 ESTRUCTURA DEL ECOSISTEMA

Para el estudio de este componente de la biodiversidad, particularmente para la flora silvestre, se utilizaron los resultados obtenidos en el cálculo del índice de valor de importancia, tanto en el predio testigo como en el predio del proyecto, así como los índices de diversidad para cada predio y finalmente los índices de equidad calculados para ambas unidades de análisis. En el caso de la fauna silvestre sólo se utilizaron los índices de diversidad calculados por cada grupo faunístico y por cada unidad de análisis, así como el índice de equidad, ya que el índice de valor de importancia sólo es aplicable para el estudio y análisis de flora silvestre.

VI.4.1 Flora silvestre

El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura observada en cada situación particular es la mejor respuesta del ecosistema a sus propias características (Valerio, 1997). De igual forma las especies con dominancia relativamente alta, probablemente son las que mejor se adaptan a las condiciones físicas del hábitat (Daubenmire, 1968, citado por Costa Neto, 1990), además de ser los principales organismos que contribuyen a la estructura horizontal que se observa.

VI.4.1.1 Valor de importancia

VI.4.1.1.1 Selva mediana subperennifolia

De acuerdo con los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo IV para las especies que componen la vegetación de Selva mediana subperennifolia, en la **Tabla VI.3** se muestran las 10 especies más relevantes:

Tabla VI.3 Especies más relevantes de la Selva mediana subperennifolia

Especie	Nombre común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.1680777
<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	0.1207537
<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbácea	0.1195962

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Especie	Nombre común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.1163227
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	Herbácea	0.1002425
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	0.0874503
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea	0.0828914
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	0.07955
<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	0.0692001
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea	0.0613332

Se observa que las especies predominantes son *Thrinax radiata*, *Pithecellobium keyense*, *Sporobolus virginicus*, *Bursera simaruba* y *Lantana involucrata* debido a su alto índice de valor de importancia.

Por otra parte, considerando los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo IV para las especies que componen la vegetación a nivel del predio del proyecto, se muestra continuación una tabla con las 10 especies de mayor importancia:

Tabla VI.4 Especies que componen la vegetación del predio del proyecto

Especie	Nombre común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	0.2295456
<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.2149763
<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	0.1431405
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arborea	0.1212128
<i>Mosannonna depressa</i>	Elemuy, Sufricaya	Arborea	0.0901637
<i>Ardisia escallonioides</i>	Plomo ché	Arborea	0.0880842

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Especie	Nombre común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Chloroleucon mangense</i>	Verde lucero, Ya'axeek	Arborea	0.0837657
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Huaya de monte	Arborea	0.0802106
<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín	Arborea	0.068248
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché	Arborea	0.0655895

Con base en estos datos se observa que las especies representativas del predio del proyecto corresponden a *Zuelania guidonia*, *Bursera simaruba*, *Sabal yapa*, *Esenbeckia pentaphylla* y *Mosannonna depressa* que representan el 22.95%, 21.49%, 14.31%, 12.12%, 9.01%, respectivamente, del área total del predio del proyecto.

De acuerdo con los datos presentados anteriormente se puede observar que en el predio testigo predominan especies arbustivas, herbáceas y arbóreas, mientras que en el predio del proyecto dominan las especies arbóreas y arbustivas. Con esto, se puede decir que la comunidad del predio testigo esta mejor estructurada que la del predio del proyecto debido a las distintas formas vitales presentes en este.

En la siguiente gráfica (**Figura VI.9**) observamos que la distribución dentro del predio testigo (línea color naranja) es similar para todas las especies más importantes, pues la línea tiende a estabilizarse dada la poca diferencia en los Índices de Valor de Importancia calculados; caso contrario a lo que observamos a nivel del predio el proyecto (línea color azul), en donde se observa que la especie más relevante alcanza un Índice de Valor de Importancia superior al resto, indicando que la estructura del ecosistema en el predio del proyecto tiende a la heterogeneidad, o a un estado secundario. Esto puede deberse posiblemente a previos desmontes o talas sobre el sitio, dichos datos concuerdan con la vegetación presentada por INEGI para el sitio del proyecto (INEGI, carta F16C69, serie V).

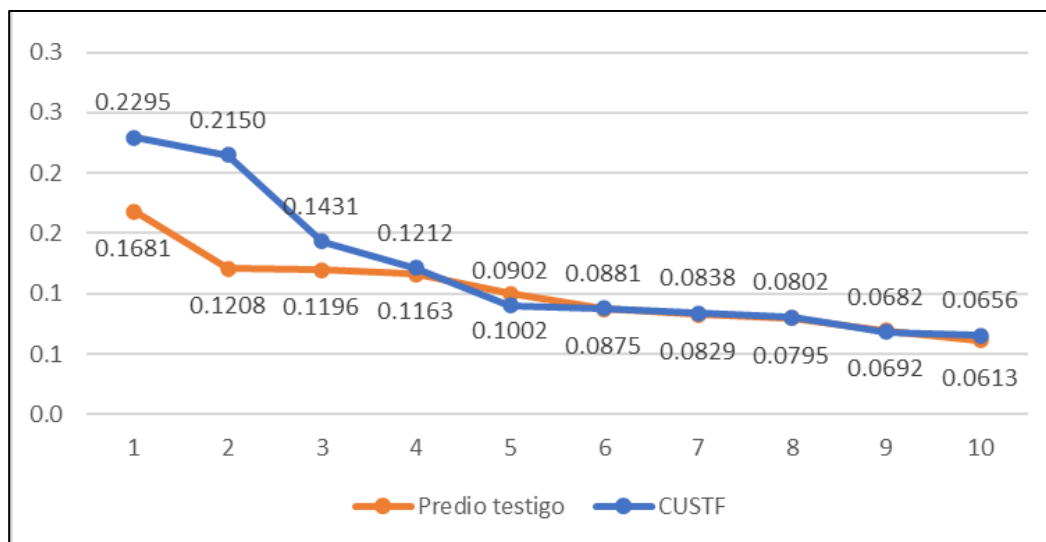


Figura VI.9 Índice de Valor de Importancia

Con base en este análisis podemos determinar que la estructura del ecosistema dentro del sistema ambiental o microcuena se encuentra mejor distribuida tendiendo a la homogeneidad, algo típico observado en ecosistemas maduros tendientes al estado primario; mientras que la estructura del ecosistema dentro del predio del proyecto tiende a la heterogeneidad, ya que se observan especies que predominan de manera notoria sobre el resto, un claro indicador de estados secundarios; por lo tanto, aun cuando el cambio de uso del suelo implica la eliminación de la cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia dentro de la superficie de aprovechamiento, la biodiversidad de ese ecosistema no se perderá dado que existen otras zonas mejor estructuradas y con mayor riqueza de especies. Además, se conservarán áreas naturales dentro del predio que alberga el mismo ecosistema que será afectado y aunado a esto se contempla el rescate de las especies que serán afectadas así como su posterior reubicación dentro de las áreas ajardinadas y de conservación, asegurando así su permanencia dentro del sistema ambiental.

VI.4.1.1.2 Duna costera

De acuerdo con los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo IV para las especies que componen la vegetación de Duna costera a nivel del predio testigo, en la **Tabla VI.5** se muestra a las 10 especies más representativas.

Tabla VI.5 Especies que componen la vegetación de Duna costera

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Especie	Nombre Común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.1680777
<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	0.1207537
<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbácea	0.1195962
<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.1163227
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	Herbácea	0.1002425
<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador, tamay	Arborea	0.0874503
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea	0.0828914
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	0.07955
<i>Sabal yapa</i>	Huano	Arbustiva	0.0692001
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea	0.0613332

Se observa que las cuatro especies predominantes son *Thrinax radiata*, *Pithecellobium keyense*, *Sporobolus virginicus*, *Bursera simaruba* y *Lantana involucrata* debido a su alto índice de valor de importancia.

Por otra parte, considerando los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo V para las especies que componen la vegetación a nivel del predio del proyecto, en la **Tabla VI.6** se muestran las 10 especies más relevantes según el Índice de Valor de Importancia.

Tabla VI.6 Especies que componen la vegetación del predio del proyecto

Especie	Nombre Común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva	0.2811
<i>Cocos nucifera</i>	Coco	Arbustiva	0.2422
<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziwche, xiax-k'aax	Arbustiva	0.2230
<i>Sporobolus virginicus</i>	Zacate costero	Herbácea	0.2060

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Especie	Nombre Común	Forma vital	Índice Valor de importancia
<i>Lantana involucrata</i>	Orégano de playa	Herbácea	0.1973
<i>Bursera simaruba</i>	Chacnik, Chacah	Arborea	0.1854
<i>Pouteria campechiana</i>	Kaniste o mante	Arborea	0.1562
<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea	0.1523
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea	0.1504
<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbustiva	0.1483

En la tabla anterior se observa que las especies predominantes son *Thrinax radiata*, *Cocos nucifera*, *Pithecellobium keyense*, *Sporobolus virginicus* y *Lanta involucrata* debido a su índice de valor de importancia que representan el 28.11%, 24.22%, 22.30%, 20.60% y 19.73%, respectivamente, del área total del predio del proyecto.

De acuerdo con los datos presentados con respecto a los Índices de Valor de Importancia, tanto para el predio testigo como para el predio del proyecto, podemos concluir lo siguiente:

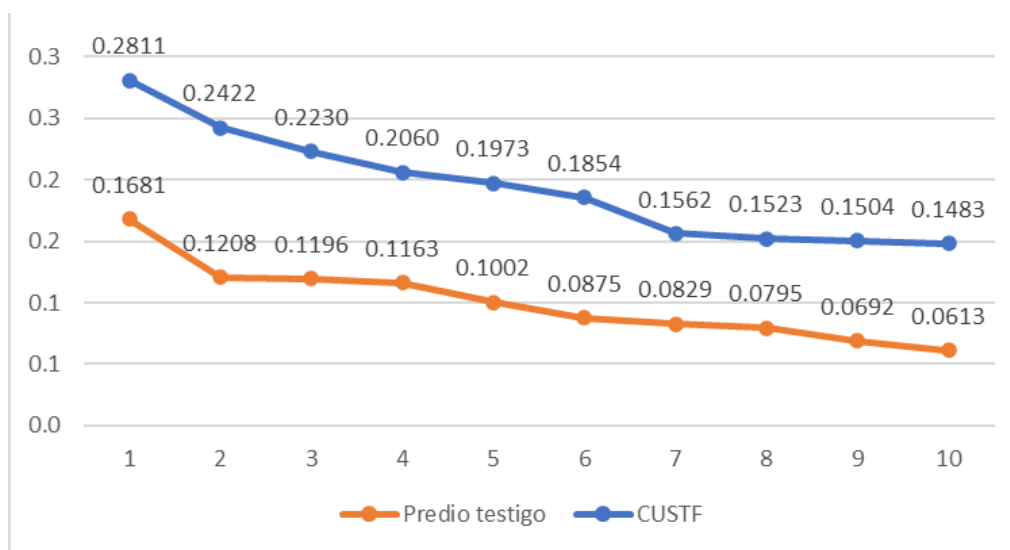


Figura VI.10 Índice de Valor de Importancia

Con respecto a la gráfica de la **Figura VI.10**, se puede observar que la tendencia en ambos predios es muy similar y en general la línea tiende a estabilizarse debido a la poca diferencia

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

entre los valores. Sin embargo, en el predio del proyecto (línea color azul) se observa que la especie predominante tiene un valor superior al resto, lo que indica que la estructura de la comunidad vegetal tiende a la heterogeneidad con respecto al predio testigo (línea color naranja). Debido a esto, se puede decir que la eliminación de este ecosistema de la superficie de CUSTF no pone en riesgo la biodiversidad, pues existen otras zonas con presencia de duna costera que presenta una mejor estructura; además que se conservarán áreas naturales dentro del predio que alberga el mismo ecosistema que será afectado y se contempla el rescate de las especies que serán afectadas para su posterior reubicación dentro de las áreas ajardinadas y de conservación, asegurando así su permanencia dentro del sistema ambiental.

VI.4.1.1.3 Manglar

Se observa que las especies predominantes son *Conocarpus erectus*, *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* debido a su alto índice de valor de importancia.

Por otra parte, considerando los resultados del análisis del Índice de Valor de Importancia presentados en el capítulo V para las especies que componen la vegetación a nivel del predio del proyecto, en la **Tabla VI.7** se muestran especies más relevantes según el Índice de Valor de Importancia.

Tabla VI.7 Especies que componen la vegetación a nivel del predio del proyecto

Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Estrato	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia
1	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Arborea/arbovistivo	0.0035	0.0556	0.5493	0.6084
2	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Bajo	0.4690	0.1111	0.0019	0.5820
3	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo	Arborea/arbovistivo	0.0736	0.1667	0.2558	0.4961
4	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Bajo	0.2697	0.1111	0.0013	0.3821

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

N°	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Estrato	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	Valor de importancia
5	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle Negro	Arborea/arbustivo	0.0038	0.1111	0.1322	0.2471
6	<i>Tillandsia sp</i>	Tilandsia	Bajo	0.0703	0.1111	0.0012	0.1827
7	<i>Rhabdadenia biflora</i>	Trepadora de manglar	Bajo	0.0352	0.1111	0.0012	0.1475
8	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Arborea/arbustivo	0.0045	0.0556	0.0524	0.1125
9	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Bajo	0.0469	0.0556	0.0008	0.1032
10	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	Orquidea de manglar	Bajo	0.0117	0.0556	0.0030	0.0703
11	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle Blanco	Bajo	0.0117	0.0556	0.0008	0.0680

Debido a esto, se puede decir que la eliminación de este ecosistema de la superficie de CUSTF no pone en riesgo la biodiversidad pues existen otras zonas con presencia de duna costera que presenta una mejor estructura; además que se conservarán áreas naturales dentro del predio que alberga el mismo ecosistema que será afectado y se contempla el rescate de las especies que serán afectadas para su posterior reubicación dentro de las áreas ajardinadas y de conservación, asegurando así su permanencia dentro del sistema ambiental. Además, como se manifestó, este grupo de vegetación no será afectada por las obras del proyecto.

Finalmente, para el análisis de la estructura del ecosistema como un componente de la biodiversidad, consideramos los cálculos del Índice de diversidad de Shannon - Wiener (1949) y el índice de equidad de Pielou.

VI.4.1.2 Diversidad

VI.4.1.2.1 Selva mediana subperennifolia

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla VI.8 Índice de diversidad de Shannon- Wiener

Predio testigo	Predio del proyecto
Índice de diversidad	Índice de diversidad
H' = 3.20	H' = 3.22

Según los datos presentados en la **Tabla VI.8**, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon- Wiener indican que la vegetación presente en el predio del proyecto es ligeramente más diversa que aquella presente dentro del predio testigo. Esto se debe a que el número de individuos estimados en algunos casos es menor a la unidad, por lo que se considera como cero, sin embargo, considerando el índice de Jaccard sabemos que la diversidad del predio testigo así como del sistema ambiental es mucho mayor a la del predio del proyecto.

En lo que concierne al índice de equidad, en la **Tabla VI.9** se muestra el análisis comparativo entre ambas unidades.

Tabla VI.9 Análisis de equidad entre el Predio del Proyecto y el Predio Testigo

Análisis de equidad		
Índice	P-proyecto	P-testigo
H' (ln)	3.22	3.20
Hmax (ln)	4.22	4.87
Pielou (J')	0.76	0.66

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

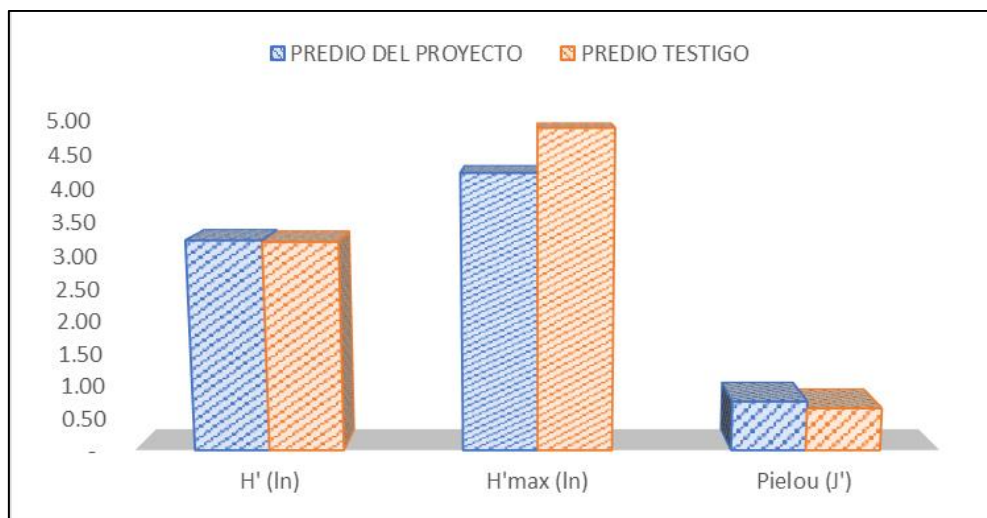


Figura VI.11 Análisis de equidad entre el Predio del Proyecto y Predio Testigo

En la **Figura VI.11**, se puede observar que existe una mayor equidad para el predio del proyecto, sin embargo, la diferencia es de tan solo 0.10% con respecto al predio testigo. Cabe mencionar que el índice de diversidad para ambos predios es muy similar, con una diferencia de 0.02%. Se considera que al ser eliminada la cobertura vegetal de Selva mediana subperennifolia de la superficie de CUSTF, la biodiversidad no se verá comprometida, pues a pesar de estos valores, se sigue considerando al predio testigo y al sistema ambiental como ecosistemas mejor estructurados y con mejores condiciones ambientales. Los resultados obtenidos a partir del exhaustivo análisis realizado, indican que la vegetación dentro del predio testigo, es moderadamente homogénea. Esto es concluyente y correlativo con el análisis de los Índices de Valor de Importancia, de diversidad, y de similitud; pues en todos los casos se indica que la vegetación presente dentro del predio testigo, es más importante que la vegetación que se presenta dentro del predio del proyecto. Considerando esto, podemos argumentar que aun cuando la vegetación dentro de la superficie de CUSTF será eliminada, este hecho no compromete la biodiversidad de un ecosistema de Selva mediana subperennifolia, pues existen otras zonas dentro del sistema ambiental con una estructura y composición de especies más importante que la encontrada dentro del predio, por lo que el germoplasma de las poblaciones de flora silvestre seguirán estando presentes dentro del sistema ambiental, de la cuenca y subcuenca.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VI.4.1.2.2 Duna costera

Tabla VI.10 Índice de diversidad de Shannon-Wiener

PREDIO TESTIGO	PREDIO DEL PROYECTO
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD
H' = 3.2	H' = 2.32

Según los datos presentados en la **Tabla VI.11**, podemos observar que el valor de diversidad obtenido mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon- Wiener, indican que la vegetación presente en el predio testigo es ligeramente más diversa que aquella presente dentro del predio del proyecto; pues se observa una diferencia de 0.88 en el valor calculado.

Podemos concluir que al ser mayor el índice en el predio testigo, la vegetación es más homogénea, equitativa y diversa, pues cualquier incremento en el valor del índice, nos indica mayor diversidad.

En la **Figura VI.12** **Tabla VI.11** se muestra el índice de equidad obtenido a partir del análisis comparativo entre ambas unidades de análisis.

Tabla VI.11 Análisis de equidad entre el Predio del Proyecto y el Predio Testigo

Análisis de equidad		
Índice	P-proyecto	P-testigo
H' (log10)	2.32	3.2
Hmax (log10)	0.84	4.88
Pielou (J')	2.76	0.66

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

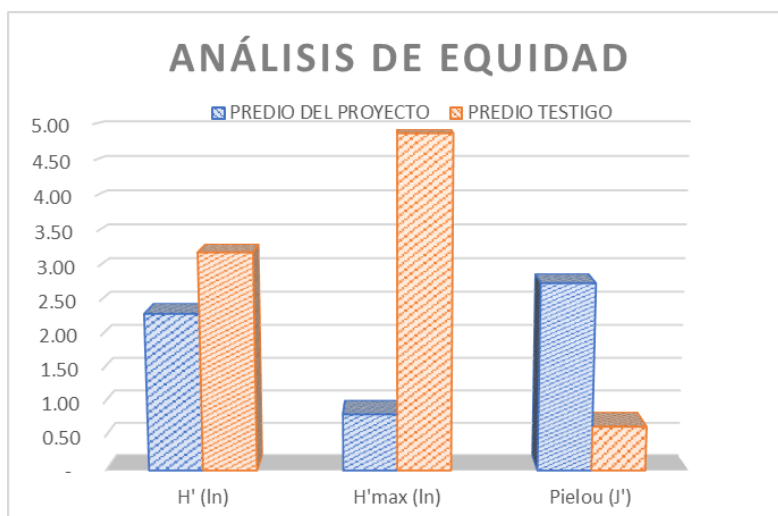


Figura VI.12 Análisis de equidad entre el Predio del Proyecto y el Predio Testigo

De acuerdo con la **Figura VI.12**, se observa que existe una mayor equidad a nivel del predio testigo; por lo que al ser eliminada la cobertura vegetal de Duna costera de la superficie de CUSTF, la biodiversidad no se verá comprometida, pues existen otros ecosistemas (como el predio testigo) que presentan igual o mejores condiciones ambientales.

VI.4.1.2.3 Manglar

Tabla VI.12 Índice de diversidad de Shannon-Wiener

PREDIO TESTIGO	PREDIO DEL PROYECTO
ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD
H' = 3.2	H' = 2.73

Según los datos presentados en la **Tabla VI.12**, podemos observar que el valor de diversidad obtenido mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon- Wiener, indican que la vegetación presente en el predio testigo es ligeramente más diversa que aquella presente dentro del predio del proyecto; pues se observa una diferencia de 0.47 en el valor calculado.

Podemos concluir que al ser mayor el índice en el predio testigo, la vegetación es más homogénea, equitativa y diversa, pues cualquier incremento en el valor del índice, nos indica mayor diversidad.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En la **Tabla VI.13** se muestra el índice de equidad obtenido a partir del análisis comparativo entre ambas unidades de análisis.

Tabla VI.13 Análisis de equidad entre el predio del proyecto y el p-testigo

Análisis de equidad		
Índice	P-proyecto	P-testigo
H' (log10)	2.73	3.2
Hmax (log10)	0.83	4.88
Pielou (J')	0.96	0.66

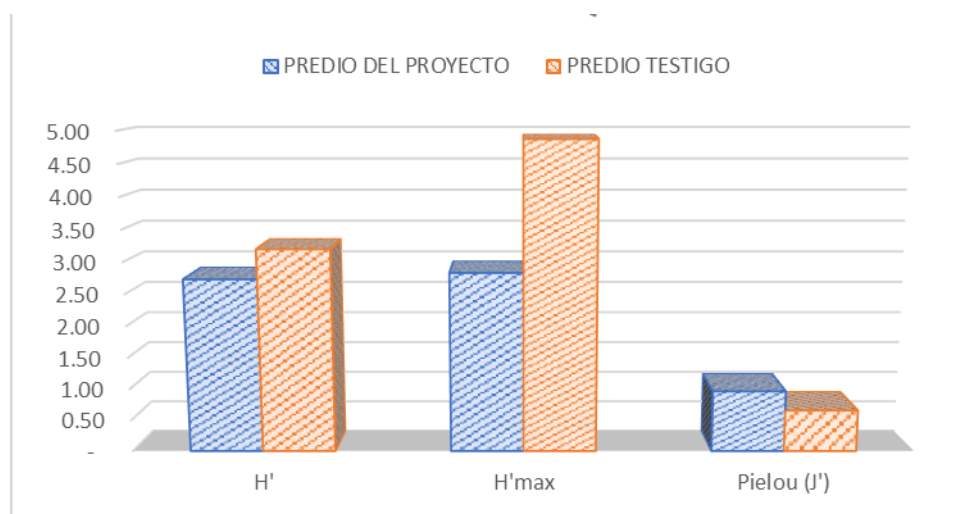


Figura VI.13 Análisis de equidad entre el Predio del Proyecto y el Predio Testigo

De acuerdo con la **Figura VI.13**, se observa que existe una mayor equidad a nivel del predio testigo; por lo que al ser eliminada la cobertura vegetal de Duna costera de la superficie de CUSTF, la biodiversidad no se verá comprometida, pues existen otros ecosistemas (como el predio testigo) que presentan igual o mejores condiciones ambientales.

VI.4.2 Fauna silvestre

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Haciendo un análisis comparativo por cada grupo faunístico entre ambas unidades de análisis, y considerando el índice de diversidad calculado, obtenemos lo siguiente:

Tabla VI.14 Resultados obtenidos de la aplicación del Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Predio testigo		Predio del proyecto	
Grupo	Índice de diversidad	Índice de diversidad	Grupo
Anfibios	H' = 0.109 bits/ind	H' = 0.268 bits/ind	Anfibios
Reptiles	H' = 0.579 bits/ind	H' = 0.638 bits/ind	Reptiles
Aves	H' = 4.539 bits/ind	H' = 2.879 bits/ind	Aves
Mamíferos	H' = 1.176 bits/ind	H' = 1.917 bits/ind	Mamíferos
Promedio	1.601 bits/ind	1.425 bits/ind	Promedio

Según los datos presentados en la **Tabla VI.14**, podemos observar que los valores de diversidad obtenidos para la fauna mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, son más elevados dentro del predio testigo para los cuatro grupos taxonómicos estudiados obteniendo un valor promedio de 1.601 bits/ind para el predio testigo y de 1.425 bits/ind para el predio del proyecto (diferencia de 0.176 bits/ind). Esto indica que las especies presentan una distribución más homogénea y equitativa a nivel del sistema ambiental o la microcuena. En el caso del análisis para cada grupo faunístico, observamos que a pesar de que los índices de diversidad sean más altos para el predio del proyecto que los del predio testigo, se obtiene un valor promedio más alto en el predio testigo, indicando que la comunidad presenta una estructura más homogénea. Con esto podemos asumir que la fauna silvestre presente en el sistema ambiental se encuentra mejor estructurada y distribuida que la fauna existente en el predio del proyecto.

En la **Tabla VI.15** se muestra el índice de equidad obtenido a partir del análisis comparativo entre ambas unidades de análisis.

Tabla VI.15 Análisis de equidad de fauna.

Análisis de equidad								
Índice	Aves		Mamíferos		Reptiles		Anfibios	
	P-proyecto	P-testigo	P-proyecto	P-testigo	P-proyecto	P-testigo	P-proyecto	P-testigo
H' (log2)	2.879	4.539	1.917	1.176	0.638	0.579	0.268	0.109

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Hmax (log2)	5.087	6.150	4.524	4.585	3.322	4.248	2.322	2.585
Pielou (J')	0.566	0.738	0.424	0.256	0.192	0.136	0.116	0.042

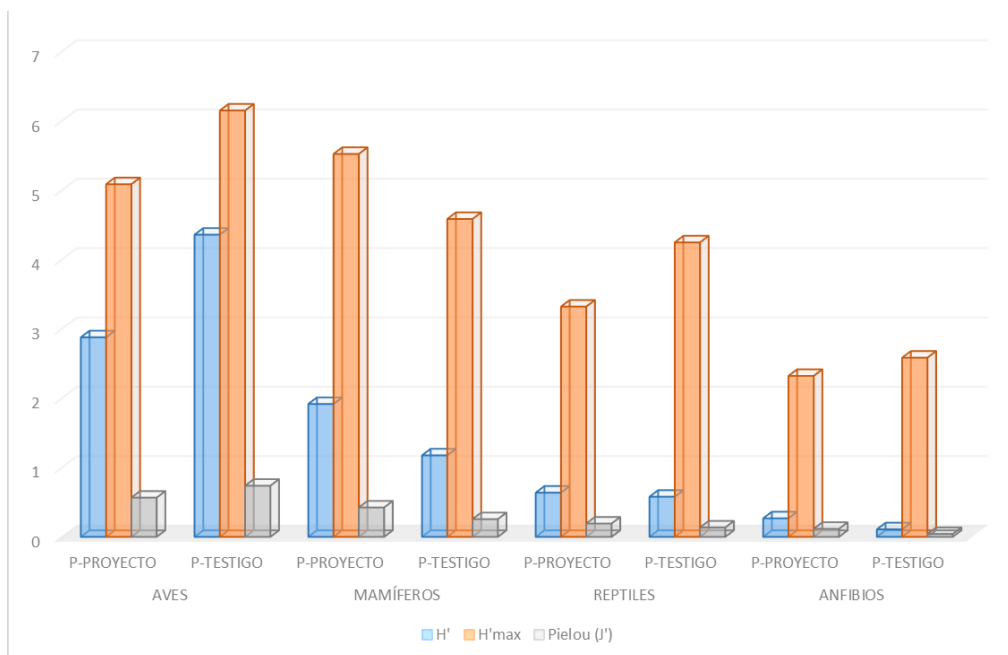


Figura VI.14 Análisis de equidad en los grupos faunísticos

De acuerdo con la gráfica de la **Figura VI.14**, podemos observar que existe una equidad similar a nivel de todos los grupos faunísticos para el predio testigo, lo que indica que existe una distribución equitativa de las especies que integran la fauna en ese ecosistema.

VI.5 IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES

La función de las especies como un componente de la biodiversidad, se aplicó considerando sólo a las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2019; exclusivamente las presentes dentro del predio del proyecto, bajo el supuesto de que pueden ser afectadas con el desarrollo del cambio de uso de suelo propuesto, y dada su importancia por encontrarse en alguna categoría de riesgo.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VI.5.1 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2019 (flora silvestre)

De acuerdo con el listado de especies de flora silvestre presente dentro del predio del proyecto, se tuvo como resultado que 8 especies se encuentran listadas en la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber: *Thrinax radiata* (chit), *Coccothrinax readii* (nacax), *Astronium graveolens* (jobillo), *Beaucarnea pliabilis* (pata de elefante), *Handroanthus chrysanthus* (Maculís), *Bursera simaruba* (Chacah) y *Acosmium panamense* (huesillo) en la categoría de especie amenazada, siendo aquellas que pueden disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones e incluso desaparecer a corto o mediano plazo si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad y ocasionan el deterioro o modificación de su hábitat; y *Tillandsia festucoides* (Xanab) en la categoría de protección especial, es decir, que podría llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar la recuperación y conservación de estas especies o de poblaciones de especies asociadas.

A continuación, se indica la distribución natural de cada especie presente dentro del predio del proyecto.

Taxón: <i>Thrinax radiata</i> Lodd. ex Schult. & Schult. f. Ver imágenes >>												
Basónimo: NA.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: Nombre común desconocido.												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ■ Campeche: J. Murphy 3, CICY, E. Ucán et al. 1025, CICY. ■ Q. Roo: H. J. Quero 2434, MEXU, E. Ucán et al. 1025, CICY. ■ Yucatán: F. Contreras 2, CICY. 												
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.												
Distribución general: Centroamérica, N Sudamérica y Trinidad.												
Habito (Vegetación): No hay información.												
Hábitats: <u>No hay información.</u>												
Climas: <u>No hay información.</u>												
Categoría de riesgo: Amenazada (NOM-059-ECO-2001).												
Uso: Sus hojas son empleadas en la construcción de casas rústicas y más recientemente en palapas de centros turísticos. También para la elaboración de escobas y trampas para langostas.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fruto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Figura VI.15 Ficha descriptiva *Thrinax radiata*

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Taxón: <i>Astronium graveolens</i> Jacq. Ver imágenes >>												
Basónimo: NA.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: <i>k'ulensiis</i> , <i>K'ulinche'</i> (maya).												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Campeche: E. Martínez 30427, MEXU, MO. ▪ Q. Roo: M. Sousa 12303, CICY, MEXU. ▪ Yucatán: E. Ucán 4898, CICY. 												
Distribución en México: B.C.S., Chis., Col., Gro., Jal., Mich., Nay., Oax., Qro., Tab. y Ver.												
Distribución general: Centroamérica y Sudamérica.												
Habito (Vegetación): Árboles de hasta 50 m de alto, más pequeños en la región.												
Hábitats: <u>No hay información.</u>												
Climas: <u>Amf, Aw0, Aw0(x'), Aw1(x'), Aw2(x')</u>												
Categoría de riesgo: Atención menor.												
Uso: No hay información.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor				X	X							
Fruto		X		X	X							

Taxón: <i>Coccothrinax readii</i> Quero Ver imágenes >>												
Basónimo: NA.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: <i>náaj k'aax</i> (maya).												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Q. Roo: H. J. Quero 2755, MEXU, J. S. Flores & E. Ucán 8727, CICY. ▪ Yucatán: H. J. Quero 2682, MEXU. 												
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.												
Distribución general: Endémica de la porción mexicana de la PBPY.												
Habito (Vegetación): Palmera solitaria, de 1-4 m alto.												
Hábitats: <u>DC, SMSP</u>												
Climas: <u>Amf, Aw0(x'), Aw1(x'), BS0(h')(x'), BS1(h')w</u>												
Categoría de riesgo: Requiere atención. En peligro de extinción (NOM-059-ECO-2001). Las poblaciones de esta especie han disminuido en los últimos años en casi toda su área de distribución, tanto por el uso directo de la palma como por la destrucción de su hábitat natural, en especial en la región de Cancún y la Riviera Maya hasta Tulum. En el norte del estado de Yucatán, en donde esta palma crece en dunas, las poblaciones han disminuido a raíz de la creación de nuevos centros urbanos y turísticos.												
Uso: Construcciones (techado y escobas) y medicinal.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor	X	X	X					X	X	X	X	X
Fruto	X	X	X	X						X	X	X

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura VI.16 Ficha descriptiva *Coccothrinax radii* Quero

Taxón: <i>Beaucarnea pliabilis</i> (Baker) Rose Ver imágenes >>												
Basónimo: <i>Dasyllirion pliabile</i> Baker												
Sinónimos: <i>Beaucarnea ameliae</i> Lundell, <i>Beaucarnea petenensis</i> (Lundell) Lundell – <i>Dracaena petenensis</i> Lundell												
Nombres comunes: <i>despeinada, pata de elefante (español); ts'iipil (maya).</i>												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ■ Campeche: E. Martínez S. et al. 30590, MEXU, MO. ■ Q. Roo: O. Téllez & E. Cabrera 3228, MEXU, MO. ■ Yucatán: M. Méndez & P. Simá 248, CICY, MO. 												
Distribución en México: Sólo en la Península de Yucatán.												
Distribución general: Centroamérica (Guatemala y Belice).												
Habito (Vegetación): Hierba.												
Hábitats: <u>SBCCC, SMSC, SBSC, SBI</u>												
Climas: <u>Aw0, Aw0(x'), Aw1, BS1(h')w</u>												
Categoría de riesgo: Amenazada (NOM-059-ECO-2001). Es una especie bastante común en el área norte de la Península y además ampliamente cultivada.												
Uso: Ampliamente cultivada como planta ornamental.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor	X	X	X	X								
Fruto					X	X	X	X	X			

Figura VI.17 Ficha descriptiva *Beaucarnea pilabilis* (Baker) Rose

Taxón: <i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose Ver imágenes >>												
Basónimo: <i>Bignonia chrysantha</i> Jacq.												
Sinónimos: <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichols. ssp. <i>chrysantha</i>												
Nombres comunes: <i>mauche', jajauche', k'an lool, k'an lool k'aax (maya).</i>												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ■ Campeche: C. Chan 3924, CICY. ■ Q. Roo: E. Cabrera & H. de Cabrera 8227, MEXU, CICY, MO. ■ Yucatán: P. Simá 715, CICY, MO. 												
Distribución en México: Chis., Chih., Col., Gro., Jal., Mex., Mich., Nay., Oax., Sin., Son., Ver. y Zac.												
Distribución general: Neotrópico.												
Habito (Vegetación): Árbol.												
Hábitats: <u>SMSC, SMSP, VS</u>												
Climas: <u>Aw0, Aw0(x'), Aw1, Aw1(x')</u>												
Categoría de riesgo: Atención menor.												
Uso: Construcción (palapas).												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor			X	X		X					X	
Fruto					X						X	

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura VI.18 Ficha descriptiva Handroanthus chrysanthus(Jacq.) S.O. Grose

Taxón: <i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg. Ver imágenes >>												
Basónimo: <i>Pistacia simaruba</i> L.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: <i>palo mulato (español); chakaj (maya).</i>												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ■ Campeche: E. Ucán 3964, CICY. ■ Q. Roo: J. I. Calzada 7136, CICY, XAL, MO. ■ Yucatán: J. I. Calzada 6470, CICY, XAL, MO. 												
Distribución en México: Distribución amplia.												
Distribución general: Neotrópico.												
Habito (Vegetación): Árboles, 3-25 m de alto.												
Hábitats: <u>No hay información.</u>												
Climas: <u>Aw0, Aw0(x), Aw1, Aw1(x)</u>												
Categoría de riesgo: Atención menor.												
Uso: Mágico religioso.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor				X	X							
Fruto	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X

Figura VI.19 Ficha descriptiva Bursera simaruba (L) Sarg.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Taxón: <i>Leptolobium panamense</i> (Benth.) Sch. Rodr. & A.M.G. Azevedo												
Basónimo: <i>Sweetia panamensis</i> Benth.												
Sinónimos: <i>Dalbergia laevigata</i> Standl., <i>Acosmium panamense</i> (Benth) Yakovlev												
Nombres comunes: Nombre común desconocido.												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Campeche: P. Simá et al. 1663, CICY, MEXU. 												
Distribución en México: Chis., Chih., Gro., Oax., Tab. y Ver.												
Distribución general: Centroamérica y Sudamérica (Colombia y Venezuela).												
Habito (Vegetación): Árbol hasta 20 m.												
Hábitats: SMSC , SMSP , SAP												
Climas: Aw2												
Categoría de riesgo: Atención menor.												
Uso: Maderable.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor								X				
Fruto	X											

Figura VI.20 Ficha descriptiva *Leptolobium panamense* (Benth) Sch. Rodr. & A.M.G. Azevedo

Taxón: <i>Tillandsia festucoides</i> Brongn. ex Mez												
Ver imágenes >>												
Basónimo: NA.												
Sinónimos: NA.												
Nombres comunes: <i>xch'u'</i> (maya).												
Distribución en la Península de Yucatán: Ver mapa >>												
Ejemplares de herbario colectados en la península:												
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Campeche: G. Carnevali et al. 4924, CICY. ▪ Q. Roo: G. Carnevali et al. 5084, CICY. 												
Distribución en México: Chis., Oax., Tab. y Ver.												
Distribución general: Centroamérica y Las Antillas.												
Habito (Vegetación): Hierba epífita.												
Hábitats: SBC , SBI (tintal) , SMSC , SAP , VS												
Climas: Aw1(x')												
Categoría de riesgo: Atención Menor.												
Uso: Medicinal.												
Fenología:												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Flor		X		X	X						X	
Fruto	X	X			X							

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura VI.21 Ficha descriptiva *Tillandsia festuroides* Brongn ex Mez

Como podemos observar, tres especies son endémicas de la Península de Yucatán, pero también se distribuyen en Centro y Sudamérica, mostrando poblaciones ampliamente distribuidas. Es importante resaltar que las especies también fueron registradas dentro de la microcuenca en la unidad testigo, por lo que también pueden ser localizada a nivel de la Cuenca, Subcuenca. Es importante mencionar que el proyecto contempla llevar a cabo su rescate, otorgándoles un mayor número de individuos por unidad de superficie y así asegurar que el cambio de uso de suelo no comprometa su biodiversidad. En el caso de *Astronium graveolens* (jobillo), *Handroanthus chrysanthus* (Maculís), *Bursera simaruba* (Chacah), *Acosmium panamense* (huesillo) y *Tillandsia festuroides* (Xanab), observamos que su distribución es amplia en el país y en general dentro de toda la Cuenca Quintana Roo, haciendo que su población sea estable. En tanto, el proyecto no compromete su biodiversidad al contemplar su rescate y reubicación dentro de las áreas de conservación.

VI.5.2 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (fauna silvestre)

Se tuvo como resultado que dos especies se encuentran listadas en alguna categoría de riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana en comento, a saber: Mono araña (*Ateles geoffroyi*) y Cabeza de viejo (*Eira barbara*). En el caso de *Ateles geoffroyi* (peligro de extinción), se distribuye en los bosques tropicales de la vertiente del Golfo de México, desde la parte centro de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán. En el Pacífico, a lo largo de la franja costera desde Jalisco hasta Chiapas y continúa su distribución por toda Centroamérica hasta Panamá (Hall, 1981; Reid, 1997)

En la **Figura VI.22** se muestra el área de distribución natural para *Ateles geoffroyi* en México.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

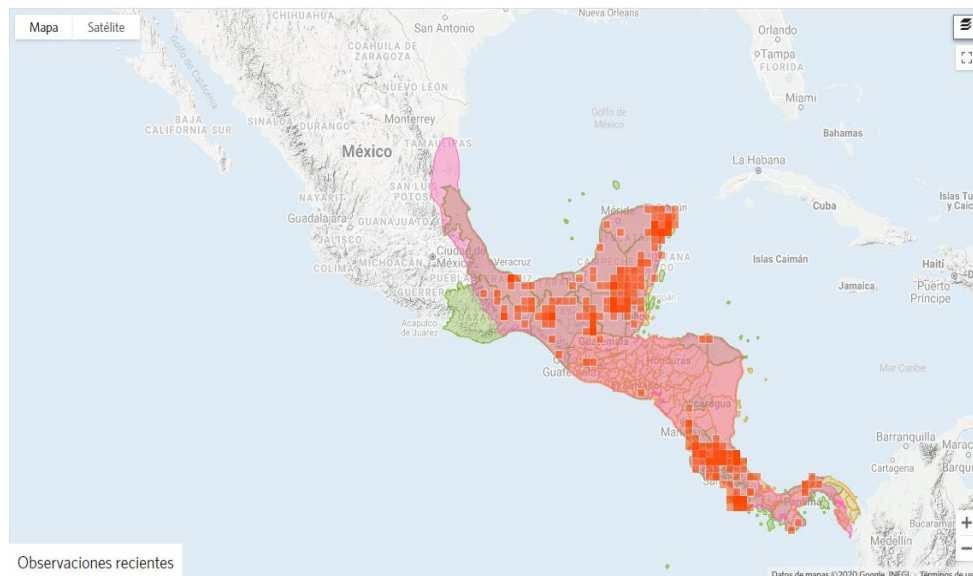


Figura VI.22 Distribución geográfica de Ateles geoffroyi

De acuerdo con lo anterior, *A. geoffroyi* es una especie ampliamente distribuida en el país, por lo que no está comprometida su biodiversidad con el cambio de uso de suelo propuesto. Asimismo, el proyecto contempla llevar a cabo su rescate, con lo que se asegura que el cambio de uso de suelo no comprometerá su biodiversidad.

Para el caso de *Eira barbaca* (peligro de extinción), Este habita en todo tipo de bosques tropicales (selva alta perennifolia, subperennifolia, selva baja caducifolia), bosques mesófilos de montaña, bosque de pino-encino (partes menos frías) (Aranda y March, 1987), e incluso acahuales y zonas agrícolas (cañaverales y milpas) (Presley, 2000).

VI.5.3 No se provocará la erosión de los suelos

VI.5.3.1 *Erosión potencial del suelo*

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

E_p = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

R = Erosividad de la lluvia (Mj/ha mm/hr).

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizar dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:

VI.5.3.2 *Erosividad de la lluvia (R)*

Se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio, seleccionándola en el mapa de la República donde existen 14 regiones (**Figura VI.23**). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R (**Figura VI.24**).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

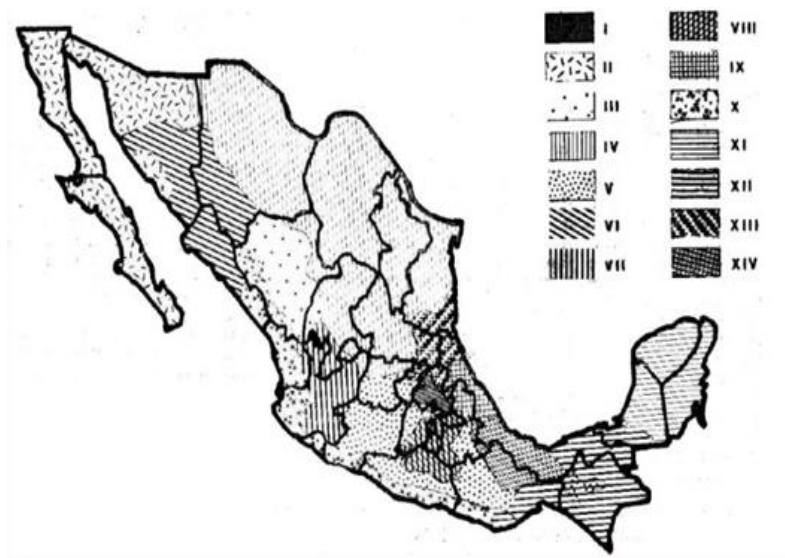


Figura VI.23 14 Regiones precipitación

Región	Ecuación	R ²
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

Figura VI.24 Ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país.

De acuerdo con los datos de la **Figura VI.23** y la **Figura VI.24**, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y, por lo tanto, le aplica la ecuación: $R = 3.7745P + 0.004540P^2$. Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de 1,500 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

$$\begin{aligned} R &= 3.7745P + 0.004540P^2 \\ R &= (3.7745) (1,500) + (0.004540) (1,500)^2 \\ R &= 5,661.75 + (0.004540) (2'250,000) \\ R &= 5,661.75 + 10,250 \\ R &= \mathbf{15,876.75 \text{ Mj/ha mm/hr}} \end{aligned}$$

VI.5.4 Erosionabilidad del suelo (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo.
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Permeabilidad.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (**Figura VI.24**).

De acuerdo con la clasificación de suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)³⁷, se advierte que en el predio del proyecto el suelo es del tipo Leptosol como suelo primario, más Rendzina como suelo secundario, y Zolonchak órtico como suelo terciario, con clase textural media.

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Textura fina. Más del 35% de arcilla.

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa arcillosa. Esto de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), el cual se muestra en la **Figura VI.25**.

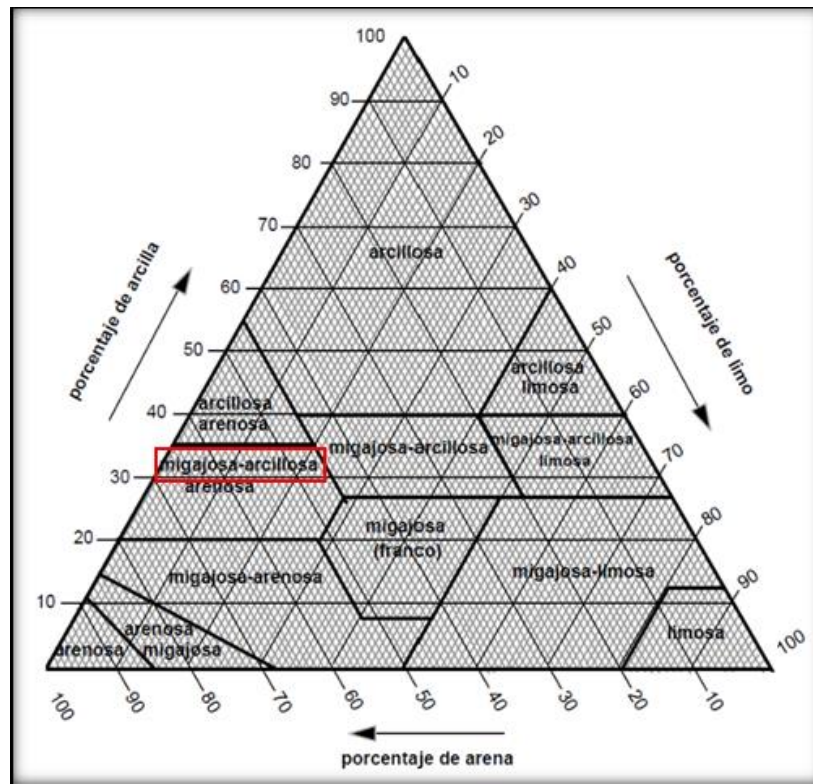


Figura VI.25 suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo

En cuanto a la materia orgánica en los suelos predominantes, tenemos que la Rendzina es secundario, y son ricos en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%); mientras que el Litosol se presenta como suelo predominante, pero también es rico en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%).

Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arcilloso y el contenido de materia orgánica de más del 2.0%, por lo tanto, el valor de K sería 0.021 de acuerdo con los datos presentados anteriormente.

VI.5.5 Longitud y Grado de pendiente (LS)

De acuerdo con los resultados presentados en el capítulo IV del presente estudio, tenemos que la pendiente media de la superficie de CUSTF es de 0.0046%, con una longitud analizada de 1544 m que corresponde a la media del largo de la superficie del predio.

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor LS se calcula como:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

Longitud de la pendiente= 1544 m

Pendiente media del terreno=0.0046

Valor constante de "m" = 0.5

LS se calcula como:

$$LS = (1544)^{0.5} [0.0138 + (0.00965) (0.0046) + (0.00138) (0.0046)^2]$$

$$LS = (39.2938) [0.0138 + 4.5 \times 10^{-5} + (0.00138) (2.18 \times 10^{-5})]$$

$$LS = (39.2938) (0.0014 + 3.01 \times 10^{-8})$$

$$LS = (39.2938) (1.43 \times 10^{-3})$$

$$LS = 0.056$$

VI.5.6 Erosión potencial

Finalmente calculamos la erosión potencial como:

$$Ep = R * K * LS$$

$$Ep = (15,876.75) (0.021) (0.056)$$

$$Ep = 18.67 \text{ ton/ha/año}$$

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 18.67 t/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 1.867 mm (0.1867 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

De esta manera la capa de suelo que existe en la superficie de CUSTF es de 17.5 cm (175 mm) en promedio (38), por lo que el suelo se perdería en su totalidad por procesos erosivos en un plazo de 93.73 años. Esto considerando una pérdida estimada de 0.1867 cm anuales (17.5 / 0.1867), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no presenta susceptibilidad a la erosión.

Aunado a lo anterior, es importante considerar que la regeneración natural de un ecosistema de Selva a nivel del sotobosque, en clima tropical, generalmente ocurre en un plazo estimado de 6 meses; lo cual resulta relevante toda vez que se trata de la primera capa cobradora a favor de la protección de los suelos; entonces se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal; y en consecuencia, en esos 6 meses se perderían 0.0933 cm de tierra de acuerdo con los cálculos realizados, por lo que no se alcanzaría el plazo de los 93.63 años que se requieren para que se erosione por completo el suelo existente en la superficie de CUSTF.

Considerando todo lo antes mencionado y aun cuando el cambio de uso del suelo propuesto pueda implicar la pérdida de 0.1867 cm de suelo anualmente al eliminarse la cobertura vegetal, se puede concluir que en el predio no existe erosión.

VI.5.7 Factor de protección de la vegetación "C".

El proceso de erosión está fuertemente condicionado por la cobertura que ofrece la vegetación. Esta proporciona una eficaz protección al suelo, minimizando su pérdida bajo diferentes situaciones desfavorables.

La vegetación lleva a cabo su papel protector de diferentes formas: por una parte disipa la energía cinética de las gotas de lluvia, evitando que éstas incidan directamente sobre el suelo; los tallos hacen que el flujo laminar del agua al escurrir se ralentice, reduciéndose la capacidad de transporte de partículas de suelo en suspensión; las raíces proporcionan estabilidad y un aumento de la porosidad del suelo que redundará en una mayor tasa de infiltración; y además las áreas con vegetación abundante favorecen el depósito del suelo arrastrado por el agua, evitando su pérdida a través de la red de drenaje.

Este aspecto protector de la vegetación se ha puesto de relieve en la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo mediante su cuantificación en un factor "C", denominado de protección

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

de la cobertura vegetal. Obviamente el valor de este factor variará en función de la clase y calidad de esta cobertura, oscilando sus valores desde un mínimo del 0,001 para las cubiertas forestales más densas hasta un valor de 1 para el suelo desnudo.

Una característica especialmente reseñable de este factor es la gran facilidad con que se puede modificar, generalmente por la mano del hombre, acrecentándose o disminuyendo el proceso erosivo en función del tipo de actuación realizada, ya sea encaminada hacia usos inadecuados o hacia el control de este proceso.

Como ya se ha comentado anteriormente, los valores que puede tomar el factor "C" presentan una alta variabilidad, fruto de la facilidad de transformación de la cubierta vegetal y de sus distintas fases de desarrollo. En las zonas de vegetación natural "C" se mantiene constante, generalmente, durante todo el año en contraposición de lo que ocurre en las tierras dedicadas a uso agrícola. Es en esta última situación cuando el cálculo del factor "C" se hace más complicado puesto que dependerá de los niveles de protección que ofrezcan las diferentes alternativas de cultivo, de la distribución local de las precipitaciones, de los niveles de productividad de los cultivos, de las distintas fases de desarrollo de éstos, de las prácticas de cultivo y del manejo de los residuos después de la cosecha.

El factor de protección "C" se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con cubierta vegetal y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de "C" son menores que la unidad, y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo, el valor de "C" se reduce y puede alcanzar valores similares a cero en zonas con una cobertura vegetal alta. Los valores de "C" que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la tabla VI.17.

38 Rendzinas (suelo predominante en el predio) con espesor por debajo de los 25 cm; litosoles (suelo secundario en el predio) con espesor menor a 10 cm. INEGI, capítulo 5 del presente estudio.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

39<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/23/01.pdf>

Tabla de valores de C			
Cubierta vegetal	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Suelo desnudo	1.0	-	-
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48	-	-
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	-	-
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	-

Tabla de valores de C			
Cubierta vegetal	Nivel de productividad		
	Alto	Moderado	Bajo
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	-
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9	-	-
Arroz	0.1 a 0.2	-	-

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Algodón, tabaco	0.5 a 0.7	-	-
Cacahuate	0.4 a 0.8	-	-
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3	-	-
Piña	0.1 a 0.3	-	-
Bosques área cubierta del 75 al 100%*	0,003 – 0.011	-	-
Bosques área cubierta del 45 al 70%*	0.010 – 0.040	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% con residuos*	0.41	-	-
Bosques área cubierta del 25 al 40% sin residuos*	0.84	-	-

*Tomado de: (40)

Para estimar la erosión del suelo consideramos que, al interior de la superficie de aprovechamiento, existe un bosque natural (Selva mediana subperennifolia y duna costera) que la cubre en más del 90% de acuerdo con los tipos de vegetación reportados en el capítulo IV. Entonces el valor de “C” que se está tomando en cuenta para calcular la erosión potencial es de 0.003, por lo cual la fórmula sería:

$$E_p = R * K * L * S * C$$

$$E_p = (15,876.75) (0.021) (0.056) (0.003)$$

$$E_p = 0.056 \text{ ton/ ha/ año}$$

El valor del factor de erosión estimado es de 0.056 t/ha/año, encontrándose por debajo de la media máxima permisible para México que es de 10 t/ha/año. Por consiguiente, la erosión estimada considerando el desarrollo del proyecto, será escasamente significativa y por lo tanto el proyecto es factible, ya que no se está sobrepasando el límite establecido.

Los resultados anteriores, muestran que la naturaleza del proyecto no provocará la erosión de los suelos, además que el predio se ubica en una zona sin erosión aparente como se muestra en el plano de la **Figura VI.26**.

Cabe señalar, que en la degradación de suelos se reconocen dos procesos. El primero es el que implica el desplazamiento del material del suelo, que tiene como agente causal a la erosión hídrica y eólica. El segundo es el que se refleja en un detrimento de la calidad del suelo, tal como la degradación química y la biológica (física). Las características de ambos procesos son las siguientes:

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- 1) Erosión Hídrica: Es el desprendimiento de las partículas del suelo bajo la acción del agua, dejándolo desprotegido y alterando su capacidad de infiltración, propiciando el escurrimiento superficial.
- 2) Erosión eólica: Corresponde a la provocada por el viento.
- 3) Erosión Química: Está muy asociada a la intensificación de la agricultura, ésta se debe a la reducción de su fertilidad por pérdida de nutrientes.
- 4) Erosión Física: Se refiere principalmente a la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, esto ocurre cuando el suelo se compacta, se endurece o es recubierto.

De acuerdo con los planos elaborados por la SEMARNAT y el Colegio de posgraduados (2003), para el estado de Quintana Roo la degradación de los suelos por causas hídricas o eólicas corresponde a cero, es decir, no existe erosión.



Fuente:
Elaboración propia con datos de: Semarnat. Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hambre en la República Mexicana*, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.



Fuente:
Elaboración propia con datos de: Semarnat. Colegio de Postgraduados. *Evaluación de la Degradación de los Suelos Causada por el Hambre en la República Mexicana*, escala 1:250 000. Memoria Nacional 2001-2002. México. 2003.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Figura VI.26 Evaluación de la Degradación de suelos

40 Jesús Gracia Sánchez. Pérdida de suelo en cuencas. Versión actualizada del Capítulo 17 del Manual de Ingeniería de Ríos que el Instituto de Ingeniería elaboró para la Comisión Nacional del Agua. Universidad Nacional Autónoma de México.

41 Los valores de R, K y LS, fueron calculados en el Capítulo 8 del presente estudio.

42 <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

La degradación química que se da en los estados de Yucatán y Quintana Roo solo ocurre en las zonas agropecuarias de la parte centro sur de estos estados, y no así en la parte norte que es donde se ubica el predio del proyecto.

José Ibáñez (2006), establece que la degradación física de los suelos viene propiciada por la pérdida de materia orgánica, por el efecto del tránsito de la maquinaria pesada y por eliminar la cobertura vegetal que permite que el suelo quede desnudo frente al impacto de las gotas de lluvia. La acción conjugada de los tres procesos genera que se refuercen unos a otros, afectando negativamente sus propiedades hidrológicas al disminuir la infiltración del agua en el suelo y promoviendo la escorrentía superficial, favoreciendo los procesos de erosión.

VI.5.8 No se provocará la disminución de la captación de agua

Para determinar que no se provocará una disminución en la captación de agua, a continuación, se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo y la captada en el sistema ambiental.

VI.5.9 Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua, o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada depende de un gran número de factores, como son: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación, geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (Ce) se puede estimar de la siguiente manera:

$$Ce = K (P-500) / 2000 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en la figura presentada a continuación.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).

Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).

Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75 % de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75 % de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25 % de cobertura.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de P (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1500 mm y el valor de K es de 0.07, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona donde los suelos son de tipo A (permeables toda vez que se trata de material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero); y dado que el volumen de su masa forestal considerando los dos tipos de vegetación presentes es de 425.1424 m³/ha (cobertura de más del 75 %), como se indica en el siguiente cuadro.

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Figura VI.27 Valores de K para diferentes tipos de suelo

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P - 500) / 2000 \text{ (ya que el valor de K es menor a 0.15)}$$

$$C_e = (0.07) (1500 - 500) / 2000$$

$$C_e = (0.07) (1000 / 2000)$$

$$C_e = (0.07) (0.5)$$

$$C_e = 0.035$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (C_e) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal de más del 75% es decir, sin el proyecto, es de 0.035.

Para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula para utilizar es la siguiente:

$$V_e = P * A_t * C_e$$

Donde:

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

V_e = Volumen medio anual de escurrimiento (m^3), A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m^2), C = Coeficiente de escurrimiento anual P = Precipitación media anual (m)

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes mencionada, obtenemos el siguiente resultado:

$$V_e = P * A * C_e$$

$$V_e = 1.5 \text{ m} * 553,228.6269 \text{ m}^2 * 0.035$$

$$V_e = 29,044.5029 \text{ m}^3$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - V_e$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m^3)

P: Precipitación media anual (m) * superficie de cambio de uso de suelo (m^2)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m^3)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos el siguiente resultado:

$$I = P - V_e$$

$$I = ((1.5 \text{ m}) 553,228.6269 \text{ m}^2) - 29,044.5029 \text{ m}^3$$

$$I = 829,842.9404 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 29,044.5029 \text{ m}^3$$

$$I = 800,798.437 \text{ m}^3$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 800,798.437 m^3 de agua, y se pierden 29,044.5029 m^3 de agua anuales por escurrimiento.

VI.5.10 Cantidad de agua captada en el sistema ambiental (microcuenca)

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en la microcuenca, cuya precipitación media anual de 1,500 mm, se consideró la superficie que presenta cobertura vegetal que es de 6,308.7537 ha, el valor de K utilizado para el predio del proyecto (0.07) y el coeficiente de escurrimiento (Ce) de 0.035.

Una vez definido el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a los siguientes datos:

- Volumen de escurrimiento anual:

$$\mathbf{Ve = P * At \text{ (superficie del SA con cobertura vegetal) } * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = P * At * Ce}$$

$$\mathbf{Ve = 1.5 \text{ m} * 63,087,537 \text{ m}^2 * 0.035}$$

$$\mathbf{Ve = 3,312,095.693 \text{ m}^3}$$

Volumen de infiltración anual: $I = P - Ve$

$$\mathbf{I = P - Ve}$$

$$\mathbf{I = (1.5\text{m}) (63,087,537 \text{ m}^2) - 3,312,095.693 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{I = 94,631,305.5 \text{ m}^3 - 3,312,095.693 \text{ m}^3}$$

$$\mathbf{I = 91,319,209.81 \text{ m}^3}$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de la microcuenca con cobertura de Selva mediana subperennifolia se capta un volumen de 91,319,209.81 m³ anuales de agua, y se pierden 3,312,095.693 m³ de agua por escurrimiento.

VI.6 Conclusiones

Basados en las estimaciones cualitativas y cuantitativas de las afectaciones tanto negativas como benéficas del proyecto, se puede concluir como un proyecto viable, considerando las medidas de mitigación de impactos a implementar.

VI.6.1 Que no se comprometerá la biodiversidad.

La flora sujeta a remoción esta por completo representada dentro del SAR, siendo además que la diversidad biológica del SAR es mayor que la del predio sujeto a CUS, a esto debemos agregar que las especies de interés biológico y comercial dentro de la superficie serán rescatadas, por lo cual no se compromete su permanencia.

No se afectarán ecosistemas frágiles como pudiera ser el manglar.

Las especies de fauna serán rescatadas y reubicadas en sitios apropiados dentro del SAR, por lo que no se verán afectadas.

La fauna estacional o de tránsito que pudiera estar en el área una vez en operación dentro del proyecto será rescatada y reubicada dentro del SAR.

Para el caso de la playa, en caso de presentarse fauna etacional para anidación, esta se cerrará al turismo en época de desove y liberación, además de que estará permanentemente cerrada al uso de vehículos.

VI.6.2 Que no se provocará la erosión de los suelos.

Debido a que las obras provocarán un sellado en la superficie que ocupan, el suelo verá disminuida su erosión, además de esto la capa de suelo fértil será rescatada para su uso en áreas verdes y de rescate de especies para el proyecto, por lo que no se provocará la erosión del suelo.

VI.6.3 Que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

Comparando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (709,594.97m³ anuales actualmente y 608,317.6497m³ anuales con el establecimiento del proyecto) y el volumen de captación de agua estimado para el sistema ambiental (91,319,209.81 m³), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto ya que sólo se estaría perdiendo el 0.11% de la captación total que ocurre en la unidad de análisis. Además, el predio del proyecto mantendrá el 66.12 % de su superficie como área permeable, por lo que la captación de agua no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto.. Finalmente, se puede concluir que la cantidad de captación de agua es más importante a nivel de la microcuenca, que en la superficie de CUSTF.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo y evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y evitar la contaminación del acuífero. Estas medidas se describen a continuación:

- **Medida 1.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 2.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo “Sanirent” durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 25 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- **Medida 3.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y, por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo VIII, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

VI.6.4 Que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

En este apartado se demuestra que los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo, que si se mantuviera el predio en sus condiciones originales.

De acuerdo con la información presentada en el capítulo II del presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto), asciende a la cantidad de \$ 35,073,321.46 (son treinta y cinco millones, sesenta y tres mil, trecientos veintinueve pesos

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

46/100 M. N.). Esta inversión será ejecutada al final de la vida útil del proyecto, por un periodo de 5 años, desde la producción de la planta, su establecimiento en el sitio y seguimiento hasta su autonomía.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso de suelo, considerando la renta de maquinaria, la contratación de mano de obra, la supervisión del proyecto, escrituración del terreno, estudios y proyectos, etc., es de \$100,000,000.00 (son cien millones de pesos 00/100 M.N.); los cuales permearán a distintos sectores de la sociedad, desde el gobierno Municipal, Estatal y Federal, hasta comercios locales y especializados, así como a la gente de la localidad a través de la contratación de mano de obra.

Por otro lado, la construcción de las obras del proyecto requiere de una inversión aproximada de \$600,000,000.00 (son seiscientos millones de pesos 00/100 M.N.), misma que se destinará a la compra de materiales de construcción, a la contratación de mano de obra, pago de permisos diversos, y la construcción misma de las obras.

En lo que concierne a la etapa operativa del complejo, se contemplan gastos como licencias, permisos y legales; gastos operativos; comisiones de ventas; y publicidad, etc.; que reflejarán un gasto-inversión de \$80'000,000.00 (son ochenta millones de pesos 00/100 M.N.).

Adicionalmente habrá de considerarse que a un plazo de 50 años que equivale a la vida útil del proyecto, el monto total de inversión para entrar en operaciones, será recuperado y duplicado, es decir, se estima una ganancia total por la operación del hotel de \$17,593,419,900.61 (son diecisiete mil quinientos noventa y tres millones, cuatrocientos diecinueve mil novecientos pesos 61/100 M.N.), los cuales se ocuparán para continuar pagando permisos, licencias, material, equipo, mobiliario, mantenimiento, sueldos, insumos, y ganancias netas, entre otros conceptos, que resulta necesario para la operación del proyecto.

Desde el punto de vista económico, aunque el proyecto implica la remoción de vegetación, este representa una aportación monetaria significativa, y es claramente superior a los ingresos que implicaría el aprovechamiento de los recursos biológicos forestales, ya que éste último tan sólo equivale al 0.2% del monto económico calculado, derivado del aprovechamiento del predio para destinarlo a usos de suelo no forestales; por lo tanto, se concluye categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo (a un tiempo estimado de 50 años), que si se mantuviera en sus condiciones originales.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Está por demás mencionar que la verdadera justificación social de un proyecto turístico hotelero de gran envergadura como el que se propone en este estudio tiene un peso importante a nivel nacional, pues contribuye al incremento de divisas del que es líder el Estado de Quintana Roo, y contribuye a la oferta hotelera y turística que también domina el Estado a nivel nacional.

Para el año 2019, el crecimiento económico de Quintana Roo fue de 4.1 por ciento, aportando el 2.3% a la economía de la nación, generando más oportunidades para la población.

Quintana Roo, a través del turismo, le proporciona a la Federación una tercera parte de las divisas generadas en toda la República. Tan solo en el año 2018, el estado llegó a obtener el 34.1% de las divisas que entran al país. Es el principal destino turístico de México y Latinoamérica; representa el 13% de la oferta hotelera del país con casi 100 mil cuartos y ocupa el primer lugar en infraestructura hotelera de México con el mayor número de hoteles de 5 estrellas y gran turismo.

De los aproximadamente 32 millones de turistas internacionales que ingresan al país, 12 millones lo hacen por Quintana Roo. En el año 2019, a nivel nacional la ocupación hotelera era del 61%, mientras que en el estado el promedio era de 78.1% y la estadía promedio de un turista pasó de 5.6 a 6.3 días de acuerdo con datos de la Secretaría de Turismo estatal (Sedetur).

En 2019 se recibieron 21 millones 365 mil visitantes y la derrama económica alcanzó los 14 mil 668 millones de dólares, que representa un crecimiento del 12.6% respecto al periodo anterior. Tan solo Cozumel y Costa maya recibieron un total de 6 millones 806 mil 697 pasajeros y la afluencia a sitios arqueológicos y culturales fue de 3 millones 370 mil visitantes.

La región del caribe capta hasta el 50% del turismo internacional, por lo que Quintana Roo sigue siendo el líder del turismo. Quintana Roo representa el 12% aproximado del PIB en nuestro país en el área de restaurantes y hoteles quedando en la segunda posición después de la ciudad de México. Según la cámara Mexicana de la Industria del Transporte Mexicano.

Todos los recursos con los que cuenta el estado lo hacen atractivo para los inversionistas, de igual forma cuenta con tres aeropuertos internacionales siendo el de Cancún uno de ellos y ocupando la segunda posición en cuanto al área de operaciones en el país y el primero en vuelos internacionales en el país. Así mismo la mayor capacidad hotelera de los destinos turísticos se concentra en este Estado, tanto de turismo de primer nivel, turismo individual, así como de incentivos, congresos y convenciones.

Sin embargo, Quintana Roo puede incrementar su nivel de competitividad ya que cuenta con una extensa gama de áreas y recursos que pueden desarrollar proyectos interesantes a

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

nivel nacional e internacional, como el caso de este proyecto que llevará por nombre “Complejo Ecoturístico Riviera Maya”.

En materia social, cabe destacar por mucho, el número de empleos que generará un proyecto de estas dimensiones, ya que, para su operación, se requiere de una plantilla de 662 trabajadores; oferta de empleo que estará disponible los 365 días del año, durante los 50 años de vida útil del proyecto, lo que tendrá un alto impacto a nivel de localidades, ya que sus habitantes se verán beneficiados con esta oferta de trabajo. Así mismo, requiere la contratación de otras 2,149 personas para llevar a cabo las etapas de preparación del sitio y construcción; de tal modo que generará un total de 2,811 empleos.

VI.7 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se demuestra que los usos alternativos del suelo que se proponen son más productivos a largo plazo, que si se mantuviera el predio en sus condiciones originales.

De acuerdo con la información presentada en el capítulo II del presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto), asciende a la cantidad de \$ 31,265,634.86 (son treinta y un millones, doscientos sesenta y cinco mil, seiscientos treinta y cuatro pesos 86/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del cambio de uso de suelo, considerando la renta de maquinaria, la contratación de mano de obra, la supervisión del proyecto, escrituración del terreno, estudios y proyectos, etc., es de \$100,000,000.00 (son cien millones de pesos 00/100 M.N.); los cuales permearan a distintos sectores de la sociedad, desde el gobierno Municipal, Estatal y Federal, hasta comercios locales y especializados, así como a la gente de la localidad a través de la contratación de mano de obra.

Por otro lado, la construcción de las obras del proyecto requiere de una inversión aproximada de \$600,000,000.00 (son seiscientos millones de pesos 00/100 M.N.), misma que se destinará a la compra de materiales de construcción, a la contratación de mano de obra, pago de permisos diversos, y la construcción misma de las obras.

En lo que concierne a la etapa operativa del complejo, se contemplan gastos como licencias, permisos y legales; gastos operativos; comisiones de ventas; y publicidad, etc.; que reflejarán un gasto-inversión de \$80'000,000.00 (son ochenta millones de pesos 00/100 M.N.).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Así, el valor económico estimados por el uso que se le pretende dar al terreno forestal en cuestión, asciende a un gran total de \$10,000,000.00 (son diez millones, pesos 00/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

Adicionalmente habrá de considerarse que a un plazo de 50 años que equivale a la vida útil del proyecto, el monto total de inversión para entrar en operaciones, será recuperado y duplicado, es decir, se estima una ganancia total por la operación del hotel de 10,638'936,000.00 (son diez mil seiscientos treinta y ocho millones, novecientos treinta y seis mil pesos 00/100 M.N.), los cuales se ocuparán para continuar pagando permisos, licencias, material, equipo, mobiliario, mantenimiento, sueldos, insumos, y ganancias netas, entre otros conceptos, que resulta necesario para la operación del proyecto.

Considerando lo anterior, tenemos una inversión-gasto-ganancia total de 15,958'404,000.00 (son quince mil novecientos cincuenta y ocho millones, cuatrocientos cuatro mil pesos 00/100 M.N.).

Desde el punto de vista económico, aunque el proyecto implica la remoción de vegetación, este representa una aportación monetaria significativa, y es claramente superior a los ingresos que implicaría el aprovechamiento de los recursos biológicos forestales, ya que éste último tan sólo equivale al 0.19% del monto económico calculado, derivado del aprovechamiento del predio para destinarlo a usos de suelo no forestales; por lo tanto, se concluye categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo (a un tiempo estimado de 50 años), que si se mantuviera en sus condiciones originales.

VI.8 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Está por demás mencionar que la verdadera justificación social de un proyecto turístico hotelero de gran envergadura como el que se propone en este estudio tiene un peso importante a nivel nacional, pues contribuye al incremento de divisas del que es líder el Estado de Quintana Roo, y contribuye a la oferta hotelera y turística que también domina el Estado a nivel nacional.

Para el año 2019, el crecimiento económico de Quintana Roo fue de 4.1 por ciento, aportando el 2.3% a la economía de la nación, generando más oportunidades para la población.

Quintana Roo, a través del turismo, le proporciona a la Federación una tercera parte de las divisas generadas en toda la República. Tan solo en el año 2018, el estado llegó a obtener el 34.1% de las divisas que entran al país. Es el principal destino turístico de México y Latinoamérica; representa el 13% de la oferta hotelera del país con casi 100 mil cuartos y

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

ocupa el primer lugar en infraestructura hotelera de México con el mayor número de hoteles de 5 estrellas y gran turismo.

De los aproximadamente 32 millones de turistas internacionales que ingresan al país, 12 millones lo hacen por Quintana Roo. En el año 2019, a nivel nacional la ocupación hotelera era del 61%, mientras que en el estado el promedio era de 78.1% y la estadía promedio de un turista pasó de 5.6 a 6.3 días de acuerdo con datos de la Secretaría de Turismo estatal (Sedetur).

En 2019 se recibieron 21 millones 365 mil visitantes y la derrama económica alcanzó los 14 mil 668 millones de dólares, que representa un crecimiento del 12.6% respecto al periodo anterior. Tan solo Cozumel y Costa maya recibieron un total de 6 millones 806 mil 697 pasajeros y la afluencia a sitios arqueológicos y culturales fue de 3 millones 370 mil visitantes.

La región del caribe capta hasta el 50% del turismo internacional, por lo que Quintana Roo sigue siendo el líder del turismo. Quintana Roo representa el 12% aproximado del PIB en nuestro país en el área de restaurantes y hoteles quedando en la segunda posición después de la ciudad de México. Según la cámara Mexicana de la Industria del Transporte Mexicano.

Todos los recursos con los que cuenta el estado, lo hacen atractivo para los inversionistas, de igual forma cuenta con tres aeropuertos internacionales siendo el de Cancún uno de ellos. De esta manera, Quintana Roo ocupa la segunda posición en cuanto a número de operaciones aéreas del país y el primero en número de vuelos internacionales en el país. Así mismo la mayor capacidad hotelera de los destinos turísticos se concentra en este Estado, tanto de turismo de primer nivel, turismo individual, así como de incentivos, congresos y convenciones. A pesar de lo anterior, Quintana Roo puede incrementar su nivel de competitividad ya que cuenta con una extensa gama de áreas y recursos que pueden desarrollar proyectos interesantes a nivel nacional e internacional, como el caso de este proyecto que llevará por nombre “Complejo Ecoturístico Riviera Maya”.

Finalmente, el desarrollo de las diferentes fases del proyecto, tendrá una generación de empleos directos, así mismo, incrementará la demanda de bienes y servicios relacionados a las actividades constructivas y las actividades relacionadas al Turismo. En este sentido, tenemos lo siguiente:

- Para las etapas iniciales, Preparación del Sitio y Construcción, se espera la generación de al menos, 1,939 empleos temporales.
- Para la etapa de Operación, se espera una generación de al menos 662 trabajadores; oferta de empleo que estará disponible los 365 días del año, durante los 50 años de vida útil del proyecto.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- De manera indirecta, se espera un incremento en la demanda de bienes y servicios para las etapas iniciales (etapas constructivas), a partir de la compra de materiales de construcción, renta de equipo y maquinaria, así como servicios de alimentación y venta de equipos de protección personal, así como elementos generales de higiene y seguridad.
- De manera indirecta, durante la etapa de operación, se espera un incremento en la demanda de bienes y servicios relacionados al Turismo, como es el uso del aeropuerto y servicios de transportación local, consumo de servicios como: visita a zonas arqueológicas, compra de artesanías, consumo de alimentos, servicios de ecoturismo (senderismo, paseos en bicicleta, etc.).

Lo anterior, tendrá un alto impacto a nivel de la región, localidades, ya que sus habitantes se verán beneficiados con ofertas de empleo, compra y adquisición de bienes y servicios.

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VII.1 Descripción de las medidas o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

El proyecto contempla dentro de sus objetivos, el cabal cumplimiento de la normatividad ambiental, por ende, la minimización, mitigación y/o compensación de todos los posibles impactos ambientales que se presentarán con el desarrollo del Proyecto. Estos impactos han sido identificados y descritos en el capítulo anterior (VI).

Las medidas de vigilancia ambiental propuestas en este capítulo estarán dirigidas a dos aspectos principales, el cumplimiento de los requisitos establecidos en las leyes, reglamentos y normas aplicables, y el monitoreo del buen funcionamiento de los equipos y sistemas de control que el promovente implementará dentro del diseño del presente proyecto. En este sentido, se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación que serán llevadas a cabo, durante todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y abandono).

A continuación, se describen las medidas propuestas por el promovente para su desarrollo continuo durante las diferentes etapas del proyecto, las cuales ayudaran a prevenir, mitigar y compensar los impactos de cada uno de los componentes ambientales evaluados.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

El SAR del Proyecto limita al este con el mar de la costa de Quintana Roo. Durante todas las etapas del proyecto se impondrán medidas para evitar que el mal manejo de los residuos o las aguas residuales generadas vayan a dar al mar. Dentro de este sitio turístico se tomarán las medidas necesarias para cuidar la flora y fauna silvestre, así como el ambiente. La prohibición de no tener contacto con la fauna y de no capturar ni extraer ningún individuo, son acciones que se toman para la protección ambiental. Con la finalidad de evitar la afectación de la fauna de forma directa, se tendrá una adecuada gestión de los residuos que reducirá el riesgo de su ingesta o que algún organismo quede atorado en bolsas o latas.

A continuación, se describen las medidas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos significativos de carácter negativo, derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y desmantelamiento del Proyecto denominado Complejo Ecoturístico Riviera Maya.

1. Remoción de vegetación

Como medidas de prevención se ejecutará un rescate y reubicación de la vegetación, con énfasis en las especies que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas de importancia cultural para la región. Con la implementación de esta medida se espera que los especímenes rescatados sigan contribuyendo al ecosistema regional, así como también que continúen la generación de servicios ambientales, y que incluso, bajo las condiciones adecuadas, se sigan reproduciendo y manteniendo el pool genético que aporta variabilidad genética al ecosistema local y regional. Las actividades mencionadas se encuentran dentro del Programa de Rescate de Flora y Fauna como parte del Plan de Vigilancia Ambiental, descrito en la sección VII.2.

2. Modificación de la Calidad Agua

El proyecto generará aguas residuales sanitarias a lo largo de toda su vida útil. Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono se evitará su descarga mediante la instalación de sanitarios portátiles para los trabajadores de la obra. El mantenimiento de estos sanitarios portátiles se llevará a cabo a través de un prestador de servicio autorizado.

El abastecimiento de agua durante la etapa de operación se pretende llevar a cabo a partir de la instalación de cinco pozos de extracción en la zona del proyecto, lo cual es viable de acuerdo con lo descrito en la sección IV.3.1.9.7. La gestión de estos pozos de extracción se llevará a cabo ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). El agua extraída de los pozos será agua salobre, la cual será tratada, a través de la instalación de una Planta Desaladora totalmente automatizada.

Para el agua de rechazo del proceso de osmosis inversa de la operación de la desaladora, se proponen dos alternativas de manejo, las cuales se evaluarán una vez que inicie la operación:

- a) Desalt LT DRY: cristizador eléctrico de baja temperatura Evaporador-Cristalizador al vacío de construcción horizontal.
- b) Desalt LT VR: Evaporador- cristalizador al vacío de construcción vertical y rascador interno con palas, calentamiento con vapor o agua caliente.

En la zona del proyecto, no existe alcantarillado municipal, por lo que se instalarán cinco Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARs), que darán servicios a los hoteles y la zona comercial.

Los cálculos para la producción del volumen de aguas residuales del Proyecto arrojan un estimado de descarga de aguas negras de 250 m³/día y una descarga de aguas grises prove

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

nientes de la lavandería de 150 m³/día siendo un total de aguas residuales a tratar de 400 m³/día. El objetivo es realizar ahorros en sus costos de tratamiento.

El prototipo de PTAR utilizara tecnología RBS, la cual tiene la ventaja de reducir el espacio de terreno, ya que el proceso es en un solo tanque y reduce los costos de instalación, así como del mantenimiento, además que elimina en un 70% los lodos. La superficie requerida para la instalación de la planta es de 200.00 m².

3. Pérdida Hidrológica de la Cuenca

Con el desarrollo del Complejo Ecoturístico Riviera Maya se modificará de manera local la hidrología de la cuenca, así como la tasa de infiltración del agua en el suelo y en el subsuelo, por lo que el agua de lluvia que se encuentre en las instalaciones será dirigida hacia las áreas verdes del proyecto, en donde se podrán seguir infiltrando de manera normal. Adicionalmente se implementarán las siguientes medidas:

- Captación de agua de lluvia. La cubierta del Jardín botánico será utilizada para la captación de agua de lluvia almacenándola en dos cisternas, cuyo volumen total será de 350 m³, esto considerando un evento de lluvia máxima.
- Reciclaje de agua de regaderas y lavabos para su uso en los sanitarios, específicamente para el W.C.
- Sistema de Retrolavado de filtros de las albercas, el cual se almacenará para ser utilizado para el riego de áreas ajardinadas (sección II.2.8.1)

4. Modificación de la Calidad del Aire

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las emisiones a la atmósfera serán generadas a partir de la suspensión de polvos generados por el movimiento de tierras en el sitio, las excavaciones y la construcción de cimentaciones, así como los gases de combustión emitidos por la maquinaria y equipo. Durante esta etapa el promovente colocará una malla perimetral que contenga los polvos generados y se humedecerá las áreas de circulación y de trabajo, para disminuir el levantamiento de polvos, adicionalmente, el transporte de materiales de desmonte y de relleno se dará con camiones de volteo que estará cubiertos con lona para minimizar la dispersión de partículas de los materiales durante el tránsito de los vehículos.

Además, se solicitará a los contratistas, que lleven a cabo el Mantenimiento Preventivo de la maquinaria y equipo, para asegurar una combustión adecuada de los equipos y no exceder las emisiones de Gases de combustión establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, con lo que adicionalmente se busca reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Para asegurar el cumplimiento del punto anterior, se solicitará al contratista, un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria que será utilizada en cada una de las etapas del proyecto. Con esta medida se espera siempre mantener un correcto funcionamiento de estos, evitando que generen la liberación de contaminantes no previstos. Como indicador de cumplimiento para este punto, se establecerá una bitácora de registro de mantenimiento de las unidades, de la cual se solicitará la evidencia de este para llevar un control estricto sobre esta actividad.

Con respecto a la etapa de operación y mantenimiento, el promovente instalará un Sistema de Recuperación de Calor, el cual permitirá la transferencia de calor como fuente principal de energía para la generación de agua caliente. Este sistema se describe a detalle en la sección II.2.8.1 inciso f. Con la implementación de este sistema innovador, se estima que se dejara de consumir un volumen anual aproximado de 113,268 litros de gas LP, lo cual representaría un aporte de calor equivalente a 8,463,636.67 BTUH por día, evitando así la generación de una cantidad importante de GEI. Finalmente, durante la operación del complejo turístico, se propone el uso de vehículos con tecnología de baja emisión de gases de combustión, como pueden ser algunas de las siguientes opciones: autos eléctricos, autos híbridos o alguna otra tecnología disponible al momento de la operación del proyecto.

5. Modificación de la Calidad del Suelo

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya, se realizarán excavaciones que eliminarán las capas del suelo. Como medida de mitigación, se almacenará la capa fértil del suelo (materia orgánica), la cual se estima entre 20-30 cm. El objetivo es utilizar este material como complemento de sustrato para las áreas verdes, ya que esto representa un banco de semillas.

Existe un potencial de contaminación al suelo en todas las etapas del Proyecto, la cual estará directamente relacionada con una mala gestión en el manejo de sustancias químicas y residuos. Como medida de prevención y con el fin de disminuir la probabilidad de impactar el suelo del predio y áreas aledañas, los residuos y las sustancias químicas se manejarán en contenedores adecuados, y en el caso de los residuos, se destinará un área de almacenamiento que cumpla cabalmente con la normatividad y regulaciones correspondientes para evitar la migración de posibles contaminantes que pudieran verse accidentalmente. Adicionalmente, la promovente promoverá que sus empleados cumplan con los procedimientos de seguridad y manejo de sustancias y/o residuos, para minimizar accidentes y/o contingencias ambientales

En el mismo sentido, no se permitirá el mantenimiento de maquinaria y equipos dentro del predio durante las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto.

Para evitar la contaminación al suelo por el abastecimiento de combustible para el equipo y maquinaria durante las actividades de Preparación del sitio y Construcción, se contratarán

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

los servicios de un transporte especializado (conocido como Marimba) que cuente con todas las medidas de seguridad, así como las autorizaciones correspondientes para dar este servicio.

Se mantendrá un Programa de Mantenimiento Preventivo, de los equipos y maquinaria que será utilizada en cada una de las etapas del proyecto, con esta medida se espera mantener un correcto funcionamiento de estos, evitando derrames fortuitos de sustancias como aceites hidráulicos, lubricantes o combustibles sobre el suelo.

Durante todas las etapas del proyecto, se designarán áreas con contenedores indicados para el depósito de los diferentes tipos de residuos, es importante mencionar, que la disposición final de todos los residuos se dará a través de prestadores de servicio autorizados para dicho fin, ya sea por el estado para el manejo de residuos de manejo especial o por la federación en el caso de los residuos peligrosos.

Adicionalmente, se contará con un programa de capacitación al personal para la atención a las contingencias en caso de que se presente el derrame de alguna sustancia.

6. Contaminación por Ruido

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, la principal fuente de ruido será la maquinaria utilizada para las actividades, por lo que se contará con un programa de mantenimiento para asegurar que se encuentre en óptimas condiciones.

Dado que el proyecto se encuentra ubicado en una zona turística desarrollada, no se estima que, durante la etapa de operación, el proyecto afecte considerablemente el confort sonoro del área donde se ubica el predio propuesto. En caso de que se considere necesario y como medida para el control de la contaminación sonora, durante la etapa de operación se realizarán monitoreos de ruido perimetral para asegurar que los niveles se encuentren por debajo de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.

7. Afectación a la Fauna

Es importante mencionar que el predio del proyecto no se encuentra inmerso en alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), Región Terrestre Prioritaria (RTP) o alguna Área Natural Protegida (ANP), como se menciona en el Capítulo IV de este documento.

Dentro de las medidas preventivas propuestas, previo al inicio de las actividades de Preparación del sitio, se realizará el ahuyentamiento, junto con el rescate y reubicación de fauna y nidos o madrigueras que se encuentren en el sitio del proyecto. Con esta medida se evita perjudicar de manera innecesaria a los especímenes del predio.

Dentro de las actividades del proyecto, se tiene contemplada la construcción de pasos de fauna para permitir el libre tránsito de dichos individuos, disminuyendo el nivel de

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

fragmentación del ecosistema y al mismo tiempo se ayudará a mantener la diversidad genética de las especies en la región.

Como medida de prevención adicional, se capacitará a los trabajadores para que tengan conocimientos básicos de cómo actuar en caso de encontrarse con algún espécimen de fauna dentro del predio y se instalarán letreros alusivos al tránsito de la fauna silvestre, así como el límite de velocidad máxima permitida en la zona que será de 20 km/hr.

Como política del promovente, estará estrictamente prohibido la captura, caza o comercialización de ejemplares de fauna por parte del personal contratista o del promovente, en cualquiera de las etapas del proyecto.

8. Potencial afectación a Zonas Antropológicas y/o sitios Históricos

Las afectaciones a estas zonas consistirán principalmente en el desgaste de los monumentos y otros vestigios arqueológicos/antropológicos, mediante el contacto directo con los turistas mediante prácticas comunes como lo son el subir a pirámides, visitar museos de sitio y otras estructuras. Como medida de prevención de este tipo de impactos, El Complejo Ecoturístico Riviera Maya tendrá una lista de opciones para realizar visitas a sitios arqueológicos, donde estas prácticas estén reguladas por las autoridades competentes.

VII.2 . Plan de vigilancia ambiental

VII.2.1 Introducción

El presente proyecto “Complejo Ecoturístico Riviera Maya” consiste en la construcción y operación de un Complejo turístico, en Playa del Carmen dentro del Estado de Quintana Roo, considerando las actividades de preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento dichas instalaciones

En la presente sección, se describe el “Plan de Vigilancia Ambiental” (PVA), desarrollado con el fin de supervisar y verificar el cumplimiento de las medidas de control, prevención y medidas de mitigación incluidas en el apartado anterior del documento

Las obras se desarrollarán dentro de un predio de aproximadamente 1,633,172.16 m² e incluye:

- Instalación de cinco plantas de tratamiento de aguas residuales, una para cada hotel, y una para la zona comercial.
- Instalación de cinco pozos de extracción de agua y un sistema de desalinización para tratar el agua, una para cada hotel y una para la zona comercial.
- Sistema de captación de agua de lluvia en la zona comercial, para uso en servicios generales y riego del jardín botánico.
- Instalación de paneles solares para la generación de un 12.5% de la energía eléctrica requerida.
- Conexión a la Red Nacional de Distribución de Energía Eléctrica, de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), apoyada con la instalación de transformadores para cada una de las instalaciones, cuatro hoteles y una zona comercial.
- Se instalarán áreas de servicios para cada hotel y la zona comercial, y se contratarán los servicios de compañía que cuente con las autorizaciones para la gestión adecuada de residuos.

VII.2.1.1 Objetivos

El Plan de Vigilancia Ambiental, se desarrolló con el objetivo de contar con la información necesaria que permita garantizar y facilitar la supervisión, evaluación y seguimiento durante las diferentes etapas de las obras que se llevarán a cabo a lo largo del desarrollo del Proyecto. El programa cuenta con los siguientes objetivos particulares:

- I. Controlar la ejecución correcta de las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas.
- II. Hay que asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sea congruente con los criterios de integración ambiental establecidos.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- III. Verificar los estándares de calidad de los materiales y medios empleados en el cumplimiento de las obligaciones ambientales.
- IV. Comprobar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales. Cuando tal se considere no satisfactoria, determinar las causas y establecer las medidas correctivas de aplicación inmediata.
- V. Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en el Proyecto y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- VI. Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos relevantes a cubrir en la vigilancia, a través de reuniones y de la presentación de informes de cumplimiento.
- VII. Establecer indicadores de cumplimiento, que permitan verificar la correcta aplicación de las medidas establecidas dentro de cada uno de los rubros que cubre este Programa de Vigilancia Ambiental.

VII.2.1.2 Metas y alcances

Las funciones del presente plan son vigilar la aplicación de las medidas propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales estimados en las secciones precedentes para establecer la forma de llevar a cabo las inspecciones y controles; y asegurar que toda la protección medioambiental sea llevada a la realidad adecuadamente.

El presente PVA se enfoca en los parámetros ambientales identificados como aquellos que se verán afectados en mayor grado por las actividades del proyecto, tales como: calidad del agua, aire, suelo, aspectos de contaminación acústica, medidas de protección de flora y fauna y aspectos particulares en cada actividad o etapa del proyecto.

Para poder asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas en el presente documento y de los términos y condicionantes determinadas en el oficio resolutivo, se implementará el PVA considerando una serie de indicadores, a fin de que durante la implementación de las medidas sea posible determinar la efectividad de éstas y, en su caso, detectar insuficiencias o efectos no previstos y así, de ser el caso, plantear modificaciones o adoptar nuevas medidas que minimicen las afectaciones al ambiente. Por consiguiente, la meta a considerar será que los impactos ambientales identificados no superen la magnitud de los impactos estimados.

En todas las etapas que involucra el proyecto, se perseguirán las siguientes metas:

- I. Que las obras y actividades asociadas al desarrollo del Proyecto se mantengan en estricto cumplimiento ambiental de acuerdo con la legislación aplicable al Proyecto;
- II. Que las emisiones, generación de residuos, ruido, descargas y demás potenciales efectos adversos derivados del establecimiento y operación del Proyecto, se

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

mantengan en los niveles mínimos posibles y por debajo de los límites máximos establecidos en las normas mexicanas.

- III. Que durante el desarrollo del Proyecto no se presenten incidentes que puedan provocar efectos adversos a la salud y al ambiente.
- IV. En caso de que se presente algún incidente ambiental, se tomarán acciones inmediatas para su control y remediación.

VII.2.1.3 Responsabilidades de ejecución del programa

La responsabilidad principal de la ejecución de este programa será de la gerencia del Proyecto, quien, a través del departamento ambiental del Promoviente en conjunto con los contratistas especialistas, supervisará y dará seguimiento puntual a la realización de las diversas actividades durante las diferentes etapas del Proyecto.

VII.2.1.4 Programa calendarizado

En virtud de las diferentes acciones y programas que comprenden el PVA, su aplicación se extiende a todas las etapas del Proyecto, como se puede observar en la **Tabla VI.3**.

Tabla VIII.1. Programa Calendarizado de Trabajo del PVA

	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Abandono y desmantelamiento
Programa de ahuyentamiento de fauna, y rescate de flora y fauna	X	X	X	X
Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad	X	X	X	X
Programa de prevención de la contaminación del suelo	X	X	X	X
Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos	X	X	X	X
Programa de monitoreo de emisiones	X	X	X	X

A continuación, se describen de manera general los programas específicos que comprenden el **Plan de Vigilancia Ambiental**.

Programa de Ahuyentamiento de Fauna, y Rescate de Flora y Fauna.

Este programa tiene como función el proteger a las especies listadas dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras especies que tengan una gran importancia ecológica o presenten un lento crecimiento.

Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad.

Este consistirá en promover un uso eficiente de agua, y minimizar la cantidad de agua que se utilizará en las áreas del Proyecto, lo que pretende reducir el impacto en términos de disponibilidad de agua. Este programa estará en vigencia a lo largo de la vida útil del Proyecto.

Programa de prevención de la contaminación del suelo.

Este programa, tiene como función principal el evitar que el suelo natural presente en el sitio del Proyecto o en sus alrededores, se vea afectado por eventualidades como el derrame de sustancias químicas o hidrocarburos, por el tránsito de vehículos relacionados con el proyecto, así como por la operación del proyecto.

Programa de Manejo Integral de Residuos.

Este consiste en realizar una óptima gestión de los residuos que se generaran con las actividades del proyecto. Este programa se ejecutará durante todas las etapas del proyecto.

Programa de Calidad del aire.

Este consiste en asegurar que el Proyecto cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en la legislación mexicana vigente.

VII.2.1.5 Propuesta de análisis de los resultados

Cada uno de los programas mencionados anteriormente, contará con indicadores de medición de ejecución y eficacia para las medidas propuestas. Estos indicadores mostrarán un panorama general de calidad ambiental en el rubro que se esté evaluando. En caso de que se determine que son necesarias nuevas acciones o la medición de nuevos parámetros adicionales para la medición de algún programa ambiental, se añadirán al programa, fortaleciendo así el control y la vigilancia ambiental sobre las actividades del Proyecto.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.2 Medidas de prevención y mitigación de impactos

Dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, se identifican y describen los cambios que pudieran presentarse en los componentes ambientales vigilados, así mismo se señalan las acciones con las cuales se dará cumplimiento a las medidas de prevención y mitigación, conforme a la normativa aplicable al Proyecto.

Las evidencias que deriven del Programa de Vigilancia Ambiental serán acompañadas por una base de datos, así como una memoria fotográfica y/o video de las actividades que se lleven a cabo para este programa.

La empresa responsable del cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental será en primera instancia el Promovente, así como los proveedores y contratistas según sea el caso. Para el caso de proveedores y contratistas, éstos designarán un responsable técnico para cada actividad del Proyecto, así mismo el responsable general será el Promovente, el cual garantizará el cumplimiento de las actividades propuestas en este PVA.

VII.2.2.1 Metas

El presente apartado presenta las acciones o actividades que se pretenden realizar para minimizar el impacto ambiental reconocido en las secciones anteriores del presente documento, para lo cual fue necesario diseñar medidas de prevención y mitigación. Durante este proceso se identificaron dos tipos de medidas: preventivas y de mitigación las cuales se describen a continuación:

- *Medidas preventivas*: aquellas que evitan la aparición del efecto, modificando los elementos definitorios de la actividad (tecnología, diseño, traslado, tamaño, materias primas, otros).

- *Medidas de mitigación*: aquellas medidas diseñadas para impactos recuperables, dirigidas a anular, atenuar, corregir o modificar las acciones y efectos sobre: Procesos productivos (técnicos), condiciones de funcionamiento, factores del medio como agente transmisor, factores del medio como agente receptor u otros parámetros modificando el efecto hacia otro de menor magnitud o importancia.

VII.2.2.2 Metodología

El proceso de búsqueda y evaluación de propuestas de medidas de mitigación se estructuró considerando los siguientes pasos:

1. *Identificación de ideas/posibilidades*, partiendo de la estructura que definió y describió los impactos y sus relaciones, se elaboró un conjunto de propuestas (lista de posibilidades) para prevenir o mitigar los impactos ambientales.
2. *Se depuró* la lista de posibilidades de cada propuesta, mediante un proceso de valoración en términos de su eficiencia y viabilidad técnica y económica.

Documento Técnico Unificado

Complejo Ecoturístico Riviera Maya

3. Se realizó una *selección* de las medidas que hubieran satisfecho los tres criterios de valoración empleados.
4. Se realizó una descripción de cada medida de mitigación seleccionada para establecer algunos lineamientos que la definieran, sintetizaran su descripción y permitieran establecer su umbral de ejecución.

Factores ambientales, tipos de impactos ambientales e indicadores seleccionados.

Para las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, se seleccionó la información referente al factor ambiental, tipos de impactos ambientales e indicadores seleccionados. A efecto de facilitar un mejor entendimiento, esta información se presenta de forma tabulada, por lo que a continuación se enlista la clasificación de los impactos ambientales:

1. *Positivo o negativo*: En términos del efecto resultante en el ambiente.
2. *Directo o indirecto*: Si es causado por alguna acción del proyecto o es resultado del efecto producido por la acción.
3. *Acumulativo*: Es el efecto que resulta de la suma de impactos ocurridos en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
4. *Sinérgico*: Se produce cuando el efecto conjunto de impactos supone una incidencia mayor que la suma de los impactos individuales.
5. *Temporal o permanente*: Si es por un periodo determinado o es definitivo.
6. *Reversible o irreversible*: Dependiendo de la posibilidad de regresar a las condiciones originales.
7. *Continuo o periódico*: Dependiendo del periodo de tiempo en que se manifieste.
8. *Residual*: es el impacto que persiste después de la aplicación de las medidas.

Levantamiento de la información, interpretación de la información y retroalimentación de resultados.

Para este punto, se ha establecido en el indicador de cumplimiento, la forma en la que se deberá recolectar la información y/o evidencia y la correcta aplicación de la actividad planteada, a efecto de garantizar la aplicación de la medida de prevención o mitigación de impactos ambientales respectivos. La evidencia de cumplimiento quedará contenida en un reporte, el cual será revisado y retroalimentado por personal especializado de la promotora, quien determinará la necesidad de realizar alguna modificación en el cumplimiento de alguna actividad en lo particular. La evidencia documental podrá ser un escrito en formato libre, que contenga por lo menos la información del número de actividad a modificar, la causa de la modificación y la forma en que se acuerda su modificación.

Documento Técnico Unificado
Complejo Ecoturístico Riviera Maya

En la **Tabla VII.1**

, se enlistan y describen las medidas a aplicar para la minimización de los impactos, con respecto a las etapas de Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. Con respecto a la etapa de Abandono, en la sección II se presentan los lineamientos generales una vez concluida la vida útil del proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla VII.1, Programa de Vigilancia Ambiental para la Implementación de Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
ETAPA DE PREPARACIÓN DE SITIO Y CONSTRUCCIÓN						
Fauna	Afectación a la fauna durante actividades de desmante y despilme (Perdida Cobertura Vegetal)	Negativo, Directo, Temporal	Preventiva	De manera previa a las actividades de desmante y despilme, se realizará el ahuyentamiento de fauna. En caso de encontrarse fauna dentro del predio, se procederá a la captura y liberación de los ejemplares en predios ambientalmente similares, en sitios cercanos al proyecto.	Proteger la fauna nativa del área.	Reporte de las actividades llevadas a cabo para la captura y liberación del ejemplar. El reporte deberá ir acompañado de un reporte fotográfico.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Indirecto, Temporal	Preventiva	Delimitar el frente de obra para evitar afectaciones a las áreas contiguas	Resguardo de áreas aledañas al predio.	Fotografías que evidencie la delimitación del área del proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
					Mantener sin modificaciones predios aledaños.	
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaboración de inventario de residuos a generar e identificar prestadores de servicio autorizados para disposición final.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos.	Copia de inventario de residuos generados donde se especifique el prestador de servicio a utilizar.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Recolectar los residuos no peligrosos (escombro, madera, plástico) para su retiro del sitio, evitando su acumulación en el frente de obra.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos.	Fotografías que evidencie la colocación de los depósitos de residuos.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Colocar depósitos de residuos sólidos domésticos en el frente de obra para impedir la acumulación de basura y arribo de fauna nociva por acumulación de residuos en la superficie del suelo. Los recipientes deberán estar identificados especificando el tipo de residuo que deberá colocarse en ellos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo por lixiviados de residuos. Evitar mezcla de residuos.	Fotografías que evidencie la colocación de los depósitos de residuos. Verificación semanal del estado de los contenedores.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Utilizar contratistas autorizados por SEMARNAT y SCT para la disposición	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos	Manifiestos de disposición de residuos. Copia de autorizaciones

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				final de residuos peligrosos.	generados en el sitio.	de prestadores de servicio.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Utilizar prestadores de servicio autorizados por la autoridad ambiental del estado para la disposición final de los residuos no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos generados en el sitio.	Copia de autorizaciones de prestadores de servicio y de manifiestos o notas de remisión.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Disposición periódica de los residuos no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de contaminación de suelo.	Manifiestos de residuos no peligrosos o notas de remisión.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Disposición periódica de los residuos peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar posibilidad de	Manifiestos de residuos peligrosos

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
					contaminación de suelo.	
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Asignar un responsable técnico capacitado en temas ambientales para que registre en bitácora de obra la generación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Seguimiento adecuado de los residuos generados en el sitio. Prevenir la contaminación del suelo.	Copia simple de bitácora de obra donde se evidencie el registro de los residuos generados.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Establecer la prohibición para desarrollar labores de mantenimiento a maquinaria y equipo que se utilice en la obra para evitar la contaminación de escurrimientos pluviales y suelo con	Mantenimiento de la estructura y calidad del suelo.	Suelo

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				el arrastre de lubricantes, aceites y materiales en general.		
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar el inventario de sustancias que se manejarán durante estas etapas y determinar las medidas de seguridad para su manejo, capacitando al personal que utilizará dichas sustancias.	Prevenir la contaminación del suelo. Mantener las características fisicoquímicas del suelo igual. Evitar contaminación por derrames.	Copia simple del inventario de sustancias manejadas en sitio donde se establezcan sus características de riesgo.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Solicitar al contratista un programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo que se utilizará en la obra.	Disminuir la emisión de contaminantes por la quema de gasolina y/o diésel.	Copia simple de programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Temporal	Mitigación	Humedecimiento del terreno	Disminuir el levantamiento de polvo durante el movimiento de tierra	Evidencia fotográfica y facturas de las pipas de agua que brindarán el servicio
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Solicitar al contratista la identificación de las zonas y/o actividades que requieran del uso de equipo de protección auditiva, requiriendo la instalación de señales y avisos de seguridad.	Disminuir la contaminación por ruido y proteger al personal.	Fotografías que evidencien la identificación del equipo de protección personal requerido en el predio durante las actividades constructivas
Servicio Ambiental Afectado	Impactos Sociales	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
PREPARACIÓN DEL SITIO						

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Socioeconómico	Oportunidades laborales	Positiva, Directa, Periódico	Compensación	Contratación de trabajadores de las localidades cercanas al proyecto, a fin de generar empleos para la zona.	Aumento de oportunidades de trabajo.	No aplica.
Patrones de Vida	Interés social	Negativo, Directo, Temporal	Mitigación	Señalización del cruce de maquinaria pesada en vías de acceso al predio y, en caso de ser necesario el uso de bandereros para el control de tráfico.	Notificar a la población que transita por las vías de acceso del tránsito de maquinaria pesada en el área.	Fotografías de la señalización colocada.
ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO						
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Mantenimiento de los equipos de acuerdo con indicaciones del fabricante para disminuir el ruido	Disminución de la contaminación por ruido	Evidencia de mantenimiento de equipos

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				generado por los mismos.		
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Uso de vehículos de bajas emisiones a la atmosfera	Disminución de emisiones de GEI	Evidencia uso de este tipo de vehículos y su mantenimiento
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar una evaluación del nivel sonoro en las áreas del proyecto, determinando las zonas en las que se requiere equipo de protección auditiva para los trabajadores, señalizándolas mediante la instalación de señales y avisos de seguridad.	Disminuir la contaminación por ruido y proteger al personal.	Reporte de monitoreo de ruido en el área del proyecto para evidenciar conformidad con la normatividad aplicable

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Aire	Contaminación del aire / Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Realizar la evaluación del nivel sonoro en las áreas perimetrales.	Detectar las áreas fuera de norma e implementar una acción correctiva.	Reporte de monitoreo de ruido perimetral.
Aire	Confort Sonoro	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Instalación de áreas verdes como zonas de amortiguamiento/ áreas de conservación	Disminuir el ruido generado por la operación a los huéspedes y al exterior.	Evidencia fotográfica
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y aplicarlo.	Hay que asegurar que en los equipos de combustión, ésta sea completa, minimizando la emisión de contaminantes a la atmosfera.	Copia del programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la instalación.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y	Asegurar la eficiencia de los equipos	Copia del programa de mantenimiento preventivo y

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				correctivo de los equipos de control		correctivo de la instalación.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	<p>Realizar un inventario de las sustancias que se manejarán, identificando aquellas que se encuentren en el listado RETC.</p> <p>En caso de incluir una nueva sustancia, reportar sus emisiones a través de la COA.</p>	Identificar el tipo de emisiones resultantes por el proyecto y minimizar de ser posible el uso de este tipo de sustancias para no incrementar la contaminación del aire.	<p>Inventario de sustancias manejadas durante la operación (incluyendo copia de su hoja de seguridad en español).</p> <p>Identificación de aquellas sustancias manejadas que se encuentren en el listado de sustancias RETC.</p> <p>Copia de la COA al año siguiente de la entrada en</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
						operación de la instalación.
Aire	Contaminación del aire	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Se utilizará energía renovable.	Se disminuirá la cantidad de GEI asociadas con la operación del Proyecto	Reporte de consumo energético en concordancia con su fuente.
Fauna	Pérdida de hábitat	Negativo, Directo, Temporal	mitigación	Se realizará la instalación de pasos de fauna para mantener la interacción y el desplazamiento de las poblaciones silvestres.	Proteger la fauna nativa del área.	Reporte de las actividades llevadas a cabo. Evidencia fotográfica
Flora	Pérdida de cobertura	Negativo, Directo, Temporal	mitigación	Se dejarán áreas de vegetación nativa sin remover en el predio del proyecto.	Proteger la flora nativa del área.	Evidencia fotográfica

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Inventariar, clasificar y caracterizar los residuos peligrosos y no peligrosos, realizando su manejo de acuerdo con sus procedimientos internos.	Manejo adecuado de residuos.	Bitácora y manifiestos de residuos
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Registrarse como generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la actualización del alta de residuos ante SEMARNAT.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaborar Plan de Manejo de Residuos Peligrosos	Manejo adecuado de residuos. Establecer medidas de minimización y reciclaje de residuos.	Presentación del Plan de Manejo de Residuos ante SEMARNAT

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
					Cumplimiento con requerimiento legal.	
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Darse de alta como generador de residuos no peligrosos ante la autoridad ambiental estatal.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la actualización del alta de residuos
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Reportar la generación de residuos en la COA Estatal.	Manejo adecuado de residuos. Cumplimiento con requerimiento legal.	Copia de la COA aplicable al año siguiente de la entrada en operación de la instalación.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Elaborar Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial	Manejo adecuado de residuos. Establecer medidas de minimización y reciclaje de residuos.	Autorización del Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
					Cumplimiento con requerimiento legal.	
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Capacitar al personal en los procedimientos de segregación y manejo de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo. Disminuir generación de residuos por mezcla.	Programa de capacitación anual y copia de material de la capacitación. Lista de asistencia del personal, incluyendo nombre y fecha en que recibió la capacitación.
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Supervisar la correcta utilización de los almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos.	Manejo adecuado de residuos. Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo.	Lista de verificación de las condiciones de los almacenes de residuos.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
					Disminuir generación de residuos por mezcla.	
Agua	Contaminación del agua	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Manejo adecuado de las aguas residuales del proyecto	Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo.	Comprobantes del adecuado manejo del agua residual.
Agua	Contaminación del agua	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Instalación de PTAR para el manejo de agua residual	Minimizar la probabilidad de contaminación por mal manejo.	Comprobantes del adecuado manejo del agua residual.
Agua	Disponibilidad de agua	Negativo, Directo, Continuo	Mitigación	Uso del agua tratada, para riego de áreas verdes y servicios generales	Minimizar el consumo de agua en las instalaciones.	Medición del volumen de agua (flujómetro).
Agua	Disponibilidad de agua	Negativo, Directo, Continuo	Mitigación	Se realizará el retrolavado de los filtros de las albercas y el agua se	Minimizar el consumo de agua en las instalaciones.	Bitácora de realización de la actividad.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				reutilizará en el riego de áreas verdes		
Agua	Disponibilidad de agua	Negativo, Directo, Continuo	Mitigación	Reúso de agua de regaderas y lavabos, para su uso en los sanitarios, específicamente para el W.C.	Minimizar el consumo de agua en las instalaciones.	Bitácora de mantenimiento de las instalaciones de reúso de agua.
Agua	Disponibilidad de agua	Negativo, Directo, Continuo	Mitigación	Captación de agua de lluvia. La cubierta del Jardín botánico será utilizada para captación de agua de lluvia almacenándola en dos cisternas, cuyo volumen total será de 350 m ³ , esto considerando un evento de lluvia máxima. El agua de lluvia almacenada.	Minimizar el consumo de agua en las instalaciones.	Bitácora de mantenimiento de esta infraestructura.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
Suelo	Contaminación del suelo	Negativo, Directo, Continuo	Preventiva	Mantenimiento periódico cuarto de máquinas	Manejo adecuado de residuos. Minimizar probabilidad de contaminación por fuga en la fosa.	Programa de mantenimiento Copia de los reportes emitidos por el contratista.
Socioeconómico	Confort Sonoro	Positivo Directo, Continuo	Compensación	Instalación de áreas verdes	Aumentar la calidad del paisaje en el sitio del proyecto.	Evidencia fotográfica
Socioeconómico	Oportunidades de empleo	Positivo, Directo, Continuo	Compensación	Contratación de trabajadores de las localidades cercanas del proyecto, a fin de generar empleos para la zona.	Aumento de oportunidades de trabajo.	No aplica.
Socioeconómico	Oportunidades de empleo	Positivo, Directo, Continuo	Compensación	Contratación de servicios en la región, tales como: transporte y disposición de residuos, incluyendo	Aumento de oferta de servicios	No aplica

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Servicio Ambiental Afectado	Impacto Ambiental	Tipo de Impacto	Tipo de Medida	Actividad	Efecto esperado sobre el servicio ambiental afectado	Indicador de cumplimiento seleccionado
				disposición del agua residual.		

VII.2.3 Programa de Rescate y reubicación de flora y fauna

VII.2.3.1 Metas

La meta principal de este programa es la prevención y la mitigación de impactos que el presente proyecto puede tener sobre la flora y la fauna en el sitio propuesto. Este programa estará en concordancia con la Nueva Ley General de Vida Silvestre (NLGVS) para el cuidado de los organismos. Dentro de las metas del presente programa se tienen:

- I. Evitar afectaciones a especies de flora y fauna listadas bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras especies que tengan una gran importancia ecológica o presenten un lento crecimiento.
- II. Realizar el ahuyentamiento de la fauna que se encuentra en el sitio antes de realizar actividades en el predio.
- III. Proveer seguimiento de por lo menos 2 años a los especímenes de flora reubicados para asegurar su sobrevivencia.

VII.2.3.2 Responsables del desarrollo

El departamento ambiental del Promoviente será el responsable de la ejecución de este programa, en conjunto con el contratista a cargo de la construcción, quien también será responsable de prevenir las afectaciones a la biota del lugar con el fin de evitar la total degradación de los especímenes que se encuentran en el sitio.

VII.2.3.3 Metodología

En primera instancia se evitará la afectación de cualquier área con flora hasta que un experto haya evaluado el sitio y se haya determinado de cuales individuos será necesario realizar el rescate mediante el marcaje de cada uno de los individuos a ser rescatados.

En el caso de los nidos o madrigueras, estos deberán ser ubicados mediante GPS, manejados por especialistas y reubicados en sitios aledaños que presenten características similares en las que fueron encontradas, registrando sus coordenadas finales en la bitácora y con evidencia fotográfica que servirá como registro de las actividades realizadas.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

*VII.2.3.4 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los
impactos ambientales*

Conservación de flora

Los lineamientos generales que la promovente y los contratistas deberán acatar para la conservación de flora incluyen los siguientes:

- Ejecutar los trabajos de construcción solamente en áreas liberadas y autorizadas por los responsables de Medio Ambiente del proyecto.
- Concientizar al personal involucrado en las actividades del proyecto acerca de la importancia biológica, ecológica y económica de las especies de flora que se encuentran en la zona del proyecto.
- Reportar el avistamiento o peligro de cualquiera de las especies protegidas de flora en áreas del proyecto.
- Prohibir la remoción y/o extracción de flora en cualquier área del Proyecto, excepto en aquellas áreas previamente autorizadas y liberadas por el personal ambiental previa solicitud, evaluación y registro.
- Prohibir el daño y/o tráfico de cualquier especie de flora, en especial de las que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Prohibir la tala o afectación de los árboles, arbustos o plantas en general en áreas no autorizadas, limitando el desmonte y despalme a las áreas delimitadas del Proyecto para esta actividad.
- Prohibir la acumulación de material producto del desmonte y despalme fuera de los límites del área autorizada del proyecto.
- Prohibir la quema de árboles, arbustos, hierbas o partes de ellos dentro del predio del proyecto.
- Prohibir el uso de químicos o del fuego para las actividades de limpieza, desmonte, deshierbe o de otra índole que pueda afectar a la flora.
- Prohibir el vertimiento de sustancias tóxicas o cualquier otro material sobre la vegetación o al pie de estas que les cause daño, la muerte o que afecten su desarrollo natural.
- Prohibir el uso de áreas de vegetación que funjan como almacenes de maquinaria o estacionamientos temporales.
- Limitar el tránsito de vehículos a las áreas destinadas para su circulación con el fin de evitar la afectación de áreas con vegetación natural.
- Verificar periódicamente las condiciones de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar derrames de aceites u otras sustancias contaminantes al suelo y la vegetación.
- Integrar la información relativa a la protección de flora en el reporte mensual.
- .

Rescate de flora

Es obligación del contratista que realice los trabajos de rescate y reubicación de flora el obtener previamente la autorización para el inicio de estos por parte de la promovente. Este contratista deberá además integrar la información relativa a los trabajos de rescate y reubicación de flora en sus reportes mensuales y reporte final, incluyendo entre otros:

- Todos los requisitos establecidos en el marco legal y normativo, este PVA, reglamentos y los programas y procedimientos referidos;
- Programa de áreas de rescate de acuerdo con los Planes y Programas de Construcción;
- Planes y procedimientos de rescate y reubicación:
 - Personal, equipo, maquinaria y materiales a ocupar
 - Marcaje y señalización de los ejemplares de las especies a rescatar
 - Identificación de cada individuo mediante una etiqueta plástica que contenga, número, lugar y fecha de rescate, anotando estos datos en un formato autorizado
 - Procedimientos de extracción, traslado, resguardo y trasplante de ejemplares
 - Mantenimiento y seguimiento del índice de supervivencia (deberá ser mayor al 85%)
- Superficie de las áreas liberadas, porcentaje de avance de rescate;
- Cantidad total de ejemplares por especie y cantidad de ejemplares marcados, rescatados, y reubicados; y
- Memoria Fotográfica con descripción.

Los contratistas deberán conservar y mantener en el sitio del proyecto toda la documentación relativa a la conservación de la flora del proyecto, así como entregar las bitácoras de campo a la promovente como comprobante de la realización de las actividades de rescate. El contratista deberá incluir las medidas correctivas necesarias en caso de que se identifique alguna desviación en la ejecución de las actividades.

Conservación de Fauna

Las actividades de este apartado tienen por objeto la identificación, protección, rescate, y reubicación de las especies de fauna en el área del Proyecto, enfocándose en las listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las de lento desplazamiento (reptiles y mamíferos pequeños).

Los lineamientos generales que se acatarán para la conservación de fauna incluyen los siguientes:

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Ejecutar los trabajos de construcción solamente en áreas liberadas y autorizadas por los responsables de Medio Ambiente del proyecto;
- Concientizar al personal involucrado en las actividades del proyecto acerca de la importancia biológica, ecológica y económica de las especies de fauna que se encuentran en la zona del proyecto;
- Reportar el avistamiento o peligro de cualquiera de las especies protegidas de fauna en áreas del proyecto;
- Prohibir los daños o disturbios a la fauna en cualquier área del proyecto;
- Prohibir el tráfico de cualquier especie de fauna, en especial de las que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Prohibir la caza de fauna silvestre;
- Verificar periódicamente las condiciones de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar derrames de aceites u otras sustancias contaminantes al suelo y la vegetación y por consiguiente a la fauna; e
- Integrar la información relativa a la protección y conservación de la fauna en los reportes mensuales.

Rescate de fauna

Es obligación del contratista que realice los trabajos de rescate y reubicación de fauna el obtener previamente la autorización para el inicio de estos por parte de la promovente. El rescate de fauna estará enfocado en la reubicación de nidos, madrigueras y similares, así como también en la captura y liberación de especies de lento desplazamiento y aquellas listadas en la NOM-SEMARNAT-2010. El contratista deberá además integrar la información relativa a los trabajos de rescate y reubicación de fauna en sus reportes mensuales y reporte final, incluyendo entre otros:

- Todos los requisitos establecidos en el marco legal y normativo, este PVA, reglamentos y los programas y procedimientos referidos;
- Programa de áreas de rescate de acuerdo con los Planes y Programas de Construcción;
- Planes y procedimientos de rescate y reubicación:
 - Personal, equipo, maquinaria y materiales a ocupar
 - Recorridos para capturar serpientes
 - Revisión de trampas el día siguiente por las mañanas y las noches
 - Procedimientos de captura, traslado y liberación de ejemplares
 - Registro de cada individuo que contenga, especie, número, lugar y fecha de rescate y liberación en un formato autorizado
 - Procedimientos de extracción, traslado, resguardo y trasplante de ejemplares
- Superficie de las áreas liberadas, porcentaje de avance de rescate;

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Cantidad total de ejemplares por especie y cantidad de ejemplares capturados, rescatados, y liberados; y
- Memoria fotográfica descriptiva

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.4 Programa de Manejo Sustentable del Agua y Conservación de la Calidad

VII.2.4.1 Metas

La meta principal de este programa es realizar y promover un manejo sustentable del recurso hídrico dentro de todas las etapas y actividades que involucra el presente Proyecto. Dentro de las metas del presente programa se tienen:

- I. Evitar la contaminación de cuerpos de agua y el mar.
- II. Promover el uso eficiente del recurso hídrico.

VII.2.4.2 Responsables del desarrollo

El departamento ambiental del Promovente será el responsable de la ejecución de este programa, en conjunto con el contratista a cargo de la construcción, quien también será responsable del manejo adecuado de los residuos, con el fin evitar una posible contaminación a cuerpos de agua y el mar, así como de verificar que no existan fuentes de contaminación hacia los mismos durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Durante la etapa de operación del Proyecto, el responsable de dar seguimiento a estas actividades será el departamento ambiental del Promovente y el contratista a cargo de la operación y mantenimiento de las instalaciones del proyecto.

VII.2.4.3 Metodología

En primera instancia se evitará la intervención/modificación de cualquier escurrimiento durante cualquiera de las etapas del Proyecto, con esta medida se asegurará que el flujo hidrológico del sistema ambiental del Proyecto no sea severamente afectado por la instalación de la infraestructura del Proyecto.

Con respecto al uso optimizado del recurso hídrico, se realizarán inspecciones periódicas para detectar posibles pérdidas dentro del sistema de conducción de agua, así como un estricto control sobre el riego de caminos mediante el análisis de estadísticas de consumo. Simultáneamente, se tendrá un sistema de verificación mediante recorridos e inspecciones para asegurar que no existan posibles fuentes de contaminación hacia cuerpos de agua.

Adicionalmente, se creará conciencia en los huéspedes del hotel mediante la distribución de panfletos y notas de comunicación de la importancia de cuidar el agua, así como señalando técnicas y consejos para promover el ahorro de agua.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.4.4 *Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales*

El Proyecto prevé la generación de agua residual sanitaria de las habitaciones, restaurantes, de las actividades de limpieza, así como del área de lavandería derivada de la operación normal del proyecto. Las aguas residuales sanitarias serán conducidas a la PTAR correspondiente para su posterior descarga conforme a la legislación aplicable. Las aguas residuales se generarán a lo largo de toda la vida útil del Proyecto.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono, se instalarán sanitarios portátiles para los trabajadores de la obra, por lo que no se consideran descargas de agua residual sanitaria. El agua residual generada en los sanitarios portátiles será dispuesta a través de un prestador de servicio autorizado, para darle un tratamiento y disposición final.

Con el propósito de minimizar la cantidad de agua requerida para el Proyecto, y reducir la afectación en términos de disponibilidad del agua, se realizarán las siguientes acciones:

- 1) Inspecciones semestrales a la red de distribución de agua de los equipos para identificar posibles fugas y/o pérdidas de agua;
- 2) Utilizar solo agua tratada para el riego de caminos y áreas de construcción. En caso de que se identifique un consumo excesivo de agua para riegos, se deben buscar alternativas como el uso de supresores químicos en los caminos.
- 3) Se fomentará el cuidado y el correcto uso del recurso hídrico en el personal que labora en el Proyecto a través de campañas de educación ambiental y de concientización, con lo que se espera crear una cultura de cuidado hacia el ambiente.
- 4) Se reusará el agua proveniente de las regaderas para riego de áreas verdes y uso en servicios generales (como WC y lavado de superficies).
- 5) Se reusará el agua tratada para riego de áreas verdes y uso en servicios generales (como WC y lavado de superficies).
- 6) Se captará el agua del jardín botánico para el riego de áreas verdes.
- 7) El agua del proceso de retrolavado de los filtros de la alberca se utilizará para el riego de áreas verdes y uso en servicios generales (como WC y lavado de superficies).

Para evitar la contaminación del recurso agua, se realizarán las siguientes acciones:

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- 8) Para el almacenamiento de productos químicos, se utilizarán únicamente contenedores adecuados al tipo de sustancia y en buen estado.
- 9) El manejo de químicos se realizará en superficies del Proyecto donde se cuente con piso de concreto y sistemas de contención de posibles derrames.
- 10) No se realizará ningún tipo de descarga no autorizada a cuerpos de agua o alcantarillados de sustancias químicas, residuos o de alguna otra sustancia que pudiera causar algún tipo de contaminación.
- 11) Se contará con Plantas tratadoras de aguas residuales que mejorarán la calidad del 100% de los efluentes conforme a la NOM-SEMARNAT-001-1996 previo a su descarga.

VII.2.4.5 Indicadores de realización

Los indicadores son parámetros empleados para la evaluación del estado de un sistema, en este caso los indicadores se utilizarán para proporcionar seguimiento a actividades específicas que reflejan el desempeño o condición ambiental de un parámetro de interés. A continuación, se presentan los indicadores que serán utilizados para asegurar un uso sustentable del agua y conservar su calidad.

$$\begin{aligned} & \textit{Agua residual manejada adecuadamente} \\ & = \frac{\textit{Agua residual dispuesta de manera autorizada}}{\textit{Agua residual total generada}} * 100 \end{aligned}$$

$$\textit{Mantenimiento de PTAR} = \frac{\textit{\# de Mantenimientos realizado}}{\textit{\#de Mantenimientos programados}} * 100$$

$$\textit{Mantenimiento de Planta desaladora} = \frac{\textit{\# de Mantenimientos realizado}}{\textit{\#de Mantenimientos programados}} * 100$$

$$\textit{Mantenimiento de pozos de extracción} = \frac{\textit{\# de Mantenimientos realizado}}{\textit{\#de Mantenimientos programados}} * 100$$

$$\textit{Análisis de calidad de agua} = \frac{\textit{\# de muestreos realizados}}{\textit{\#de muestreos requeridos por normatividad}} * 100$$

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Con el propósito de corroborar que no existan descargas irregulares de alguna sustancia que pueda causar algún tipo de contaminación al agua, se realizarán recorridos e inspecciones mensuales en las cuales se revisarán puntos de interés. Como evidencia se mantendrá una bitácora de los recorridos y las acciones correctivas realizadas.

VII.2.4.6 *Indicador de eficacia*

Una vez que se implementan las medidas de prevención y mitigación referentes a la conservación de la calidad de agua, se podrá evaluar su eficiencia a través de los siguientes indicadores

prevención de la contaminación

$$= \frac{1 + \# \text{ de posibles fuentes de contaminación de agua detectadas}}{1 + \# \text{ de posibles fuentes de contaminación de agua eliminadas}} * 100$$

contaminación de agua

$$= \frac{1 + \# \text{ de casos de contaminación de agua detectadas}}{1 + \# \text{ de posibles fuentes de contaminación de agua eliminadas}} * 100$$

Respecto a estos indicadores, lo deseable es que ambos presenten siempre un valor de 100, ya que una variación en este valor indicaría una posible contaminación y/o deficiencia en el manejo del recurso hídrico.

VII.2.4.7 *Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados*

En ambos casos, se pretende que en una condición óptima del componente ambiental sea cuando los indicadores presentan un valor igual a 100, ya que esto se traduce en que, no se detectaron fugas o fuentes de contaminación durante la inspección, y las que se detectaron fueron atendidas oportunamente.

VII.2.4.8 *Calendario de comprobación*

Como se mencionó anteriormente, se espera que las medidas propuestas en el plan de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad promuevan de manera eficiente el uso sustentable de este recurso.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Las medidas de prevención y/o mitigación de impactos propuestas en el presente Programa de Vigilancia Ambiental, tienen un campo de aplicación muy diverso y beneficiarán diferentes parámetros ambientales. Debido a esta característica, la periodicidad del tiempo de comprobación también será variable en concordancia con cada medida de mitigación.

VII.2.4.9 Punto de comprobación

La vigilancia en este aspecto del Proyecto es una actividad sencilla, pues la infraestructura está considerada para su operación a largo plazo y consiste básicamente en la inspección visual periódica de los siguientes aspectos.

1. Inspección de tuberías
2. Detección y corrección de fugas
3. Mantenimiento de las PTAR
4. Mantenimiento de los pozos de extracción de agua
5. Mantenimiento de la planta desaladora
6. Muestreos de calidad de agua
7. Eliminación de las fuentes de contaminación en el Proyecto, con énfasis en posibles descargas de agua residual y/o materiales en cuerpos de agua.

VII.2.4.10 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria se presente, se tomarán las medidas necesarias para prevenir la contaminación del agua a través de corrección de fugas, eliminación de descargas y/o capacitación adicional del personal para prevenir la contaminación del agua.

VII.2.5 Programa de Prevención de la Contaminación del Suelo

VII.2.5.1 Metas

Este programa tiene como objetivo el establecer los mecanismos y actividades que contribuyan a:

- I. Prevenir la contaminación del suelo.
- II. Prevenir la pérdida de suelo.
- III. Mitigar los impactos ambientales del Proyecto hacia este factor ambiental.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.5.2 Responsables del desarrollo

La responsabilidad de la aplicación de este programa estarán a cargo del Departamento Ambiental del Promovente y de los contratistas designados para el Proyecto.

VII.2.5.3 Metodología

Existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelo, las cuales se aplican principalmente para mitigar los procesos de degradación de suelos que se dan por la actividad antropogénica. Debido a que en el área se instalará un complejo ecoturístico, la mayor parte del Proyecto estará compactada, por lo que el establecimiento de las medidas de conservación estará encaminado a la preservación del suelo fértil. Esta acción se puede lograr mediante la siguiente práctica:

- 1) El proceso de rescate de suelo fértil consiste en la relocalización de la capa fértil de suelo en un sitio adecuado para su conservación.
- 2) Los excedentes de la nivelación, junto con el producto de las excavaciones en la etapa de construcción, serán mezclados y dispersados en capas uniformes y secuenciales de 20 cm de espesor, en las áreas verdes de la instalación, así como en otras áreas designadas para este propósito. El material disperso deberá tener una pendiente máxima de 5% a fin de no propiciar erosión.

Prácticas para la preservación del suelo

El suelo que será removido de las actividades de preparación del sitio y construcción será reacomodado en las áreas verdes del Proyecto o en alguna otra zona que se determine apropiada para este propósito. La vegetación removida que no pueda ser rescatada y reubicada, será triturada y almacenada junto con el suelo, para que la degradación de la materia orgánica contribuya al enriquecimiento de nutrientes y minerales del suelo.

El suelo permanecerá en esta locación durante toda la vida útil del Proyecto, ya que el suelo fértil almacenado se utilizará para la recuperación del sitio como parte de las actividades de Abandono.

Prevención de la contaminación del suelo.

La prevención de la contaminación implica el uso de materiales, procesos o prácticas que reducen o eliminan la generación de contaminantes o residuos desde la fuente. Durante todas las etapas del desarrollo del presente Proyecto se tendrán practicas enfocadas a la prevención de la contaminación de suelo, tales como:

- 1) Delimitación de áreas de estacionamiento de maquinaria.
- 2) Manejo adecuado de residuos.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- 3) Colocación de sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, construcción y abandono del sitio.
- 4) Restricciones al mantenimiento de maquinaria dentro del predio.
- 5) Almacenes temporales de residuos.
- 6) Utilización de transportistas y sitios de disposición autorizados por las autoridades competentes.
- 7) Implementación de un sistema de bitácoras y manifiestos para asegurar la trazabilidad de los residuos generados.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.5.4 *Medidas para prevenir, mitigar o compensar la contaminación al suelo*

En la **Tabla VII.2** se presentan las medidas para la prevención o mitigación de la contaminación al suelo.

Tabla VII.2. Medidas para la prevención o mitigación de la contaminación al suelo

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
1	Delimitación del área sujeta a construcción	<p>Se llevará a cabo una delimitación adecuada del área para la construcción del Proyecto para evitar un impacto mayor, así como una mayor erosión.</p> <p>Responsables: Contratista y personal del Promovente. Ejecución: Contratista Supervisión: Personal del Promovente</p>	<p>Indicador de realización: Se espera que el impacto se presente en la etapa de preparación del sitio y construcción debido a las actividades de limpieza, trazo, nivelación del terreno y construcción.</p> <p>Indicador de efectos: las actividades de excavación podrán ocasionar un nivel mínimo de erosión en el área del Proyecto.</p>	<p>Umbral de alerta: al observar actividades fuera del área delimitada.</p> <p>Umbral inadmisibile: Desmunte y despalme fuera de las áreas autorizadas</p>	<p>Se tendrá una bitácora con evidencia fotográfica de la delimitación de las obras durante la etapa de construcción del Proyecto.</p> <p>La frecuencia de comprobación será quincenal durante las etapas de preparación del sitio y construcción.</p>	<p>En caso de que el personal contratista sobrepase los límites del permiso, se detendrán las actividades de construcción en la zona y se propondrán acciones correctivas.</p>

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
2	Delimitación del área destinada para el resguardo de maquinaria y equipo	<p>Se llevará a cabo una delimitación adecuada del área destinada para el resguardo de la maquinaria y equipo a utilizar, con el fin de evitar la propagación de manchas de aceite en el suelo.</p> <p>Se colocará algún elemento de contención debajo de los motores para evitar derrames o se considerará, la colocación de una plancha de concreto.</p> <p>Responsables: Contratista y personal del Promovente. Ejecución: Contratista Supervisión: Personal del Promovente</p>	<p>Indicador de realización: la totalidad de la maquinaria se encontrará dentro de esta área cuando no esté en uso.</p> <p>Indicador de efectos: se espera prevenir la contaminación al suelo mediante un programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, así como también mediante el uso de kits de derrames.</p>	<p>Umbral de alerta: suelo con manchas de aceite (2%) del área.</p> <p>Umbral inadmisibles: cantidad importante del suelo con manchas de aceite (5%).</p>	<p>Presentar evidencia fotográfica en la bitácora, así como el programa de mantenimiento de la maquinaria.</p> <p>Se comprobará de manera visual que la maquinaria sea estacionada en el área designada.</p>	En caso de que existan derrames mayores al 5%, del área del Proyecto, se detendrá el uso de la maquinaria para llevar a cabo actividades de remediación y control de la contaminación.
3	Manejo integral adecuado de los residuos generados	El personal deberá conocer e identificar con claridad los contenedores instalados en el sitio, los cuales deberán tener una capacidad adecuada y debidamente rotulados para la clasificación y separación de los residuos de manejo	<p>Indicador de realización: la totalidad de los residuos se manejará de forma adecuada.</p> <p>Indicador de efectos: se evitará la contaminación del suelo mediante el adecuado manejo de los residuos.</p>	<p>Umbral de alerta: cuando se detecte un manejo inadecuado de los residuos.</p> <p>Umbral inadmisibles: cuando se presente</p>	El personal deberá identificar y clasificar los residuos en los recipientes correspondientes. Se comprobará el adecuado manejo de los residuos a través de la recolección y	En caso de que se presente el umbral inadmisibles, se reforzarán los conocimientos del personal a través

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
		especial y peligrosos. Los residuos deberán transportarse por medio de empresas autorizadas a sitios que cuenten con los permisos correspondientes para disponer de los mismos.		una disposición incorrecta de los residuos o se detecte que pudiera provocar contaminación del suelo.	disposición de manera mensual.	de cursos de capacitación.
4	Colocación de sanitarios portátiles	Se colocarán sanitarios portátiles en el sitio del Proyecto. Con esta medida de evitará la defecación al aire libre y se evitará la generación de malos olores, contaminación del suelo, generación de fauna nociva u otros vectores de enfermedades. Responsables: Contratista y Ejecución: Contratista Supervisión: Personal del Promoviente	Indicador de realización: la totalidad de los trabajadores utilizará los sanitarios portátiles. indicador de efectos: se evitarán casos de defecación al aire libre.	Umbral de alerta: cuando se detecten olores debido al uso de sanitarios portátiles. Umbral inadmisibile: defecación al aire libre o derrame de aguas negras en los alrededores de los sanitarios.	Al instalar los sanitarios portátiles y cuando se de mantenimiento de las aguas sanitarias generadas. Se llevará una bitácora de mantenimiento y limpieza de los baños	En caso de alcanzar el umbral inadmisibile se recurrirá a la empresa contratista para que proceda a realizar las actividades pertinentes, así como un llamado a la no recurrencia
5	Atención a derrames	En caso de algún derrame, se deberá eliminar inmediatamente la fuente de contaminación. Se deberá remover el suelo contaminado.	Indicador de realización: n/a indicador de efectos: Limpieza del área afectada	Umbral de alerta: al observar suelo con señales de contaminación por alguna sustancia química.	En caso de que se identifique contaminación al suelo, esta deberá ser reportada a la autoridad para que	En caso de que se identifique un sitio contaminado, se realizará un análisis de las condiciones y

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

No.	Medidas de mitigación, compensación y/o prevención propuestas	Descripción de las medidas / Responsables	Indicadores	Umbrales	Calendario y punto de comprobación	Medidas de urgente aplicación
		Responsables: Contratista y personal del Promovente. Ejecución: Contratista Supervisión: Personal del Promovente		Umbral inadmisibles: al detectar fuentes de contaminación recurrente.	aplique lo conducente. Adicionalmente se llevará una bitácora de las actividades realizadas	acciones que causaron la contaminación para asegurar que no se repita

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

*VII.2.5.5 Análisis, procesamiento de datos e interpretación
de resultados*

El conjunto de los indicadores señalados en la tabla anterior (Tabla VI.5) proveerá información suficiente con respecto al estado del parámetro ambiental suelo. El objetivo de este programa es evitar la contaminación, cuando algunos de los indicadores presente un valor diferente a 100.

VII.2.6 Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Peligrosos

El presente Proyecto generará diversos residuos de manejo especial, principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Por lo que se espera generar residuos de metal, material de embalaje de los equipos, plásticos, y pedacería de madera.

Por otro lado, durante la etapa de operación se generarán residuos provenientes del mantenimiento de maquinaria y equipo, así como residuos provenientes de las habitaciones, de los restaurantes, áreas comunes y de oficinas del hotel.

Es importante mencionar que la totalidad de los residuos que serán generados por las actividades del Proyecto, serán manejados y dispuestos de manera adecuada conforme a la legislación correspondiente, con lo cual se evitará la posibilidad de que se produzca contaminación en el sitio a partir de los residuos generados.

VII.2.6.1 *Objetivos*

Los objetivos del programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos consisten en:

- I. Minimizar la generación de residuos.
- II. Promover la reutilización y reciclaje de los residuos.
- III. Prevenir la contaminación ambiental debido al manejo de residuos.

VII.2.6.2 *Responsables del desarrollo*

Dentro de la plantilla de trabajadores del departamento ambiental del Promoviente se tendrá a un encargado con capacitación específica, el cual, estará a cargo de verificar que los residuos se manejen en concordancia con los lineamientos establecidos en los ordenamientos legales aplicables, desde el punto de generación, hasta el sitio de disposición final de los mismos.

VII.2.6.3 *Metodología*

La gestión de residuos engloba todas las actividades necesarias para el manejo y disposición final de los mismos. De manera general para todos los tipos de residuos, se realizarán las siguientes actividades dentro del sitio del Proyecto:

- Segregación de los residuos. Se deberá considerar por lo menos la separación en 3 recipientes distintos: residuos orgánicos, reciclables y residuos a disposición final.
- Integración de los residuos orgánicos. Estos residuos podrán incorporarse al suelo rescatado a fin de enriquecerlo.
- Disposición adecuada de los residuos que no sean susceptibles de reciclaje o tratamiento.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Supervisión para evitar la disposición de residuos en áreas no autorizadas.
- Educación ambiental. Se deberá inculcar a los trabajadores el cuidado del entorno, promoviendo la colecta y la adecuada segregación de los residuos.
- Vinculación con empresas de reciclaje.

VII.2.6.4 *Residuos de manejo especial*

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se generará una gran cantidad de residuos de manejo especial. La siguiente tabla (**Tabla VI.6**) presenta los residuos de manejo especial que se espera serán generados en el proyecto, así como también el lugar de almacenamiento temporal y disposición final.

Tabla VI.6. Residuos de manejo especial en el Proyecto

Residuo	Tipo de residuo	Disposición temporal	Disposición final
Plástico	Manejo Especial	Almacén temporal de residuos de manejo especial	Prestador de servicios autorizado
Domésticos	Sólidos Urbanos		
Restos de comida	Sólidos Urbanos		
Papel reciclable	Sólidos Urbanos		
Madera (embalaje y utilizados en procesos)	Manejo Especial		
Cartón reciclable (solo los utilizados en procesos)	Manejo Especial		
Vidrio	Sólidos Urbanos		
Chatarra	Manejo Especial		

Este tipo de residuos será colectado en tambos metálicos de 200 litros que no presenten abolladuras ni fugas, y posteriormente colocados en el almacén de residuos de manejo

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

especial hasta que sean colectados por un prestador de servicios autorizado para su transporte hasta un sitio de disposición final.

VII.2.6.5 Residuos peligrosos

Estos residuos son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, (clasificación CRETIB) así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

En la **Tabla VII.3** se presentan los residuos peligrosos que se espera serán generados en el proyecto, así como también su clasificación de peligrosidad, el lugar de almacenamiento temporal y disposición final.

Tabla VII.3 Residuos de manejo especial en el Proyecto

Residuo	Tipo de residuo	CRETIB	Disposición temporal	Disposición final
Pintura	Peligroso	Tóxico Inflamable	Almacén temporal de residuos peligrosos	Prestador de servicios autorizado
Contenedores vacíos impregnados	Peligroso	Tóxico Inflamable		
Trapos y filtros con hidrocarburos	Peligroso	Tóxico Inflamable		
Lámparas fluorescentes	Peligroso	Tóxico		
Pilas y baterías	Peligroso	Corrosivo Tóxico		
Grasa	Peligroso	Tóxico Inflamable		
Aceites usados	Peligroso	Tóxico		
Thinner	Peligroso	Tóxico Inflamable		

Para el manejo de estos residuos se deberá construir un almacén temporal conforme a lo establecido en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, contemplando al menos lo siguiente:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

Adicionalmente a las medidas de almacenamiento, el promovente del proyecto mantendrá una bitácora para mantener un control de la generación de los residuos peligrosos, así como de su ingreso y salida del almacén temporal para los desechos generados. La bitácora contará con la siguiente información:

- a) Nombre del residuo y cantidad generada;
- b) Características de peligrosidad;
- c) Área o proceso donde se generó;
- d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;
- e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
- f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
- g) Nombre del responsable técnico de la bitácora

La vigilancia en el manejo de los residuos debe realizarse en dos instancias, la primera hacia el interior del proyecto mediante la minimización de la generación de residuos y la segunda hacia el exterior en la disposición adecuada de los mismos.

Para el manejo de residuos existen lineamientos de seguimiento bien establecidos tanto a nivel federal como a nivel estatal, de acuerdo con las competencias de cada uno. Para esto deberá observarse de forma estricta mantener evidencia a través de:

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- I. Bitácoras de generación de residuos.
- II. Manifiestos de entrega - recepción de residuos peligrosos.
- III. Plan de manejo de residuos (en caso de aplicar)
- IV. Reporte anual de COA Federal (en caso de aplicar)

El encargado de la vigilancia ambiental será el encargado del control de las bitácoras, así como de la verificación de los manifiestos de los residuos peligrosos.

VII.2.6.6 Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Con el fin de disminuir la probabilidad de impactar el suelo del predio y áreas aledañas, los residuos se manejarán en contenedores adecuados, y se almacenarán en instalaciones que cumplan cabalmente con la normatividad y regulaciones correspondientes para evitar la migración de posibles contaminantes que pudieran verterse accidentalmente. Adicionalmente, el Promovente con ayuda del departamento de seguridad, higiene y medio ambiente promoverá que sus empleados y contratistas cumplan con los procedimientos de seguridad y manejo de residuos, para minimizar accidentes y/o contingencias ambientales

VII.2.6.7 Indicadores de realización y eficacia

En virtud de que el programa considerará residuos de diversa índole, la manera en que se manejarán y destinarán a su disposición final variará entre éstos. No obstante, deberán acatarse en su totalidad las acciones expresas en el programa ya que de ello dependerá la eficiencia de la medida.

$$\text{Minimización de residuos} = \frac{\text{toneladas generadas en el mes anterior}}{\text{toneladas generadas en el presente mes}} 100$$

$$\text{Eficiencia en la gestión de residuos} = \frac{\text{Volumen dispuesto conforme a la ley}}{\text{Volumen de residuos generados}} 100$$

VII.2.6.8 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

En caso de que el indicador de residuos sea menor a 100, indicará que existe residuos, ya sea de manejo especial, peligrosos o ambos, que no se les está proporcionando el manejo adecuado.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.6.9 Calendario de comprobación

Con la intención de mantener un adecuado manejo de los residuos, se proponen las siguientes actividades de comprobación (**Tabla VII.4**):

Tabla VII.4 Calendario de comprobación para el adecuado manejo de residuos

Actividad	Frecuencia de verificación
Recorridos de inspección	Quincenal
Comprobación de bitácoras	Bimestral
Comprobación de manifiestos	Bimestral

VII.2.6.10 Punto de comprobación

Debido a las características físicas de los residuos, es probable que un mal manejo de los mismos cause una posible contaminación sobre los parámetros ambientales suelo y/o agua, es por eso que, se realizará un recorrido quincenal por las instalaciones del predio del Proyecto para asegurar que no existan residuos fuera de su lugar designados, adicionalmente, se verificará de manera bimestral la documentación referente a las bitácoras y manifiestos de residuos para asegurar que no existan discrepancias.

VII.2.6.11 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria llegara a presentarse, el responsable del Departamento Ambiental del Promoviente proporcionará cursos de capacitación adicionales al personal encargado del manejo de residuos para asegurar una mejora en el manejo de los residuos.

VII.2.7 Programa de control de Emisiones

Podemos definir la contaminación del aire como cualquier condición atmosférica en el que las sustancias presentes producen un efecto adverso medible en la salud del humano, de los animales y plantas, o bien un daño físico en los materiales (por ejemplo, edificaciones y monumentos). Así mismo definiremos como contaminante, a toda aquella sustancia que cause una desviación en la composición química media de la atmósfera. Los contaminantes pueden encontrarse en estado sólido, líquido y gaseoso.

Entre los contaminantes atmosféricos más importantes se encuentran compuestos que contienen azufre, nitrógeno, carbono, halógenos, sustancias tóxicas y compuestos radioactivos. Las fuentes antropogénicas de contaminación atmosférica pueden clasificarse como fuentes fijas y fuentes móviles conforme a lo establecido en el Reglamento de

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

En este mismo sentido, este programa integra los requerimientos establecidos en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, en Materia de Prevención y Control de La Contaminación Ambiental.

VII.2.7.1 *Metas*

Los objetivos del programa de monitoreo de emisiones consisten en:

- I. Minimizar la contaminación del aire debido a las actividades realizadas en el Proyecto.
- II. Establecer un programa de monitoreo de emisiones

VII.2.7.2 *Responsables del desarrollo*

Debido a que actividades como la remoción de vegetación, excavaciones y el movimiento de tierras generarán emisiones principalmente de partículas, las cuales se llevarán a cabo durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la responsabilidad estas actividades estarán a cargo del Departamento Ambiental del Promovente, en conjunto con los contratistas designados para el Proyecto.

Durante la etapa de operación, el Promovente será el responsable de dar mantenimiento a los equipos que generen emisiones a la atmósfera.

VII.2.7.3 *Metodología*

Se tendrá un control sobre las emisiones a lo largo de toda la vida útil del proyecto, durante las primeras dos etapas este programa se enfocará en el mantenimiento de la maquinaria, la cual será la principal fuente de emisión, mientras que, en la etapa de operación, la atención se centrará en aquellas actividades que realicen la quema de combustible o emitan partículas.

Adicionalmente, se elaborará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que tengan el potencial de generar emisiones a la atmósfera.

VII.2.7.4 *Medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales*

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, las principales emisiones serán generadas a partir de la suspensión de polvos y partículas generados por el movimiento de tierras en el sitio, las excavaciones y la construcción de cimentaciones, así

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

como los gases de combustión emitidos por la maquinaria y equipo. Durante esta etapa, se realizará lo siguiente:

- 1) Se instalarán mallas perimetrales que contengan la emisión de polvo, y se humedecerán las áreas de circulación y de trabajo para disminuir el levantamiento de polvos y solo en caso de ser necesario, se evaluará la posibilidad de utilizar supresores químicos de polvo.
- 2) Se solicitará a las compañías contratistas que lleven a cabo el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipo, para asegurar una combustión adecuada y no exceder las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Como indicador de cumplimiento, se establecerá una bitácora de registro de mantenimiento y se solicitará la evidencia del mismo para llevar un control estricto sobre esta actividad.
- 3) El suministro de concreto se llevará a cabo utilizando Camiones Especializados para transportar concreto (mezcladoras), a partir de un proveedor local. Como parte de los requerimientos de contratación, se solicitará que presente todas las autorizaciones en materia ambiental por parte de la SEMA, y en específico que sus plantas mezcladoras y dosificadoras, tengan el Programa de Cumplimiento Ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera.

Durante la etapa de operación se proponen las siguientes actividades:

- 1) En los diferentes puntos fijos de emisiones a la atmósfera dentro de la operación, se instalarán chimeneas para dirigir los gases de combustión. Las chimeneas contarán con la altura necesaria para lograr un buen mezclado de los contaminantes, además de contar con plataformas y puertos de monitoreo, en caso de rebasar los límites máximos permisibles, evaluará la instalación de sistemas de control adicionales.
- 2) Otra actividad que se llevará a cabo durante la operación del Proyecto es la detección de fugas de gas, esta actividad se llevará a cabo durante las actividades de mantenimiento, e incluirá la calibración del transmisor de flujo de gas, lubricación de válvulas e inspección de la tubería.
- 3) Se dará preferencia al uso de vehículos de bajas emisiones para el transporte de personal, así como para las actividades recreativas de los huéspedes.
- 4) Se utilizarán fuentes alternas de energía limpia, específicamente energía solar para abastecer parcialmente la demanda de energía eléctrica requerida durante la operación del proyecto, reduciendo así la liberación de GEI.
- 5) Se utilizarán intercambiadores de calor para la generación de agua caliente, con lo que se evitará el uso de calderas a base de combustibles fósiles.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

VII.2.7.5 Indicadores de realización

Con la intención de comprobar el estado de los vehículos y de la maquinaria que trabaja en el sitio, se tendrá un estricto control y seguimiento sobre las acciones de mantenimiento de equipos, para el presente caso, se utilizará un indicador que muestra las actividades de mantenimiento en el sitio

$$\text{Eficiencia de mantenimiento} = \frac{\text{Unidades con mantenimiento realizado por mes}}{\text{Unidades con mantenimiento programado por mes}} 100$$

VII.2.7.6 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

En cuanto al análisis de datos se refiere y como se ha mencionado anteriormente, se espera que la totalidad de los equipos que generen emisiones a la atmosfera cumplan cabalmente con los estándares regulatorios aplicables, por lo que al obtener un indicador con un valor diferente a 100, se impondrán medidas emergentes con la intención de poder corregir la situación.

VII.2.7.7 Calendario de comprobación

La calendarización de las actividades es importante, ya que engloba el periodo de revisión y análisis para los criterios evaluados. Para el caso del mantenimiento, las bitácoras serán revisadas con una periodicidad mensual para evaluar su cumplimiento, mientras que, para el caso de acatamiento a los estándares regulatorios como normas o reglamentos, la calendarización se ajustará a los requerimientos de la norma, para llevar a cabo las verificaciones vehiculares o cualquier otro análisis requerido.

VII.2.7.8 Punto de comprobación

Debido a las características físicas de las emisiones y de la calidad del aire, la forma de comprobación que cumple con las regulaciones y requisitos establecidos en la legislación mexicana será a través de los análisis requeridos por la misma, además de la bitácora de mantenimiento de los equipos y maquinaria.

VII.2.7.9 Medidas de urgente aplicación

En caso de que alguna situación extraordinaria llegara a presentarse, como el contar con equipo que rebase los límites máximos permisibles para fuentes tanto fijas como móviles, se tomarán medidas emergentes correctivas para atender esta situación y asegurar un funcionamiento óptimo.

VII.3 Seguimiento y control (monitoreo)

Como parte de las actividades del Programa de Vigilancia Ambiental presentado en la sección VI.2 del presente documento, se contempla la realización de actividades de seguimiento y control para cada uno de los programas presentados anteriormente, en donde se pueden consultar de manera detallada.

Adicionalmente, en esta sección se presentan de manera condensada las actividades de seguimiento y control para cada uno de los programas de manejo ambiental desarrollados en el numeral anterior.

VII.3.1 Programa de manejo sustentable del agua y conservación de la calidad del agua

Este programa busca promover un manejo sustentable del recurso hídrico a lo largo de todas las etapas y actividades que involucra el Proyecto. Dentro de las actividades que se pretenden realizar para proporcionar el seguimiento y control a las actividades propuestas están:

- Inspección de tuberías, detección de fugas.
- Descarga de aguas dentro de los lineamientos regulatorios aplicables.
- Se realizarán inspecciones rutinarias para detectar posibles fuentes de contaminación.
- Se calendarizarán las actividades de inspección y de análisis en función de los requerimientos legales, así como de lo estipulado en el programa de mantenimiento.
- Se promoverá el uso eficiente del recurso hídrico mediante capacitaciones a los trabajadores y mediante propaganda ambiental promoviendo este tema.
- Se llevará una bitácora de las capacitaciones que se realicen y del personal que asistió.

VII.3.2 Prevención y control de la contaminación del suelo

Con la implementación de las medidas de seguimiento y control de este programa, se espera contribuir en la prevención de la contaminación y pérdida del suelo, y a la mitigación de los impactos ambientales del Proyecto.

- Se implementarán prácticas para la conservación del suelo.
- Se designarán áreas específicas para el estacionamiento de maquinaria.
- Se contarán con kits antiderrames.
- Se contará con indicadores que midan el manejo ambiental de este factor en el predio.
- Se llevará una bitácora de los eventos que causen contaminación al suelo junto con su remediación.

VI.8.1 Programa de manejo de residuos sólidos y peligrosos

Este programa ayudará a minimizar la generación de residuos, promover la reutilización y reciclaje de los residuos, y a prevenir la contaminación a cualquier factor ambiental debido al manejo de residuos. Dentro de las medidas de seguimiento y control de las actividades se contará con:

- Indicadores de desempeño en el manejo de residuos, los cuales serán actualizados de manera mensual.
- Se realizarán recorridos de inspección con una frecuencia quincenal.
- Se comprobará el adecuado manejo y llenado tanto de las bitácoras como de los manifiestos con una frecuencia bimestral.
- Se evaluarán las acciones para corregir deficiencias encontradas o para proponer mejoras en las actividades de manejo.

VII.3.3 Programa de control de emisiones

Como parte de este programa, se realizará el cumplimiento de la regulación vigente en materia de emisiones para cada uno de los equipos que generen algún tipo de emisión a la atmósfera. Como parte de las actividades de seguimiento y control se tienen las siguientes:

- Se contará con indicadores de eficiencia de mantenimiento de los equipos que presentan emisiones a la atmósfera.
- Se tendrá un proceso de interpretación de datos de los indicadores.
- Se tendrá un calendario de comprobación de las actividades de mantenimiento, así como del cumplimiento con los estándares regulatorios aplicables.
- Se tendrán bitácoras de mantenimiento de los equipos que generan emisiones.
- Se contará con medidas de aplicación urgente en caso de que se tenga algún imprevisto en relación con el tema de emisiones.

VII.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 51 de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

En este sentido, la siguiente información se proporciona para que, en un momento dado que se requiera el pago de una fianza de garantía, la autoridad competente tome en cuenta los costos que implica el desarrollo de cada una de las actividades incluidas en el proyecto.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Actividad	Costo	Responsable
Ubicación y delimitación física del área	\$30,000.00	Contratista y promovente
Identificación y contabilización del arbolado a remover	\$150,000.00	Contratista y promovente
Señalamiento de especies a remover	\$36,000.00	Contratista y promovente
Rescate y reubicación de flora	\$250,000.00	Contratista y promovente
Ahuyentamiento de fauna	\$56,000.00	Contratista y promovente
Rescate y reubicación de fauna	\$125,000.00	Contratista y promovente
Remoción de vegetación	\$200,000.00	Contratista y promovente
Desrame y troceo de los productos de la remoción de la vegetación	\$76,000.00	Contratista
Reubicación de suelos	\$113,000.00	Contratista y promovente
Adquisición de planta para áreas verdes	\$123,000.00	Promovente
Ejecución de plantación de especies	\$97,000.00	Contratista y promovente
Mantenimiento de las especies reubicadas (2 años)	\$360,000.00	Promovente
Seguimiento y elaboración de reportes	\$430,000.00	Promovente
Medidas de control de derrames	\$154,000.00	Promovente
Mantenimiento a maquinaria y equipo	\$1,268,000.00	Contratista
Construcción de almacenes de residuos	\$240,000.00	Contratista y promovente
Manejo de residuos	\$1,122,000.00	Contratista y promovente
Contratación de sanitarios portátiles	\$720,000.00	Contratista
Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	\$1,450,000.00	Contratista y promovente
Vehículos de bajas emisiones	\$1,200,000.00	Promovente
Paneles solares	\$1,800,000.00	Contratista y promovente
TOTAL	\$10,000,000.00	

VII.5 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

En este apartado se presenta una valoración económica de lo que costaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema como hasta ahora se encuentra, bajo el supuesto de que se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo forestal, es decir el costo de regresar al predio a un estado similar al que presenta hoy en día una vez que concluya la vida útil del proyecto.

A continuación, se presenta una descripción de las actividades para la restauración del predio:

Retiro de equipos y maquinaria: una vez que las instalaciones se encuentren desocupadas, se procederá a realizar el retiro de todos los equipos y maquinaria como bombas, tanques de agua, aires acondicionados, compresores, camas, mesas y mobiliario en general que se encuentre en el sitio.

Demolición de infraestructura: consiste en realizar la demolición controlada de la totalidad de la infraestructura descrita en el presente documento, incluyendo edificios, albercas, senderos, estacionamientos, etc., esta actividad involucra el proceso de demolición hasta llegar a nivel de piso.

Revalorización de materiales: esta actividad está enfocada en la recuperación económica de cualquier material que pueda ser revalorizado tales como mobiliario, puertas, ventanas, tuberías, televisiones, planta tratadora de aguas, equipos de bombeo y varilla de construcción por mencionar algunos ejemplos.

Retiro de cimientos: una vez se haya concluido con la demolición, se procederá al retiro de cimientos de la infraestructura mediante el uso de maquinaria pesada.

Descompactación de suelo: como su nombre lo indica, esta actividad consistirá en realizar la descompactación en los sitios donde se haya instalado alguna infraestructura. Este proceso generará mejores condiciones para el establecimiento de vegetación al largo plazo y se realizará mediante el uso de motoconformadoras.

Relleno de terreno: esta actividad consistirá en rellenar con material apropiado los huecos que se hayan generado por el retiro de los cimientos, esta actividad tiene como propósito principal el evitar grandes irregularidades en el predio

Colocación de capa fértil: con el propósito de propiciar las condiciones ecológicas iniciales del predio, es necesario colocar suelo fértil en el sitio del proyecto, esta actividad incluye la compra, acarreo y depósito del suelo en el predio.

Nivelación de suelo y control de pendientes: Una vez que se haya depositado el suelo en el sitio será necesario distribuirlo de manera uniforme en el predio, durante la realización de esta actividad se cuidará que en ningún sitio se tengan pendientes iguales o mayores al

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

5%, esto con el propósito de minimizar los procesos erosivos que puedan presentarse en el lugar.

Compra de especímenes forestales: para la restauración del lugar se utilizará material vegetativo de alta calidad, para lo cual se utilizarán viveros forestales, (preferentemente de la región) para la compra de plantas. Es importante mencionar que únicamente se comprarán especies que sean nativas de la región y/o que se hayan registrado en el sitio durante la realización del inventario forestal, esto asegurará que la vegetación del predio sea lo más similar posible a la original.

Plantación de especímenes: esta actividad se realizará siguiendo las recomendaciones del Manual Técnico de Reforestación, el cual fue publicado por la CONAFOR, gracias a esto se tendrán buenas prácticas en el sitio

Mantenimiento de individuos (2 años): el mantenimiento consiste en dar seguimiento y proporcionar los cuidados requeridos para asegurar el establecimiento y buen desarrollo de los individuos plantados, las actividades de mantenimiento pueden consistir en la aplicación de riegos auxiliares, aplicación de fertilizantes, control de plagas, podas y talas en caso de que sean requeridas.

Monitoreo de salud de la plantación: esto se realizará para seguir de cerca el estado general de la plantación, se evaluará la presencia de plagas, la vigorosidad de los individuos, la mortalidad de los individuos y la eficiencia de los riegos.

Reemplazo de individuos no sobrevivientes: en caso de que algunos de los individuos plantados no logren sobrevivir, estos serán reemplazados para asegurar una supervivencia de la plantación de por lo menos el 80%.

Manejo de residuos: la realización de las actividades previamente descritas requiere de un manejo apropiado de los residuos para evitar la generación de impactos ambientales o incluso de posible contaminación en el sitio y sus alrededores. Como parte de esta actividad se tendrá un sistema de bitácoras y manifiestos como comprobantes del manejo apropiado de residuos.

La siguiente tabla presenta el desglose del costo de las actividades previamente descritas.

Tabla VII.5 Desglose del costo de las actividades

Actividad	Costo
Retiro de equipos y maquinaria	\$250,000.00
Demolición de infraestructura	\$10,000,000.00
Revalorización de materiales	\$300,000.00
Retiro de cimientos	\$6,000,000.00
Relleno de terreno	\$200,000.00

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Descompactación de suelo	\$220,000.00
Nivelación de suelo y control de pendientes	\$180,000.00
Colocación de capa fértil	\$830,000.00
Compra de especímenes forestales	\$35,073,321.46
Plantación de especímenes	
Mantenimiento de individuos (2 años)	
Monitoreo de salud de la plantación	
Reemplazo de individuos no sobrevivientes	
Manejo de residuos	\$1,800,000.00
TOTAL	\$54,853,321.46

Como se puede apreciar, el costo estimado de las actividades de restauración del sitio del Proyecto una vez que se concluya su vida útil ascienden a **\$ 54,853,321.46** (cincuenta y cuatro millones, ochocientos cincuenta y tres mil, trecientos veintiun pesos 46/100 MN), lo cual representa aproximadamente el 7% de la inversión inicial del proyecto. Esta cifra nos indica que, al ser solo una pequeña fracción del costo del proyecto, será factible y viable realizar la restauración del sitio.

Como se puede observar, la inversión principal de la restauración consiste en la recuperación de la vegetación, considerandola como punto de partida de la restauración del sitio, ya que a partir de ahí se recuperarán los servicios forestales afectados, como lo son la infiltración de agua, generación de suelo y oxígeno, captura de carbono, su uso como sitio de anidamiento y albergue de especies de fauna, etc.

Se parte de el número actual de especies como parámetro máximo de los individuos a reforestar y como estimación máxima del costo aunque en la práctica se habrá de partir de un número distinto de plantación a fin de maximizar la posibilidad de subsistencia de los individuos plantados, esto dependerá de las condiciones particulares del predio al momento de la ejecución de la restauración.

VII.6 Planes de emergencia frente a la posibilidad de accidentes hidrometeorológicos

La operación del parque estará operada y supervisada por un administrador, el cual contará con personal, en cual tomará acciones para prevenir y evitar accidentes. En este mismo sentido, la zona en donde se pretende establecer el proyecto se encuentra en un área de intensa actividad de huracanes, por lo que todas las instalaciones tendrán estructuras lo suficientemente resistentes para soportar los fuertes vientos generados por estos fenómenos naturales.

No obstante, en caso de existir un siniestro de este tipo, siempre se mantendrá contacto con la Dirección de Protección Civil, para asegurar todas las instalaciones, retirarlas en caso de que lo ordene la dirección municipal y abandonar inmediatamente el sitio. Para tomar esa decisión se monitoreará el Sistema de Alerta Temprana para Ciclones Tropicales (SIAT).

El SIAT es un mecanismo de accertamiento y coordinación que de manera consensuada genera una respuesta organizada del Sistema Nacional de Protección Civil a la amenaza que constituye un ciclón tropical, mitigando los efectos de este en medida que se tomen las acciones pertinentes con suficiente inmediatez. El sistema de alerta temprana para ciclones tropicales se basa en dos tablas de alertamiento que consideran los siguientes parámetros:

- Intensidad del ciclón tropical según la escala Saffir-Simpson.
- Intensidad del ciclón tropical según la escala de Circulación.
- Velocidad de traslación del ciclón tropical.
- Distancia del ciclón con respecto a la costa nacional o área afectable.
- Tiempo estimado de llegada del ciclón a la costa nacional o área afectable.

Los parámetros del ciclón tropical, relativos a la distancia y tiempo estimado de la llegada a la costa nacional o área de afectación, son medidos con respecto a los cuatro cuadrantes de la línea de vientos de 34 nudos del ciclón, denominados técnicamente radios máximos de los cuatro cuadrantes de la isotaca (línea que une puntos de igual velocidad en un fluido), como el agua o el aire de 34 nudos. En caso de una depresión tropical, podrá asumir cuando mucho el valor del radio máximo para cada cuadrante de la isotaca de 34 nudos indicando en la posición más cercana a la categoría de tormenta tropical. Cuando el pronóstico indique que persistirá en la categoría de depresión tropical, su valor será cero.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Tabla VII.6. Significado de los colores por peligro.

Alerta Roja	<p>Peligro Máximo. Se establece cuando la línea de vientos de 34 nudos de un ciclón tropical se encuentra impactando un área afectable.</p> <p>Acercamiento: afectación</p> <p>Alejamiento: afectación</p>
Alerta Naranja	<p>Peligro Alto. Se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el inminente impacto de la línea de vientos.</p> <p>Acercamiento: alarma</p> <p>Alejamiento: alarma</p>
Alerta Amarilla	<p>Peligro Moderado. Se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el impacto de la línea de vientos.</p> <p>Acercamiento: preparación. Alejamiento: seguimiento</p>
Alerta Verde	<p>Peligro Bajo. Se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el impacto de la línea de vientos.</p> <p>Acercamiento: prevención</p> <p>Alejamiento: vigilancia</p>
Alerta Azul	<p>Peligro Mínimo. Se detecta un ciclón a más de 72 h. de que los vientos puedan dirigirlo a costa y que afecte.</p> <p>Acercamiento: aviso</p> <p>Alejamiento: aviso</p>

Etapas y Acciones

El SIAT se compone de dos tablas de alertamiento, dependiendo si el ciclón se encuentra en fase de acercamiento a un área afectable (tabla de acercamiento / parte delantera del ciclón), o si se encuentra alejándose de un área afectable (tabla de alejamiento / parte trasera del ciclón).

Fase de acercamiento - parte delantera del ciclón

Se considera que el SIAT está en esta fase cuando el ciclón se encuentra aproximándose a territorio nacional o acercándose a un área afectable. Se consideran cinco (5) etapas de alertamiento en esta tabla, que se enuncian a continuación junto con la descripción de cada una y las acciones generales a tomar tanto por el Sistema Nacional de Protección Civil - autoridades gubernamentales, organismos e instituciones sociales y privadas- como por la población. Cada integrante del Sistema Nacional deberá además implementar las acciones

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

particulares que correspondan a sus ámbitos de acción geográfica y competencial.

Tabla VII.7. Tabla de acercamiento.

Escala Safir-Simpson		Tabla de acercamiento								
		Detección o más de 72 horas	72 a 60 horas	60 a 48 horas	48 a 36 horas	36 a 24 horas	24 a 18 horas	18 a 12 horas	12 a 6 horas	Menos de 6 horas
Tormenta Tropical	0.53 a 0.99									
Huracán	1									
	2									
	3									
	4									
	5 o más									
Etapa:		Aviso	Prevenición	Preparación		Alarma		Afectación		

Significado de los colores y acciones ciudadanas:

1. Alerta Azul – Aviso. La alerta azul se establece cuando se ha detectado la presencia de un ciclón tropical o cuando éste permanece a más de 72 horas de la posibilidad de que la línea de vientos de 34 nudos (63 km/h) del ciclón comience a afectar. Se considera que el peligro es mínimo. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 24 horas. Se espera de la población la siguiente acción:

- Mantenerse informada.

2. Alerta Verde – Prevención. La Alerta Verde se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el impacto de la línea de vientos de 34 nudos en un área afectable en un tiempo de entre 72 y 24 horas, dependiendo de su intensidad. Se considera que el peligro es bajo. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 12 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Mantenerse informada e instruirse sobre los ciclones tropicales y las medidas a tomar.

3. Alerta Amarilla – Preparación. La Alerta Amarilla se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el impacto de la línea de vientos de 34 nudos en un área afectable en un tiempo de entre 60 y 12 horas, dependiendo de su intensidad. Se considera que el peligro es moderado. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 6 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Mantener alto nivel de atención a la información oficial
- Conocer de la ubicación de los refugios temporales
- En altamar, islas e instalaciones petroleras marítimas, atender instrucciones de navegación y Protección Civil
- Estar preparada para una posible evacuación
- Tomar las medidas de autoprotección.

4. Alerta Naranja – Alarma. La Alerta Naranja se establece cuando un ciclón tropical se ha acercado a una distancia tal que haga prever el inminente impacto de la línea de vientos de 34 nudos en un área afectable en un tiempo de entre 36 y 6 horas, dependiendo de su intensidad. Se considera que el peligro es alto. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 3 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Evacuar zonas y construcciones de riesgo
- Atender instrucciones de las autoridades
- Suspender actividades de navegación marítima
- Suspender actividades recreativas marítimas y costeras.

5. Alerta Roja – Afectación. La Alerta Roja se establece cuando la línea de vientos de 34 nudos de un ciclón tropical se encuentra impactando un área afectable, o bien que pueda afectar en un tiempo igual o menor a 18 horas, dependiendo de la intensidad del ciclón. Se considera un máximo de peligro. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 3 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Resguardo total de la población
- Atender las instrucciones de las autoridades.

Fase de alejamiento - parte trasera del ciclón.

Documento Técnico Unificado
Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Se considera que el SIAT está en esta fase cuando el ciclón se encuentra alejándose de un área afectable, ya sea después de un impacto o bien sin que se haya dado esta situación. Se consideran 5 etapas de alertamiento en esta tabla, que se enuncian a continuación junto con la descripción de cada una y las acciones generales a tomar tanto por el Sistema Nacional de Protección Civil como por la población. Cada integrante del Sistema Nacional deberá además implementar las acciones particulares que correspondan a sus ámbitos de acción geográfica y competencial.

Tabla VII.8. Tabla de alejamiento.

		Tabla de alejamiento									
Escala Safir-Simpson		0 a 100 km	100 a 150 km	150 a 200 km	200 a 250 km	250 a 300 km	300 a 350 km	350 a 400 km	400 a 500 km	500 a 750 km	Mayor a 750 km
Tormenta Tropical	0.53 a 0.99										
Huracán	1										
	2										
	3										
	4										
	5 o más										
Etapas:		Afectación			Alarma			Seguimiento	Vigilancia	Monitoreo	

Significado de los colores y acciones ciudadanas:

1. Alerta Roja – Afectación. La Alerta Roja se establece cuando, después del impacto de un ciclón tropical, continúa afectando al área de manera directa o se comienza a alejar de la misma hasta una distancia máxima de 250 km. Se continúan percibiendo los efectos del ciclón. Se considera un máximo de peligro. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 3 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Resguardo total de la población.
- Atender las instrucciones de las autoridades.

2. Alerta Naranja – Alarma. La Alerta Naranja se establece cuando un ciclón tropical se aleja a una distancia de entre 100 y 400 km. de un área afectable, dependiendo de la intensidad del ciclón. Se considera que el peligro es alto. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán

boletines con una frecuencia de por lo menos cada 3 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Alejamiento con impacto:
 - Permanencia bajo resguardo hasta que las autoridades lo indiquen.
 - Atender instrucciones de las autoridades.
- Alejamiento sin impacto
 - Mantener acciones indicadas en la etapa de "Acercamiento: Naranja":
 - Atender instrucciones de las autoridades.
 - Suspender actividades de navegación marítima.
 - Suspender actividades recreativas marítimas y costeras.
 - Permanecer en resguardo.

3. Alerta Amarilla – Seguimiento. La Alerta Amarilla se establece cuando un ciclón tropical se aleja a una distancia de entre 200 y 500 km. de un área afectable, dependiendo de la intensidad del ciclón. Se considera que el peligro es moderado. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 6 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Alejamiento con impacto:
 - Atender instrucciones de autoridades.
 - Revisar condiciones de su vivienda. Si ésta resultó afectada de manera (importante, informar y trasladarse a un refugio temporal).
 - Extremar medidas de higiene en agua y alimentos.
 - Colaborar ordenadamente en las labores de limpieza en su entorno.
- Alejamiento sin impacto:
 - Mantener acciones indicadas en la etapa de "Acercamiento: Amarillo":
 - Mantener alto nivel de atención a la información oficial.
 - En altamar, islas e instalaciones petroleras marítimas, atender instrucciones de navegación y de Protección Civil.
 - Continuar preparado para una posible evacuación.
 - Continuar con las medidas de auto protección.

4. Alerta Verde – Vigilancia. La Alerta Verde se establece cuando un ciclón tropical se aleja a una distancia de entre 350 y 750 km. de un área afectable, dependiendo de la intensidad del ciclón. Se considera que el peligro es bajo. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 12 horas. Asimismo, se esperan de la población las siguientes acciones:

- Alejamiento con impacto:
 - Atender instrucciones de las autoridades.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

- Mantenerse fuera de zonas afectadas y de edificaciones, árboles, postes, etc., en peligro de caer.
- Continuar con medidas de higiene en agua y alimentos.
- Alejamiento sin impacto:
 - Mantenerse informada.

5. Alerta Azul – Aviso. La Alerta Azul se establece cuando un ciclón tropical se aleja a una distancia mayor a 750 km. de un área afectable. Se considera que el peligro es Mínimo. Mientras permanezca en esta etapa, se emitirán boletines con una frecuencia de por lo menos cada 24 horas. Asimismo, se espera de la población la siguiente acción:

- Mantenerse informada.

Se considera a los huracanes y tormentas como el principal fenómeno que desencadena una serie de riesgos. Por su ubicación y localización, la Isla de Cozumel presenta recurrencia anual. Dichos eventos son de carácter errático, sin embargo, su presencia y trayectoria afecta anualmente a la región. En el mapa de riesgo de huracanes se reconoce la trayectoria, la densidad señala aquella probabilidad de ser afectado por los eventos y el cálculo se ha realizado a partir de un sistema de datos cuya base es el año 1842. Para la isla de Cozumel, este resultado es alto.

Durante la temporada de Huracanes en el Océano Atlántico el H. Ayuntamiento de Cozumel, instala el Comité Operativo Especializado en fenómenos Hidrometeorológicos. La toma de protesta se lleva a cabo por autoridades Municipales, Estatales, Federales, Secretaría de la Defensa Nacional; secretaría de Marina, así como los integrantes de salud y emergencias de la isla de Cozumel y grupos voluntarios. El promovedor estará pendiente de las emisiones de las alertas, que a continuación se describen:

Acciones que realiza el Comité de Refugios y Albergues.

Antes de la contingencia.

ALERTA AZUL. Se convoca al subcomité de refugios y albergues conformado por personal adscrito a la dirección general de desarrollo social, administradores y suplentes para la actualización de sus datos con teléfonos y direcciones, se les brinda capacitación de sus responsabilidades, verifican condiciones de los albergues y refugios, se elabora un reporte de las necesidades de cada uno de ellos y se hace llegar a oficialía mayor para que ellos le den seguimiento y solución.

ALERTA VERDE. Se convoca a los administradores y suplentes para llevar a cabo la supervisión del área correspondiente y se ponen en contacto con cada encargado de refugio y albergue para que en el momento que las autoridades giren instrucciones de apertura estos se encuentren debidamente cubiertos en sus necesidades.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

ALERTA AMARILLA. Los administradores y equipo de logística que conforman el subcomité de refugios y albergues quedan a disposición en la dirección general de desarrollo social en espera de instrucciones por parte de la coordinación municipal.

ALERTA NARANJA. Girada la instrucción por la coordinación municipal se abren los refugios y albergues, según sea la necesidad, los administradores quedan a la espera de los demás integrantes que conforman el comité municipal para el acondicionamiento, abastecimiento, y se encargan del registro y acomodo de la gente que así lo requiera.

ALERTA ROJA. Refugios y albergues activos durante la contingencia y pendientes de cualquier situación.

Después de la contingencia.

ALERTA ROJA. El administrador se encarga de pasar el informe de la situación que predomine en los refugios y albergues a las autoridades correspondientes que se encuentran en ese momento y mantener la calma con las personas que se encuentren al momento de la contingencia.

ALERTA NARANJA. Se les brinda la atención debida a la gente que se encuentre dentro del refugio y albergue, quedando a la espera de nuevas instrucciones por parte de las autoridades.

ALERTA AMARILLA. Dada la autorización nuevamente por parte de las autoridades correspondientes se apertura el refugio y albergue nuevamente.

ALERTA VERDE. Se le invita a la gente que no tuvo daños de consideración en sus domicilios a que pasen a retirarse si así lo solicitan previa autorización de las autoridades.

ALERTA AZUL. Se cierra y se hace entrega del inmueble debidamente limpio a los encargados de los refugios y albergues.

Como plan de emergencia, en caso de impacto directo de un huracán y dependiendo de su categoría y de las recomendaciones de la Dirección de Protección Civil Municipal, se procederá a asegurar las jaulas, edificios, restaurantes y demás instalaciones operativas, administrativas y de mantenimiento del parque.

De igual manera, se procederá a cerrar el flujo de las aguas residuales, apagado de la planta de osmosis inversa, cierre de las áreas de almacenaje de residuos y encierro de las especies animales en el centro de cuarentena. Como medida adicional el promovente elaborará un programa interno de protección civil, el cual será aprobado por la Dirección Municipal de Protección Civil.

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

En términos generales y con base en las condiciones actuales del medio biótico, abiótico (medio físico) y socioeconómico del sistema ambiental y en función de la naturaleza de las acciones del proyecto, los impactos potenciales que serán generados tendrán un carácter negativo para el medio biótico y abiótico, pero serán de baja significancia, los impactos en el medio socioeconómico serán de carácter positivo. La razón principal del bajo grado de impacto estriba en que la extensión de estos será puntual y no rebasará el área de influencia determinada para el proyecto.

Con base en las premisas planteadas, se llevará a cabo el análisis y descripción de tres diferentes escenarios con la finalidad de obtener un pronóstico ambiental más amplio.

VIII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

El proyecto se llevará a cabo en un predio que no ha sido desarrollado, sin embargo, en sus alrededores inmediatos se ha instalado una zona turística bastante importante, puesto que se encuentra en una zona turística por excelencia gracias a que está en una de las zonas de playa con mayor demanda a nivel nacional e internacional. Actualmente el predio presenta vegetación de selva mediana y vegetación secundaria de selva mediana. El sistema ambiental, el área de influencia y el predio del proyecto presentan una condición de afectación de media, lo cual se debe principalmente a las actividades desarrolladas previamente en el sitio del proyecto, a las actividades turísticas y a las zonas urbanas que se encuentran en los alrededores. Es importante hacer notar que el área del predio del proyecto representa únicamente una pequeña parte del área del SAR. En términos de la comunidad vegetativa, el SAR tanto dentro como fuera del mismo, ha sufrido un deterioro en forma histórica, desde los inicios de las actividades antrópicas en la zona, sin la implementación del proyecto, solo cambiaría el hecho que se mantendría la vegetación en el predio, aunque esta presenta ya varias modificaciones debido a la existencia de cuatro caminos que dan acceso a la zona de playa en el predio.

A una distancia no muy grande del predio del proyecto, se encuentran tres de los destinos turísticos más importantes del país, Cancún, Playa del Carmen y Tulum. En la zona no se encuentran corrientes de agua superficial, sino que el agua se infiltra hacia el subsuelo y en formaciones kársticas. Se presume que el agua de los cenotes de la zona y del mar se encuentra en buenas condiciones de conservación, es decir sin contaminación, puesto que esto impactaría directamente las actividades turísticas, las cuales son el pilar de la economía en la zona. Sin la implementación del proyecto estas condiciones prevalecerían.

En el caso del factor ambiental suelo, se tiene que, sin la implementación del proyecto, este se mantendría en su estado actual, lo cual es, ligeramente impactado por las actividades mencionadas previamente y en relativamente buen estado de conservación.

Actualmente la demanda de servicios turísticos en la zona se encuentra en un aumento constante, lo cual contribuye al fortalecimiento tanto de la economía local como nacional mediante la derrama económica. Al no establecerse el proyecto, dicha demanda no se verá satisfecha, propiciando que el desarrollo económico del municipio y la región se vea capado por carencia en la oferta de cupo y de servicios motivando a los potenciales huéspedes o clientes busquen otras opciones que satisfagan sus necesidades.

VIII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin considerar las medidas de mitigación

De establecerse el proyecto sin implementar las medidas de prevención y mitigación de impacto propuestas en el capítulo anterior (VII), se promoverá un deterioro acelerado de las condiciones ambientales, ya que la tendencia de la zona es propiciar un aumento en los servicios turísticos, y por consiguiente en las actividades antrópicas (principalmente de esparcimiento) que se desarrollarán en el predio y en la zona, en donde los impactos más significativos serían los siguientes:

1. El aumento en la probabilidad de contaminación del suelo debido al manejo de sustancias químicas durante las actividades de mantenimiento, por el manejo inadecuado de los residuos generados durante las etapas del proyecto, así como por el manejo de las aguas residuales que se generarían.
2. La calidad del aire en la zona se vería afectada sin las medidas de control para la suspensión de polvos y otras partículas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como por las emisiones relacionadas al uso de combustibles y maquinaria.
3. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se emitirían niveles de ruido por arriba de los límites máximos establecidos en la legislación, ya que no se realizaría el mantenimiento adecuado de la maquinaria y equipo. Esto podría molestar a los huéspedes de los hoteles contiguos, causando molestias y afectando las actividades turísticas de la zona
4. La probabilidad de proliferación de especies plaga (fauna nociva) se incrementaría, ya que al no haber un adecuado control de los residuos y de la limpieza en general, se promovería la presencia de especies que pueden desarrollar enfermedades en los trabajadores de la planta y de las zonas aledañas al proyecto.

5. La calidad del agua se vería afectada de forma severa ya que no se instalarían las PTAR propuestas, con lo que las descargas llevarían una importante carga de materia orgánica y otras sustancias, impactando negativamente la calidad del agua de la región.
6. Se afectaría a la flora presente en el sitio que se encuentra listada dentro de categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que, al no realizar actividades de rescate y reubicación de especies, dichos especímenes perecerían, dejando de contribuir en la dinámica del ecosistema.
7. En lo referente a la fauna, de no realizar el ahuyentamiento y rescate de especies, algunos individuos podrían resultar lesionados durante las actividades de preparación del sitio, además que los nidos o madrigueras del sitio serían destruidos sin posibilidad de ser reusados. Adicionalmente, no se instalarían los pasos de fauna propuestos, lo cual incrementaría la fragmentación en las poblaciones de fauna y una eventual disminución en la variabilidad genética de la región.
8. No se realizaría la implementación de medidas ecológicas como el uso de energías renovables y la generación de agua caliente por medio de intercambiadores de calor en reemplazo de los métodos tradicionales que generan un gran volumen de emisiones. Sin estas medidas, la huella de carbono del proyecto se incrementaría de manera significativa durante la vida útil del Proyecto.

VIII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

Con base a los resultados de la evaluación de impacto ambiental, se estima que el escenario observado con el desarrollo de este proyecto no afecta de manera negativa la tendencia de desarrollo de la zona, la cual es de uso potencialmente turístico. Al implementar las medidas de prevención, mitigación y compensación que fueron descritas con anterioridad en este documento, se impactará en menor magnitud a los factores ambientales, contribuyendo así a un desarrollo con una tendencia más sustentable.

Como medida de prevención de contaminación del suelo por el manejo de sustancias químicas y residuos, se capacitará al personal encargado de estas actividades y se desarrollarán bajo la supervisión del responsable del departamento de medio ambiente del promovente. Las áreas de almacenamiento estarán equipadas con sistemas de contención secundaria, se implementará una división de residuos de acuerdo con su incompatibilidad y todos los contenedores estarán debidamente identificados. Los residuos serán dispuestos mediante prestadores de servicio autorizados para tal fin, ya sea por el estado para el manejo de residuos de manejo especial o por la federación en el caso de los residuos peligrosos. Las descargas de agua residual se conducirán al alcantarillado municipal y se cumplirá con los parámetros de descarga establecidos.

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

Las medidas a implementar para minimizar la contaminación al aire, corresponde a cumplir con la normatividad correspondiente en los diferentes puntos fijos de emisiones a la atmosfera, además se sustituirán equipos generadores de emisiones como calderas por intercambiadores de calor, los cuales disminuirán de manera considerable las emisiones a la atmósfera asociadas con la operación del proyecto. En el caso de las fuentes móviles, como la maquinaria pesada que se requerirá para las etapas de preparación del sitio y construcción, se implementará un programa estricto de mantenimiento a estos vehículos para asegurar que se encuentran en condiciones óptimas y que se cumple con la normatividad correspondiente, mientras que, en la etapa de operación, adicional al programa de mantenimiento, se priorizará el uso de vehículos de bajas emisiones. Con el conjunto de estas acciones se espera mantener una buena calidad de aire a lo largo de toda la vida útil del Proyecto.

Como medida de prevención de la emisión de ruido, se le proporcionará mantenimiento a la maquinaria, mientras que al equipo que generará ruido durante la etapa de operación como las bombas, equipos de aire acondicionado y tratadoras de agua, estos se encontrarán en cuartos cerrados y otras zonas estratégicas que contendrá el ruido, lo cual no permitirá que llegue a los huéspedes, manteniendo así el confort sonoro.

En el caso de la generación de residuos, se implementarán técnicas para reducir la generación de residuos desde la fuente, con el objetivo de minimizar la cantidad (optimizando el uso de materias) y la peligrosidad (evitando mezclas de sustancias) de los residuos. Adicionalmente, se promoverá el reciclado, el composteo de residuos orgánicos y el coprocesamiento del residuo, antes de que sean enviados a disposición final. Para lograr esto, el promovente buscará proveedores autorizados ante las autoridades ambientales para llevar a cabo la reutilización, recuperación y/o coprocesamiento de estos.

El promovente propiciará la implementación de buenas prácticas ambientales entre sus empleados, trabajadores y huéspedes con el fin de concientizarlos y hacerlos partícipes de la protección al medio ambiente.

VIII.4 Pronóstico ambiental.

Considerando los tres escenarios anteriormente planteados y analizados, se puede concluir que independientemente del desarrollo del proyecto, el SAR ya se encuentra impactada por las actividades antrópicas como el turismo. Esto modificó la distribución y abundancia de las especies de flora y fauna en el área, propiciando de manera sistemática el deterioro del medio.

Como parte del presente Proyecto, se implementarán las medidas de prevención y mitigación necesarias para reducir al máximo el impacto generado al ambiente por las diversas etapas del proyecto. Además, se trabajará en la capacitación del personal que estará involucrado en dichas actividades, con lo que se espera formar y reforzar

la conciencia ambiental en el personal del promovente, creando así un beneficio social a largo plazo a nivel local, nacional e incluso mundial.

Igualmente, se espera que la implementación del Proyecto incremente la oferta turística en el país, lo que atraerá turismo nacional y extranjero, posicionando a México como un destino de primera clase, con lo cual se generará una derrama económica e incluso y creará expectativas para futuras posibles inversiones dentro del territorio nacional.

VIII.5 Evaluación de alternativas.

Con el propósito de evaluar las posibles alternativas al presente proyecto, es necesario ubicar un predio con características similares a las que ostenta el predio, para posteriormente evaluar la factibilidad de dichas alternativas.

En cuanto a la ubicación del predio del proyecto, este se encuentra en el corazón del área turística de Playa del Carmen, por lo que está rodeado de infraestructura que ofrece los mismos servicios hoteleros y turísticos. De esta manera, el Complejo Ecoturístico Riviera Maya incrementaría la oferta de estos servicios turísticos, con énfasis en un turismo sustentable y turismo de naturaleza.

El predio donde se pretende desarrollar el Proyecto se encuentra en una zona privilegiada, puesto que está en una de las zonas con mayor demanda turística del país. Además, en las cercanías del predio se ubica uno de los complejos turísticos más reconocidos de México y hace atractivo el desarrollo de este proyecto. Adicionalmente, el acceso a los servicios básicos es fácil, puesto que las líneas de interconexión a la red eléctrica y al sistema de telefonía, se ubican al pie del predio, con lo que solo se requerirá una mínima cantidad de obra civil para realizar la conexión con estos servicios.

En conclusión, el predio contemplado para el proyecto “Complejo Ecoturístico Riviera Maya” reúne todas las condiciones para el desarrollo de este. De realizarse el proyecto en una ubicación diferente, el impacto ambiental aumentaría y se vería disminuido el acceso a los servicios básicos para su construcción.

IX. Conclusiones

Una de las variables para analizar la dinámica ambiental de la zona, es comprender las interrelaciones que se dan entre el conjunto de factores bióticos, abióticos y socioeconómicos que se presentan en tiempo y espacio determinados. La mayoría de los componentes del SAR están en interrelación. Si cambian las propiedades de un componente, podría entonces tener influencia en los demás.

La construcción y operación del Complejo Ecoturístico Riviera Maya, la mayoría de los impactos ambientales negativos significativos se presentarán durante las etapas de Preparación del sitio y Construcción. En el sitio del proyecto, existe Vegetación de Selva Mediana y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana. Durante las primeras etapas del proyecto habrá afectación por la remoción de vegetación terrestre y posible afectación al suelo, debido a las actividades de desmonte, despalme y construcción de los elementos del proyecto, y aunque el área afectada será pequeña (33% de la superficie total del proyecto), se aplicarán las medidas de mitigación generales para los impactos ambientales y se implementarán programas de ahuyentamiento, rescate de flora y fauna y de reforestación.

Durante la Etapa de Operación, los principales impactos negativos estarán ligados a la posible contaminación del suelo y agua por un potencial mal manejo de los residuos y el crecimiento de las actividades antropogénicas que se realicen, aunque en relación con la hidrología superficial, se carece de corrientes superficiales en la Región Hidrológica y la subcuenca, debido a la gran capacidad de infiltración del terreno que impide una red de flujo superficial. Por el contrario, el acuífero es muy vulnerable a la contaminación por descargas de agua residuales debido a que las oquedades, cavernas y conductos facilitan la entrada de los contaminantes al suelo y su propagación. Otro factor es la escasa profundidad del agua subterránea y a que no cuenta con algún medio poroso que actúe como filtro de los contaminantes.

Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada, mitigables, compensables y moderados o despreciables. De acuerdo con la valoración realizada, no se espera que las obras y actividades asociadas al proyecto provoquen alteraciones en el ecosistema, ni pongan en riesgo la continuidad de procesos ecológicos determinantes para su buen funcionamiento, o la salud humana, en virtud de que todas las actividades de obra necesarias para la construcción del proyecto de desarrollo turístico quedarán comprendidas dentro del predio, mismas que serán sometidas a medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental.

Los impactos positivos permanecerán durante la vida útil del proyecto. Debido a que están estrechamente ligados con la generación de empleo del proyecto, estos impactos son sinérgicos, pues favorecerán el entorno socioeconómico local. Respecto a este factor, el SAR no tiene gran presión debido a que el grado de marginación del municipio es muy bajo, y a que la proporción de la población ocupada frente a la desocupada es mucho mayor, sin

Documento Técnico Unificado

Proyecto Complejo Ecoturístico Riviera Maya

embargo, aún se encuentran personas analfabetas, sin vivienda o sin alguno de los servicios básicos.

En términos ambientales, el proyecto se cataloga como viable al implementar las medidas de prevención y mitigación de impacto así como por no representar un riesgo significativo a las poblaciones de especies de flora y fauna que se encuentran en el predio con estatus de riesgo. De igual forma, el proyecto no conllevará riesgos a la salud humana pues en su ejecución se observará la normatividad aplicable.

Asimismo, también se implementarán acciones de conservación de suelo al conservar en zonas autorizadas el material obtenido de las actividades de desmonte y despalme, para ser utilizado en la restauración los sitios una vez que se concluyan las actividades de construcción.

X. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO

X.1 Presentación de la información.

X.1.1 Cartografía.

A lo largo del documento, se presentan mapas esquemáticos que permiten al lector, identificar a detalle la información planteada para la evaluación de este Dictamen Técnico Unificado. La elaboración de los mapas se realizó mediante los programas de Sistemas de Información Geográfica GRASS GIS 7.8.2 y QGIS 3.10.2

X.1.2 Fotografías y videos.

En el **Anexo X.1**, se presentan fotografías y material visual del proyecto.

X.1.3 Otros anexos

Para complementar la información presentada, se realizaron las siguientes evaluaciones, las cuales se presentan en los siguientes anexos:

CAPÍTULO II

Anexo II.1 Layout del proyecto

Anexo II.2 Plano de distribución de amenidades

Anexo II.3 Obras de playa

Anexo II.4 Obras nivel 3

Anexo II.5 Obras nivel 4

Anexo II.6 Áreas verdes ajardinadas

Anexo II.7 Áreas destinadas a conservación

CAPÍTULO IV

Anexo IV.1 Estudio geohidrológico

Anexo IV.2 Prospección geofísica

Anexo IV.3. Arbolado en puntos de muestreo

Anexo IV.4 Registro Fotográfico

Anexo IV.5 Carta Aval

Anexo IV.5.1 CV del Dr. De Nova

CAPÍTULO V

Anexo V.1 Metodología Battelle-Columbus

CAPÍTULO VI

Anexo VI.1 Metodología para la Caracterización de Flora Silvestre. Adicionalmente, los datos obtenidos en la línea base ambiental de biodiversidad (flora y fauna), fueron sometidos a revisión por parte de un investigador de la Universidad autónoma de San Luis Potosí (UASLP) especialista en botánica. La carta de revisión y el CV del Dr. Arturo de Nova, se presentan en los siguientes anexos: