

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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.

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

CAPÍTULO I

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

DTU-B

**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**

MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

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.

Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles.

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto, “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles” pretende establecerse en un predio aledaño al desarrollo Playa Maroma Inmuebles (Siempre Viva IV), en la fracción Siempre Viva V, en el Km 306.5 de la carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, municipio de Solidaridad, Quintana Roo. El polígono del predio Siempre Viva V cuenta con una superficie de 6.43 hectáreas, mientras que el predio Siempre Viva IV cuenta con una superficie de 16.8 ha, (autorizado a través del oficio resolutivo S.G.P.A/DGIRA.DEI.0551, con una superficie total de desmonte de 8.95 Ha).

I.1.3 DURACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto tendrá una duración de 50 años, durante los cuales se construirán las obras de ampliación y se desarrollará la operación y mantenimiento. Los primeros 48 meses estarán destinados a la preparación y construcción de los diversos componentes del proyecto.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

El proyecto es promovido por la empresa Playa Maroma Inmuebles, S.A. de C.V., cuyo representante legal es el C.P. Adolfo Kalach Romano. El testimonio notarial en el cual consta el poder del representante legal se agrega como anexo I.2 de este DTU-R, el original se exhibe para cotejo.

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

Playa Maroma Inmuebles, S.A. de C.V.

(Copia simple del acta constitutiva, anexo I.1).

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.

PMI 050210 42 A.

I.2.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL.

C.P. Adolfo Kalach Romano.

(Copia certificada del poder notarial, anexo I.2).

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.

Torre Virreyes Calle Pedregal No. 24 piso 14 – 1402 B

Col. Molino del Rey, Delegación Miguel Hidalgo

CP 11040 Cd México

Tel 55 4125 6708

Correo electrónico: [REDACTED]

y/o

Juan Ricardo Juárez Palacios y/o Jorge Falcón Cortés.

Cruz de Valle Verde N° 16, oficina 6,

Naucalpan, C.P. 53110, Naucalpan, Estado de México.

Correo electrónico: [REDACTED]

Teléfono: [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.

[REDACTED].

(CURP y Cédula Profesional, anexo I.3).

Se anexa declaratoria bajo protesta (anexo I.4).

I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP.

[REDACTED]

I.3.3 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL DOCUMENTO.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

I.3.4 DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONAL QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

a) Nombre: Sonia Mosquera Fernández

b) Domicilio: Prolongación Benjamín Robles, Lote 12 casa 26, Fraccionamiento Xolache. Texcoco, Estado de México. C.P.56100

c) Numero de inscripción en el Registro Forestal Nacional: Libro PUE, Tipo UI, Vol. 2, No. 20 año 09. (Anexo I.5)

d) Copia de identificación oficial: Anexo I.5

I.4 EQUIPO TÉCNICO

Nombre	Rubros en los que participo
[REDACTED]	Coordinación del DTU-R. Capítulos II, V, VII. Se anexa cédula profesional (anexo I.3).
[REDACTED]	Estudios especiales e Impacto Ambiental. Capítulo III.
[REDACTED]	Delimitación del área de estudio, caracterización del SAR.
[REDACTED]	Análisis retrospectivo del SAR, vegetación, y diagnóstico ambiental.
[REDACTED]	Medio socioeconómico
[REDACTED]	Medio abiótico y fauna
[REDACTED]	Paisaje
[REDACTED]	Capítulo VI
[REDACTED]	Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del CUS
[REDACTED]	Capítulo VIII
[REDACTED]	Capítulo IX
[REDACTED]	Cartografía y geomántica
[REDACTED]	Integración

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

**CAPITULO II
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

DTU-B
**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**
MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

DTU-B

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

II DESCRIPCIÓN DEL proyecto	1
II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
II.1.1 Naturaleza del proyecto	1
II.1.2 Objetivo del proyecto	8
II.1.3 Ubicación física	8
II.1.4 Inversión requerida	9
II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO	10
II.2.1 Programa de trabajo	14
II.2.2 Representación gráfica regional	15
II.2.3 Representación gráfica local	17
II.2.4 Preparación del sitio y construcción	24
II.2.4.1 Preparación del sitio	24
II.2.4.2 Trabajos preliminares	24
II.2.4.3 Construcción	28
II.2.5 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.....	33
II.2.5.1 Metodología de muestreo	34
II.2.5.2 Número de individuos por especie a remover en el área del proyecto por polígono y en la superficie total.....	38
II.2.5.3 Estimación del volumen maderable de las especies forestales	45
II.2.6 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo.....	51
II.2.6.1 Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables	52
II.2.6.2 Estimación del valor económico de los recursos forestales no maderables	53
II.2.6.3 Estimación del valor económico de los recursos faunísticos	55
II.2.6.4 Estimación del valor económico de los servicios ambientales	56
II.2.7 Operación y mantenimiento	58
II.2.7.1 Operación	58
II.2.7.2 Mantenimiento	60
II.2.8 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	62
II.2.9 Residuos	63
II.2.10 Emisiones y descargas	70
II.2.11 Acciones del proyecto	71
II.3 LITERATURA CONSULTADA	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Distribución de superficies que ocupan las obras del proyecto PMI (en operación y las que se pretende que ocupen las obras resultantes de la ampliación pretendida).....	3
Tabla II.2 Obras y servicios requeridos para la ampliación del proyecto Ampliación P.M.I	4
Tabla II.3 Historial de la gestión del proyecto PMI en materia de IA y de CUSTF	5
Tabla II.4 Predios e indicadores que fueron considerados para la aprobación del proyecto “Playa Maroma Inmuebles”	6
Tabla II.5 Valores de densidad potencial aplicando los indicadores del POEL- S (2009) en los cuatro predios	6
Tabla II.6 Superficie y densidad disponible consideradas para la aprobación del proyecto Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles.....	7
Tabla II.7 Coordenadas del predio Siempre Viva V y Siempre Viva IV.	9
Tabla II.8 Inversión requerida para la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles	10
Tabla II.9 Estimación de la aplicación de recursos para la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación	10
Tabla II.10 Superficies de ocupación del proyecto	11
Tabla II.11 Superficie e indicadores de tasa de despalme y densidad en el POET del corredor Cancún – Tulum (2001) y en el POELS (2009)	12
Tabla II.12 Balance de superficies y despalme y densidad, considerando la transferencia de La Ceiba y Zacil Ha.....	13
Tabla II.13 Programa general de trabajo.....	15
Tabla II.14 Programa general para la etapa de operación y mantenimiento	15
Tabla II.15 Coordenadas de los vértices del predio conjunto	17
Tabla II.16 Coordenadas de las poligonales que delimitan las áreas sujetas a CUSTF	18
Tabla II.17 Superficies del polígono sujeto a cambio de uso de suelo	23
Tabla II.18 Límites máximos permisibles de las aguas residuales tratadas del proyecto	32
Tabla II.19 Materiales a ser utilizados durante la etapa de construcción del proyecto	32
Tabla II.20 Coordenadas de muestreo.....	35
Tabla II.21 Individuos registrados por punto de muestreo	36
Tabla II.22 Polígono 1. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	38
Tabla II.23 Polígono 2. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	39
Tabla II.24 Polígono 3. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	39
Tabla II.25 Polígono 4. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	40
Tabla II.26 Polígono 5. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	40
Tabla II.27 Polígono 6. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	41
Tabla II.28 Polígono 7. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	41
Tabla II.29 Polígono 8. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	42
Tabla II.30 Polígono 9. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	43
Tabla II.31 Polígono 10. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto	43
Tabla II.32 Número de individuos a remover en las 6.37 hectáreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.....	44
Tabla II.33 Tabla de volúmenes utilizada.....	45

Tabla II.34 Polígono 1. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	46
Tabla II.35 Polígono 2. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	46
Tabla II.36 Polígono 3. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	47
Tabla II.37 Polígono 4. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	47
Tabla II.38 Polígono 5. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	48
Tabla II.39 Polígono 6. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	48
Tabla II.40 Polígono 7. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	49
Tabla II.41 Polígono 8. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	49
Tabla II.42 Polígono 9. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	50
Tabla II.43 Polígono 10. Volumen por hectárea y total “volumen total árbol” (v.t.a.).....	50
Tabla II.44 Estimación del volumen maderable en las 6.37 ha propuestas para CUSTF.	51
Tabla II.45 Estimación económica del producto forestal maderable presente en el área de CUSTF	53
Tabla II.46 Estimación económica del producto forestal presente en el área de CUSTF	53
Tabla II.47 Estimación económica del producto forestal no maderable presente en el área de CUSTF ...	55
Tabla II.48 Estimación económica del recurso faunístico presente en el área de CUSTF	55
Tabla II.49 Estimación económica de recursos biológicos forestales del área de CUSTF	58
Tabla II.50 Insumos y residuos producto de la operación del proyecto Ampliación Playa Maroma Inmuebles	59
Tabla II.51 Programa de actividades de operación y mantenimiento del proyecto Ampliación P.M.I	61
Tabla II.52 Residuos que podrán generarse durante las etapas del proyecto	63
Tabla II.53 Estimación de los residuos que podrán generarse durante la etapa de preparación del sitio del proyecto	64
Tabla II.54 Estimación de residuos que podrán generarse durante la etapa de construcción del proyecto	65
Tabla II.55 Estimación de los residuos que podrán generarse durante la operación y mantenimiento del proyecto	66
Tabla II.56 Acciones del proyecto	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Ubicación física del proyecto Ampliación P.M.I	9
Figura II.2 Localización de los predios “Siempre Viva IV”, “Siempre Viva V”, “La Ceiba” y “Zacil-Ha” en la UGA 17	13
Figura II.3 Representación gráfica de la ubicación del proyecto en el SAR	16
Figura II.4 Representación gráfica del conjunto del proyecto	17
Figura II.5 Mapa de cambio de uso de suelo CUSTF	24
Figura II.6 Tipo de sanitarios portátiles que serán instalados en los frentes de trabajo del proyecto	27
Figura II.7 Estacionamiento (A) y edificio central (B) del proyecto “Ampliación del proyecto P.M.I”	29
Figura II.8 Esquema del funcionamiento del acuífero con los pozos de abastecimiento e inyección para el proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles”	31
Figura II.9 Código de colores para la separación de los residuos	68

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles” (en lo sucesivo nominado como “el proyecto”) que gestiona Playa Maroma Inmuebles, S.A. de C.V., se ubicará en el margen NE-NW del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma”, entre la línea de playa y el ecosistema antes citado, en el municipio de Solidaridad estado de Quintana Roo.

El proyecto consiste en la construcción, operación y mantenimiento de la ampliación del complejo turístico “Playa Maroma Inmuebles”. Se trata de un conjunto de obras de infraestructura turística orientada a ofrecer al huésped una alternativa de turismo sustentable, con instalaciones y paisajes privilegiados, respetando y conservando el entorno natural. La ampliación consistirá en la construcción de 200 habitaciones, albercas, espejos de agua, Spa exterior sin techar y Spa exterior techado, restaurante de playa, palapas, caseta de acceso, andadores peatonales, plazas, soleaderos, estacionamiento, planta de tratamiento de aguas, canchas, áreas jardinadas. La ampliación aprovechará infraestructura existente que fue prevista y autorizada desde el año 2006 para el proyecto Playa Maroma Inmuebles (PMI); para alcanzar estos objetivos y evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de sus poblaciones establecidas en él, se considera el agrupamiento de las áreas de aprovechamiento en dos predios Siempre Viva IV y V y la conservación de los otros dos espacios: La Ceiba y Zacil Ha.

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

Esta iniciativa está conformada por un conjunto de proyectos de obras y actividades y se inscribe en el sector terciario de nuestra economía dentro del subsector turismo (INEGI, 2017¹).

Tal y como se asienta en nuestra propuesta, la gestión forestal/ambiental de esta iniciativa considera, la solicitud de autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, aprovechando las disposiciones del Acuerdo emitido el 22 de diciembre de 2010, a través del cual se expidieron los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal.

El Acuerdo por el que se unifica el procedimiento de la evaluación de impacto ambiental y el trámite de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, prevé dos modalidades para su gestión ante la autoridad competente, la modalidad “A” y la modalidad “B”, ésta última corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de

autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración; por tal razón, la gestión que se hace de este proyecto se ajusta a la modalidad “B”, lo cual se razona con la amplitud necesaria en el capítulo III de este DTU.

En materia de impacto ambiental, esta iniciativa se ajusta a los alcances de la fracciones VII y IX del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, según se colige del siguiente texto transcrito de la LGEEPA:

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

I. ...

II. ..

VII. Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.

IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros,

En este sentido, el proyecto, se refiere a un conjunto de obras y/o actividades de infraestructura del sector turístico que pretende establecerse en el ecosistema costero conformado por el sistema ambiental regional en el que se ubica Playa Maroma, en el litoral del Estado de Quintana Roo; inscrito en la fracción IX del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA); en tal sentido y de acuerdo a las disposiciones del artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) y específicamente a sus fracciones III y IV, así como a las disposiciones de la autoridad normativa en esta materia, la modalidad que le aplicaría a la eventual manifestación de impacto ambiental sería la modalidad regional, consecuentemente la modalidad del DTU a la que se allana el promovente es la modalidad “B”.

Derivado de la necesidad del promovente de brindar una alternativa de turismo con instalaciones y paisajes privilegiados en un entorno sustentable, se pretende la ampliación del desarrollo turístico Playa Maroma Inmuebles (PMI), actualmente en operación con 57,485.59 m² de construcción techada y 33,195.79 m² de instalaciones sin techar, establecidas dentro del predio Siempre Viva IV, el cual tiene una superficie de 16.8 has, con la incorporación pretendida de un terreno aledaño denominado Siempre Viva V, el cual tiene una superficie de 6.43 has, en el cual se desea la construcción de diversas edificaciones (200 habitaciones, obras asociadas y obras para servicios) que ocuparían 28,407.99 m² de construcciones bajo techo y 17,118.47 m² de espacios u obras sin techar, para incorporar nuevos espacios al proyecto PMI (Tabla II.1 y Tabla II.2) los trabajos pretendidos incluyen el mejoramiento ambiental de las áreas de conservación, que actualmente forman parte del proyecto PMI, toda vez que estos han quedado aislados y fragmentados de su cobertura original por la construcción de infraestructura aledaña de propietarios no relacionados con el proyecto PMI (fuera del predio de PMI). Los planos

de las superficies que se someten a aprobación de la autoridad ambiental se presentan en el Anexo II.1 de este DTU.

Tabla II.1

Distribución de superficies que ocupan las obras del proyecto PMI (en operación y las que se pretende que ocupen las obras resultantes de la ampliación pretendida)

Proyecto → Predio →	Playa Maroma Inmuebles				Ampliación Playa Maroma Inmuebles					
	Siempre Viva IV				(A) Siempre Viva IV (SVIV)		(B) Siempre Viva V (SVV)		Conjunto deseado (A + B)	
Áreas ↓	Autorizado en IA (DGIRA) (m ²)	Autorizado en licencia de construcción Municipio (m ²)	Construido existente (m ²) (CUS ¹)	Construido desplante (m ²) (COS ²)	Superficie a construir (m ²)	Área de desplante (m ²)	Superficie a construir (m ²)	Área de desplante (m ²)	Superficie total a construir (SVIV+SVV)	Área de desplante total (SVIV+SVV)
Abercas, espejos de agua y fuente motor lobby		6,147.00	7,429.12	7,429.12	858.60	858.60	3,169.05	3,169.05	4,027.65	4,027.65
Habitaciones		36,729.70	35,688.15	9,818.08	0.00	0.00	15,936.61	5,352.40	15,936.61	5,352.40
Edificio servicios	3,752.35	3,818.00	3,975.31	3,876.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
Edificio central y comercios		12,655.00	13,765.29	7,207.00	764.50	764.50	3,857.36	2,857.36	4,621.86	3,621.86
Teatro 1 y Teatro 2	983.38	986.00	997.84	997.84	2,314.15	1,314.15	0.00	0.00	2,314.15	1,314.15
Área de servicios (cocinas, lavandería, bodega)			0.00	0.00	1,148.56	1,148.56	0.00	0.00	1,148.56	1,148.56
Restaurantes de Playa y palapas		1,840.00	1,840.00	1,638.98	714.26	714.26	771.42	771.42	1,485.68	1,485.68
TECHADOS: caminos, Motor Lobby techado, andén techado servicios, patio eventos techado, Spa exterior techado, Caseta de acceso y Cto de Maquinas	450.00	1,219.00	1,219.00	1,219.00	1,626.36	1,626.36	1,274.77	1,274.77	2,901.13	2,901.13
SUB-TOTAL Techado	5,185.73	57,247.70	57,485.59	24,756.90	6,567.83	5,567.83	21,840.16	10,255.95	28,407.99	15,823.78
SIN TECHAR: caminos, caminos de arena y grava, andadores Peatonales, plazas, asoleaderos, Patio de maniobras, Estacionamientos, Patio eventos sin techar, Planta de tratamiento, Tanques de agua, Camino de acceso, Rampa motor lobby, Canchas y Spa exterior sin techar.	6,637.30		33,195.79	29,543.44	7,076.49	7,076.49	10,041.98	10,041.98	17,118.47	17,118.47
SUB-TOTAL	11,823.03	63,394.70	98,110.50	61,729.46	14,502.92	13,502.92	35,051.19	23,466.98	49,554.11	36,969.90
Reforestación jardinería y revegetación por obra	-21,800.00		27,770.56	27,377.26			12,547.18		16,831.91	-
TOTAL	89,500.00		125,881.06	89,106.72	14,502.92	26,050.10	35,051.19	40,298.89	49,554.11	66,348.99
			↑	Superficies del plano A-04 (SIEMPRE VIVA IV ACTUAL)		Superficies plano A-03 (LICENCIA NUEVA SIEMPRE VIVA IV)		Superficies del plano A-06 (SIEMPRE VIVA V DESEADA)		
Acotaciones:										
1/: Se refiere a la superficie de uso del suelo, es decir, al máximo de metros cuadrados que se pueden construir (niveles) en el predio.										
2/: Se refiere a la superficie de ocupación del suelo, es decir, al área del terreno donde se puede desplantar (ocupar) la edificación.										
↑/: Superficie acumulada de cada una de las edificaciones (niveles), correspondiente al uso de suelo.										
*/: Dato citado en la página 5 y página 36 de la MIA-p.										

Para alcanzar el desarrollo pretendido y con sustento en lo dispuesto por el criterio de regulación ecológica de aplicación general CG-05 del programa de ordenamiento ecológico local del municipio de solidaridad (2009)¹¹ (POEL-S), se hace necesario transferir la parte proporcional de los indicadores de densidad y de desmonte de los predios La Ceiba y Zacil Ha, que las disposiciones de este POEL-S permiten aplicar para concretar el proyecto, en compensación de lo cual ambos predios (La Ceiba y Zacil Ha) podrán ser destinados a la preservación sin afectar o modificar la estructura del ecosistema que los conforma

En este sentido y, de acuerdo a las disposiciones del POEL-S, la densidad que podría alcanzarse en las 6.43 has del predio Siempre Viva V, (10 cuartos/ha), no sería suficiente para edificar el número de habitaciones que hagan viable económicamente al proyecto (200 cuartos); en tal sentido y combinado los parámetros de densidad e índice de despilme permitido, tanto para Siempre Viva IV, como para Siempre Viva V establecidos por el POEL-S y asumiendo la estrategia de aprovechar y transferir esos indicadores de dos predios ubicados en la misma unidad de gestión ambiental (UGA 17), denominados Zacil Ha y La Ceiba, todos los cuales son propiedad del promovente, se lograría alcanzar el objetivo medular de la presente iniciativa, con la adición de beneficio ambiental que representaría el destinar estos terrenos

(Zacil Ha y La Ceiba) a una estrategia a largo plazo de preservación¹, alcanzando de esa manera el objetivo de sustentabilidad que persigue el proyecto.

Con la estrategia antes bosquejada se podrá sustentar la solicitud de autorización del cambio de uso de suelo (CUSTF) que requiere el proyecto en una superficie de 6.37 hectáreas de selva mediana subperennifolia.

Tabla II.2
Obras y servicios requeridos para la ampliación del proyecto Ampliación P.M.I

Obras y servicios							
Áreas	Superficie total a construir (SV IV + SV V)	Área de desplante total (SV IV + SV V)	Áreas	Superficie total a construir (SV IV + SV V)	Área de desplante total (SV IV + SV V)		
Albercas			Superficie sin techar (m ²)				
Albercas, espejos de agua, fuentes	4,027.65	4,027.65	Caminos, caminos de arena y grava	17,118.47	17,118.47		
Superficie techada (m ²)			Camino de acceso				
Habitaciones	15,936.61	5,352.40	Andadores peatonales, plazas, asoleaderos				
Edificio de servicios	0.00	0.00	Rampa Motor lobby				
Edificio central y comercios	4,621.86	3,621.86	Patio de maniobras				
Teatro 1 y teatro 2	2,314.15	1,314.15	Estacionamientos				
Área de servicios (cocinas, lavandería, bodega)	1,148.56	1,148.56	Patio de eventos sin techar				
Restaurante de playa y palapas	1,485.68	1,485.68	Planta de tratamiento				
Techado de Motor Lobby	2,901.13	2,901.13	Pozos de extracción (1), inyección (1) y rechazo (1)				
Techado de anden de servicios			Tanques de agua				
Techado de caminos			Canchas				
Techado de patio de eventos			Spa sin techar				
Techado de spa exterior			Playa			0.00	11,662.9
Techado de caseta de acceso y conjunto de maquinas			Áreas de reforestación de jardinería y revegetación de obra			0.00	29,379.09

Respecto a lo antes expuesto, es importante destacar los antecedentes de la gestión del proyecto PMI: la viabilidad ambiental del proyecto PMI, en el procedimiento de evaluación del impacto ambiental realizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental en el año 2006, autorizado a través del oficio resolutivo S.G.P.A/DGIRA.DEI.0551.06 consideró una superficie total de desmonte de 8.95 Ha (Tabla II.3) se basó en un esquema similar al que se propone para esta modificación, pero realizado al amparo de las disposiciones del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum (2001) (Tabla II.4) vigente para esta región hasta el año de 2009 cuando causa estado el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-S) en el cual se

¹ Preservación: el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales (Artículo 3º, fracción XXV de la LGEEPA).

registran nuevas especificaciones para los índices de densidad y despalme que, aplicables al desarrollo PMI y a la modificación pretendida, con lo cual resulta viable alcanzar el objetivo de densidad en el predio Siempre Viva V.

Tabla II.3
Historial de la gestión del proyecto PMI en materia de IA y de CUSTF

N°	Número de oficio	Fecha emisión	Fecha recepción	Contenido
1	S.G.P.A./DGIRA.DEI.0551.06	24.marzo.2006	28.marzo.2006	Oficio resolutivo en materia de IA de obras y actividades (desarrollo hotelero)
2	03/ARRN/1018/06	24.octubre. 2006		Oficio de autorización del CUSTF
3	S.G.P.A./DGIRA.DEI.2184.06	10.noviembre.2006	14.noviembre.2006	Oficio de autorización de modificación consistente en el aumento de 61 cuartos hoteleros y aumento de altura de 9 módulos.
4	S.G.P.A./DGIRA/DG/0737/07	11.abril.2007	3.mayo.2007	Oficio de autorización de modificación consistente en la implementación de sistema de extracción y enfriamiento (chillers) de agua salada y descargo de la misma.
5	S.G.P.A./DGIRA/DG/1443/07	21. junio.2007	27.junio.2007	Oficio de autorización de modificación consistente en la reubicación del pozo para la extracción de agua salobre mediante el sistema de ósmosis inversa.

Se destaca asimismo que, en las gestiones que se concretaron en la autorización del proyecto en materia de impacto ambiental, se comprometió la preservación de los predios de los cuales se transfirieron parcialmente sus índices de densidad y despalme, y de ello se dejó constancia en el testimonio notarial cuarenta mil ochocientos sesenta y tres (40,863) (Anexo II.2), emitido ante la Fe del Notario Público N° 3, Lic. Marco Antonio Sánchez Vales de la Ciudad de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo y que ratifica el uso y destino de protección y conservación a perpetuidad del predio Zacil-Ha; es de hacer notar que en la declaración segunda de dicho testimonio se declara que:

SEGUNDA.- Que el predio Zacil-Ha, en el que se pretende realizar el proyecto, se encuentra regulado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum, publicada en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el día dieciséis de noviembre del año dos mil uno, el cual tiene una densidad de 30 (TREINTA) cuartos por hectárea sobre un área de desmonte del (texto ilegible), dando un total de 4.5 (CUATRO PUNTO CINCO) cuartos por hectárea. **Si en el futuro existiere alguna modificación a las Políticas Ambientales al respecto, el promovente tendrá derecho a dicho beneficio, por lo que tendrá que solicitar autorización a las Autoridades Ambientales correspondientes para gozar del mismo** (el destacado y subrayado se adiciona para enfatizar el contenido que se desea hacer notar).

Tabla II.4

Predios e indicadores que fueron considerados para la aprobación del proyecto "Playa Maroma Inmuebles"

Predio	Superficie predios (ha)	Indicadores del POET Cancún - Tulum (2001)	
		Índice de despalme 15% /ha	Densidad (30 ctos/ha)
Siempre Viva IV	16.8	2.52	76
Zacil Ha	63.5	9.52	286
La Ceiba	13.6	2.04	61
TOTAL	93.9	14.08	423

Con base en la previsión contenida en este texto, es voluntad del promovente aprovechar las nuevas opciones que le ofrecen las disposiciones del POEL-S, en tal sentido alcanzar los valores de densidad y despalme que se logra con la aplicación de los índices de estos parámetros impuestos en dicho instrumento (Tabla II.5).

Tabla II.5

Valores de densidad potencial aplicando los indicadores del POEL- S (2009) en los cuatro predios

Predio	Superficie predios (ha)	Indicadores del POEL- S. (2009)	
		Índice de despalme 35% /ha	Densidad (10 ctos/ha)
Siempre Viva IV	16.8	5.88	168
Zacil Ha	64.68 ¹	22.64	647
La Ceiba	13.6	4.76	136
Siempre Viva V	6.43	2.25	64
Total	101.51	35.53	1,015

Los valores de densidad y despalme de cada uno de los predios que se consideran en esta propuesta ("Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles"), resultarán de multiplicar la superficie total de cada uno de los predios por el número de cuartos permitidos en el POEL-S para el uso del suelo (10 ctos/ha), así como la superficie de despalme permitida (0.35%/ha). En éste sentido, el total de cuartos disponibles que podría solicitarse con la transferencia de densidades de los terrenos Zacil Ha y La Ceiba, correspondería a un total de 592 cuartos, mientras que la superficie de despalme sería de 21.45 ha (Tabla II.6) .Sin embargo, el desarrollo del proyecto solo requerirá una superficie de 6.37 hectáreas de despalme (29.70% de la superficie total potencial) y 200 habitaciones (33.78% del número total de cuartos que potencialmente podrían considerarse con las transferencias citadas (Tabla II.6).

Tabla II.6

Superficie y densidad disponibles consideradas para la aprobación del proyecto Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles

Predio	Superficie predios (ha)	Indicadores del POET Cancún - Tulum (2001)		Indicadores del POEL Solidaridad (2009)		Disponible ¹	
		Superficie de despalme permitida 15% (ha)	Densidad permitida (30 ctos/ha)	Superficie de despalme permitida 35% (ha)	Densidad permitida (10 ctos/ha)	Superficie máxima de despalme potencial (ha)	Densidad máxima potencial (ctos/ha)
SIEMPRE VIVA IV	16.8	2.52	76	5.88	168	3.36	92
ZACIL HA	64.68 ²	9.52	286	22.64	647	13.12	361
LA CEIBA	13.6	2.04	61	4.76	136	2.72	75
Siempre Viva V	6.43	-	-	2.25	64	2.25	64
Total	101.51	14.08	423	35.53	1,015	21.45	592

¹ Derivado de restar los indicadores que fueron considerados para la aprobación del proyecto Playa Maroma Inmuebles (superficie y densidades) a los ahora establecidos en el POEL Solidaridad, 2009.

² Es importante mencionar que, la superficie considerada del predio Zacil-Ha en el proyecto Playa Maroma Inmuebles fue de 63.5 ha, derivado de la división del predio en 2 UGAS; Cn-22 y F4-23 (POET Cancún – Tulum, 2001) por lo que solo pudo solicitarse la transferencia de la superficie inserta en la UGA Cn5-22. En este sentido, con la nueva disposición del POEL Solidaridad (2009), el predio Zacil-Ha se encuentra ahora inserto en la UGA 17, lo que permite aprovechar la totalidad de su superficie equivalente a 64.68 ha.

Para el diseño del proyecto, la promovente consideró las políticas y estrategias que establece el POEL-S, y la vinculación de los criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto. El análisis de estas disposiciones se desarrolla en el capítulo III de este DTU; en este sentido se destaca que la política impuesta a la UGA 17 es de conservación, concebida como aquella que favorece... *“la permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para las generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades”*; se destaca que el alcance de la política de conservación en este enfoque del POEL-Sol implica el desarrollo sustentable del espacio geográfico que conforma a esta UGA y en este encuadre es fundamental aludir a la definición de este concepto que ofrece la propia LGEEPA: *...“El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras”* (fracción XI del artículo 3º de la LGEEPA).

Considerando todo lo antes expuesto, los alcances de los criterios de regulación ecológica establecidos en el POEL de Solidaridad (cuyo enfoque vinculante se analiza en el capítulo III de este DTU), y el hecho de que el proyecto requiere de una infraestructura mínima que garantice su viabilidad económica sin comprometer los atributos ambientales sustantivos de los espacios geográficos considerados, la promovente pone a consideración de la autoridad la construcción de 200 cuartos, obras y servicios adicionales al desarrollo turístico Playa Maroma Inmuebles, (Tabla II.2), así como la posibilidad de realizar la transferencia² de densidades de cuartos y superficie de despalme permisible que las disposiciones del POEL del municipio de Solidaridad, (2009) permiten, transfiriendo los indicadores de densidad y despalme de los predios La Ceiba y Zacil-Ha al predio Siempre Viva V, donde se pretende realizar la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles; con la aplicación de esta estrategia será posible:

² Los aspectos puntuales de la propuesta de transferencia de densidades serán abordadas de manera específica en el apartado II. Y en los capítulos III, IV, V y VII de este Documento Técnico Unificado.

- Concentrar los impactos ambientales en un predio de menor valor ambiental (Siempre Viva V) y conservar íntegros los recursos naturales de los predios “La Ceiba y Zacil-Ha”, que conforman un ecosistema de gran valor ambiental por los bienes y servicios que proporcionan las poblaciones de manglar que están establecidas en parte de dichos predios.
- No incrementar la afectación y el desmonte dentro de la UGA y preservar espacios cuya integralidad asegura las condiciones del ecosistema, particularmente importantes por la cubierta de manglar establecida en parte de su extensión (terrenos La Ceiba y Zacil Ha),
- Garantizar la viabilidad del proyecto desde el punto de vista económico y ambiental.

II.1.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar la ampliación del desarrollo turístico Playa Maroma Inmuebles, mediante la concentración de densidades y superficies de despalme, en un predio cuyo entorno ha sido modificado, para asegurar el sostenimiento de las condiciones para propiciar la evolución y la continuidad de los ecosistemas y hábitats naturales de dos predios (La Ceiba y Zacil Ha) que, en conjunto ocupan una superficie 3.3 veces mayor que los terrenos donde se pretende establecer el proyecto y que serán destinados a la preservación.

II.1.3 UBICACIÓN FÍSICA

El proyecto, pretende establecerse en un predio aledaño al desarrollo Playa Maroma Inmuebles (Siempre Viva IV), en la fracción Siempre Viva V, en el Km 306.5 de la carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, en el margen NE-NW del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma” municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Desde el punto de vista de unidades naturales, ecosistemas y geomorfología, el predio Siempre Viva V se ubica en una unidad de cordones litorales con bajos inundables, que presenta vegetación de tipo selva mediana subperennifolia, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA³) 17 denominada “Corredor turístico Punta Brava- Xcalacoco” (Figura II.1) en esta UGA se localizan también los predios de Siempre Viva IV, La Ceiba y Zacil-Ha. Las coordenadas de los vértices del polígono del proyecto Ampliación Playa Maroma Inmuebles (P.M.I) se relacionan en la Tabla II.7.

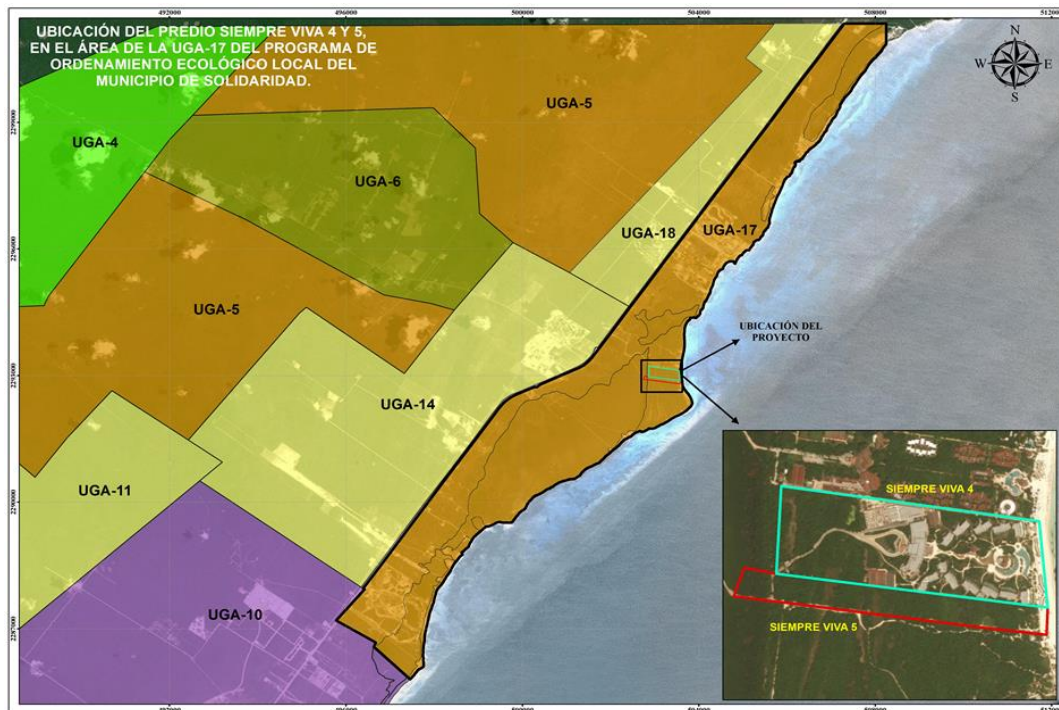
³ UGA: unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, de política territorial aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad.

Tabla II.7
Coordenadas del predio Siempre Viva V y Siempre Viva IV.

UTM Zona 16, Datum WGS84		
Siempre Viva V		
ID	X	Y
1	503420.07	2292827.46
2	502881.46	2292898.31
3	502858.00	2292901.33
4	502749.30	2292915.87
5	502777.21	2292994.61
6	502862.27	2292978.08
7	503580.21	2292884.23
8	503577.22	2292808.97

UTM Zona 16, Datum WGS84		
Siempre Viva IV		
ID	X	Y
1	503557.57	2293123.12
2	503580.21	2292884.22
3	502862.27	2292978.07
4	502875.17	2293220.48
5	503557.57	2293123.12

Figura II.1
Ubicación física del proyecto Ampliación P.M.I



II.1.4 INVERSIÓN REQUERIDA

El diseño y construcción del proyecto requerirán una inversión aproximada de \$29'000,000.00 millones de dólares, para la ampliación del desarrollo Playa Maroma Inmuebles (Tabla II.8). Esta inversión incluye: a) diseño y supervisión, b) ingeniería del proyecto, c) estudios ambientales y técnicos, d) instalaciones y oficinas, e) levantamientos topográficos, f) desmonte, despalme y limpieza, g) movimiento de tierras, h) potabilización y tratamiento de aguas residuales, i) energía eléctrica y j) la vigilancia y realización de las medidas de mitigación para el correcto desarrollo del proyecto.

Tabla II.8
Inversión requerida para la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles

Presupuesto Ampliación Maroma	Millones Dlls
Construcción	12,855,000.00
Acabados	3,000,000.00
Instalaciones	7,000,000.00
Equipos	2,000,000.00
Mobiliario	4,000,000.00
Estrategias de prevención, mitigación y compensación	145,000.00
Total	29,000,000.00

El importe estimado para la ejecución de las estrategias de prevención, mitigación y/o compensación se aplicará, según proceda desde las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento; una estimación de la aplicación de estos recursos se presenta en la siguiente Tabla II.9.

Tabla II.9
Estimación de la aplicación de recursos para la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación

Asignación de recursos a la aplicación de las Medidas de mitigación ¹		
N°	Actividad	Monto ²
1	Trabajos preliminares ³	\$ 0.00
2	Delimitación y marcaje de áreas	\$ 840.00
3	Rescate y reubicación de flora	\$ 6,380.00
4	Rescate y reubicación de fauna	\$ 4,450.00
5	Desmante (remoción de vegetación)	\$ 1,300.00
6	Movimientos de tierras, relleno y nivelación	\$ 2,980.00
7	Construcción y obra civil	\$ 75,400.00
8	Instalaciones (electricidad, agua y drenaje y alcantarillado)	\$ 3,985.00
9	Acabados	\$ 2,390.00
10	Equipamiento y jardinería	\$ 7,400.00
11	Operación	\$ 31,800.00
12	Mantenimiento	\$ 8,075.00
Total		\$ 145,000.00

¹ Se ajusta al Anexo II.4 Cronograma de trabajo
² Cantidad en dólares americanos (USD)
³ Actividad que no requiere de aplicación de medidas de mitigación

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La promovente pretende realizar la ampliación del desarrollo turístico Playa Maroma Inmuebles (Siempre Viva IV), con la construcción de 200 cuartos en el predio Siempre Viva V adicionales al complejo existente el cual opera con 423 cuartos, establecido en el predio Siempre Viva IV, con 12 edificios de 4, 3 y 2 niveles, servicios y obras asociadas a un desarrollo turístico, así como el mejoramiento de áreas de conservación, la construcción de un edificio de servicios y estacionamiento en el predio Siempre Viva IV.

El escenario de la ampliación del PMI implica la preservación del 100% (78.28 has.) de la superficie total de los predios comprometidos en el proyecto (La Ceiba y Zacil Ha) y el 27.64% (6.42 ha) de los terrenos directamente afectados (Siempre Viva IV y V), una conversión parcial del 27.42% (6.37 ha) de las áreas con vegetación natural y una conversión total del 39.46% (9.17 ha) en donde se instalará la infraestructura. Se considera como conversión total aquellas áreas cuya vegetación existente, será removida en su totalidad para la construcción de

la infraestructura. La conversión parcial corresponderá a las áreas que serán removidas en su totalidad, pero que serán destinadas a reforestación para jardinería con vegetación nativa.

Cabe mencionar que todos los edificios se desplantarán sobre bases elevadas a 3.25 y 3.50 m sobre el nivel del piso natural, a fin de proteger las instalaciones contra los efectos de los eventos climatológicos extremos que afectan comúnmente a la región (inundaciones consecuencia del efecto de huracanes). Los edificios contarán con los siguientes servicios:

- a) Conexiones techadas entre edificios,
- b) Elevador para huéspedes y servicio,
- c) Escaleras de emergencia,
- d) Alberca en parte baja tipo swim out,
- e) Ropería, y
- f) Pasillos.

Cada habitación contará con una sala de estar, cama, baño y terraza con jacuzzi.

El proyecto contará además, con un edificio central que albergará las siguientes áreas: cocina, restaurante, bodegas, lavandería y centro de convenciones, teatro, vialidades y accesos, albercas, espejo de agua, spa (techado y sin techar), estacionamiento, planta de tratamiento de aguas salobres (ya existente), la apertura de dos pozos: uno de extracción de agua salobre para obtener 800m³ al día la cual será desalinizada en una planta de osmosis inversa (ya operando actualmente en el proyecto PMI), y uno de reinyección para la disposición (retorno) de las aguas de rechazo misma que serán reinyectadas al subsuelo a una profundidad de entre 80 m y 100 m; canchas de tenis, áreas de jardín y área de revegetación con especies nativas. La superficie total para llevar a cabo la ampliación del proyecto es de 23.23 hectáreas (superficie del predio Siempre Viva IV y del predio Siempre Viva V), dentro de las cuales se llevará a cabo el cambio de uso de suelo de 6.37 hectáreas de selva mediana subperennifolia (Tabla II.10).

Tabla II.10
Superficies de ocupación del proyecto

Superficie de ocupación	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Superficie techada	15,823.78	1.58
Albercas, espejos de agua, fuentes	4,027.65	0.40
Superficie sin techar	17,118.47	1.71
Reforestación para jardinería y revegetación por obra	29,379.09	2.94
Playa	11,662.90	1.17
Conservación	64,239.83	6.42

Transferencia de densidades y tasa de despalme

Esta opción que promueve el proyecto se sustenta en diversas normas, disposiciones y alcances de la LGEEPA; en principio retoma la disposición preliminar establecida en el artículo 1° de la LGEEPA la cual establece que “*El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas*”; en este mismo sentido, otras diversas disposiciones de este instrumento, son asumidas por la promovente para justificar su iniciativa y todas ellas se analizan en el capítulo III de este DTU.

También sirve de sustento a esta iniciativa la disposición del criterio ecológico CG-05 del Programa de Ordenamiento Ecológico local del Municipio de Solidaridad (POELS), el cual dispone: “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.

Con base en lo antes expuesto, en este DTU se propone la transferencia parcial de la tasa de despalme y de densidad que establece el POEL-Sol para la UGA 17 correspondiente a los predios La Ceiba y Zacil Ha, los cuales son propiedad de la promovente y compromete su preservación, al menos durante el lapso que ocupe la vida útil del presente proyecto.

En este sentido cabe destacar que durante la vigencia del Programa de Ordenamiento Ecológico del corredor Cancún – Tulum (2006), las tasas de despalme y las densidades permitidas eran muy diferentes a las que actualmente permite el POEL-S, así, en cuanto al despalme la tasa permitida era 2.34 veces menor que la que permite actualmente el POEL-S, en tanto que la densidad era tres veces superior (Tabla II.11)

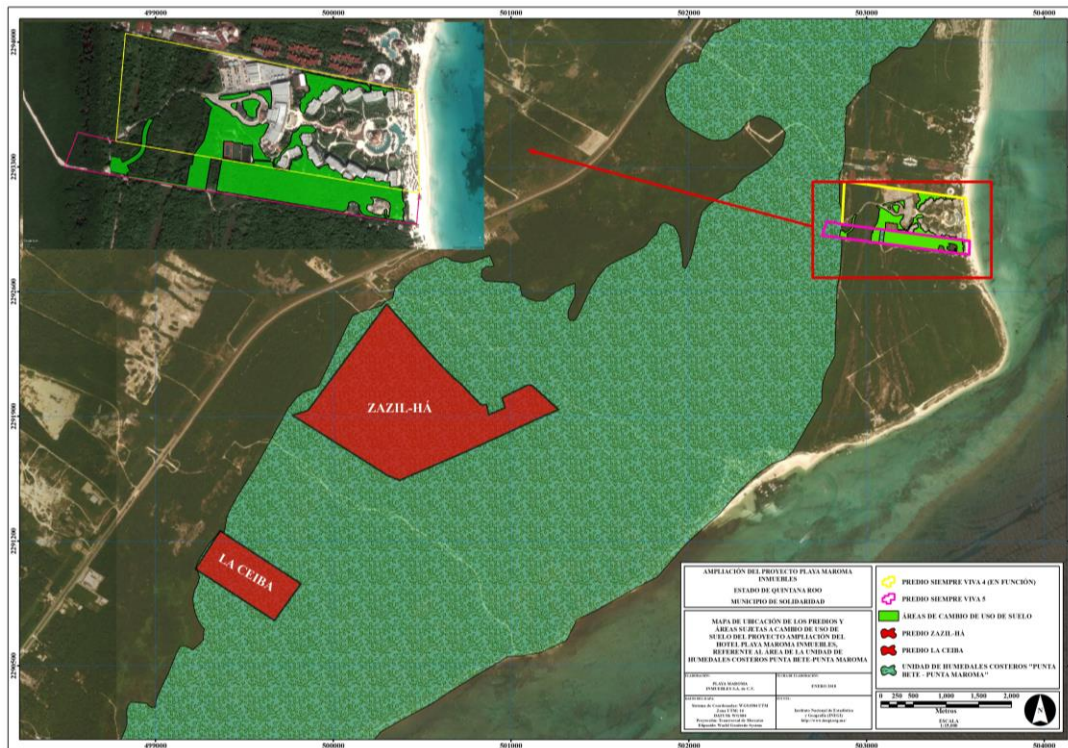
Tabla II.11
Superficie e indicadores de tasa de despalme y densidad en el POET del corredor Cancún – Tulum (2001) y en el POELS (2009)

Predio	Superficie predios (ha)	Indicadores del POET Cancún - Tulum (2001)		Indicadores del POEL Municipio Solidaridad (2009)		Despalme y densidad potencialmente disponible	
		Índice de despalme 15%/ha	Densidad (30 ctos/ha)	Índice de despalme 35%/ha	Densidad (10 ctos/ha)	Índice de despalme (ha)	Densidad (ctos/ha)
Zacil Ha	64.68	9.52 ¹	286 ¹	22.64	647	22.64	647
La Ceiba	13.6	2.04	61	4.76	136	4.76	136
TOTAL	78.28	11.56	347	27.4	783	27.4	783

Es importante mencionar que, la superficie considerada para el cálculo de densidades y despalme del predio Zacil-Ha en el proyecto Playa Maroma Inmuebles fue 63.5 ha, derivado de la división del predio en 2 UGAS; Cn-22 y Ff4-23 (POET Cancún – Tulum, 2001) por lo que solo pudo solicitarse la transferencia de la superficie inserta en la UGA Cn5-22. En este sentido, con la nueva disposición del POEL Solidaridad (2009), el predio Zacil-Ha se encuentra ahora inserto en la UGA 17, lo que permite aprovechar la totalidad de su superficie equivalente a 64.68 ha.

Los valores resultantes de la aplicación de la tasa de desmonte y de la densidad permitida actualmente por el POEL-S aporta, en primera instancia una superficie potencial disponible para despalme en los predios Zacil Ha y La Ceiba de hasta 27.4 has y una densidad bruta de hasta 783 cuartos (Tabla II.11) que, hipotéticamente, pudieran transferirse al predio en el cual pretende hacerse la ampliación de PMI (Siempre Viva V), ya que se encuentra en la misma UGA 17 en la cual se ubican los otros dos terrenos antes citados (Figura II.2); en este sentido cabe considerar que en autorizaciones previas al proyecto PMI (oficios SGPA/DGIRA.DEI.2184.06 y SGPA/DGIRA.DEI.0551.06) se hizo uso de la transferencia parcial de la tasa de despalme del predio Zacil Ha (6.43 has) y de la densidad parcial de ambos predios con la transferencia de 347 cuartos para ser aplicados y establecidos en el predio Siempre Viva IV para el desarrollo de la primera etapa de este hotel lo que dejó una densidad disponible de hasta 436 cuartos y 15.84 has para despalme.

Figura II.2
Localización de los predios “Siempre Viva IV”, “Siempre Viva V”, “La Ceiba” y “Zacil-Ha” en la UGA 17



De otra parte, la construcción de los 200 cuartos, edificio de servicios, estacionamiento y obras asociadas que se pretende realizar en el predio Siempre Viva V y que es objeto de gestión en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales a través de este DTU, será viable si se autoriza de parte de la DGIRA/SEMARNAT la transferencia parcial de densidades (44 cuartos, 22 cuartos de cada uno de los dos lotes que la ceden) y un índice de despalme que permita considerar 0.38 has de cada uno de los dos lotes que la ceden, La Ceiba y Zacil Ha (Tabla II.12).

Tabla II.12
Balance de superficies y despalme y densidad, considerando la transferencia de La Ceiba y Zacil Ha

AMPLIACIÓN PLAYA MAROMA INMUEBLES		
BALANCE DE SUPERFICIES DE DESPALME Y DENSIDAD CONSIDERANDO TRANSFERENCIA DE LA CEIBA Y ZACIL HA		
Predio	Desmonte (Has)	Densidad (Cuartos)
Siempre Viva IV ^{1/}	3.36	92
Siempre Viva V ^{1/}	2.25	64
La Ceiba ^{2/}	0.38	22
Zacil Ha ^{2/}	0.38	22
Total	6.37	200

^{1/}: densidad adicional que permite ahora la aplicación del Programa de ordenamiento ecológico local del Municipio de Solidaridad (vigente a la fecha)
^{2/}: valores de transferencia de los predios La Ceiba y Zacil Ha a Siempre Viva V.

La transferencia de densidades y superficies de desplante de ambos predios (La Ceiba y Zacil-Ha) contribuirá a que se conserven 78.28 ha de la unidad hidrológica, lo cual conlleva a que se mantenga su estructura, funcionamiento, bienes y servicios ambientales y también a que se haga realidad la especificación del criterio de regulación ecológica de aplicación general CG-05, evitando el fraccionamiento del ecosistema y el aislamiento de las poblaciones, agrupando las áreas de aprovechamiento y manteniendo así la continuidad de las áreas con vegetación natural.

Si bien los predios “Siempre Viva V” y Siempre Viva IV, utilizados o por aprovechar por las obras y actividades del proyecto, como los predios “Zacil-Ha” y “La Ceiba”, destinados por la promovente a preservación se ubican en la misma UGA 17 del POEL-S, no mantienen una conectividad inmediata entre ellos, de manera natural si existe entre los otros espacios del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma” (Figura II.2 y Anexo II.3) la pretensión de la promovente de concentrar la superficie de desplante y densidad inmobiliaria en los primeros dos terrenos, responde al objetivo de incidir con las obras sobre los espacios que se caracterizan por poseer condiciones de menor valor ambiental, en tanto que los otros predios Zacil-Ha y La Ceiba, mantienen un buen estado de conservación.

II.2.1 PROGRAMA DE TRABAJO

Desarrollo del proyecto:

La realización del proyecto se dividirá en distintas fases; preparación del sitio, construcción y por último, operación y mantenimiento. La etapa de preparación del sitio implica la remoción de vegetación forestal; actividades de desmonte y despalme, todos los trabajos de salvamento de especies de flora y fauna; los trabajos preparatorios para las áreas jardinadas y manejo del suelo y agua que son necesarios para mantener la funcionalidad del ecosistema y en consecuencia, la sustentabilidad del proyecto, también se consideran en la preparación del sitio; la etapa de construcción implicará la edificación de todos los elementos que conformarán el proyecto, incluyendo instalaciones (electricidad, agua potable y drenaje), obras asociadas y servicios requeridos, de acuerdo al siguiente programa de ejecución (Tabla II.13) mientras que las etapas de operación y de mantenimiento implicarán las actividades para asegurar el funcionamiento del complejo (edificaciones, instalaciones y equipos). Se anexa en el cronograma de trabajo para su mejor visualización (Anexo II.4).

El desarrollo del proyecto ocupará un lapso de 50 años de los cuales los primeros 48 meses estarán destinados a la construcción de los diversas componentes; en este sentido la fase de desarrollo de la obra civil es la que ocupará un período más amplio (aproximadamente poco más del 50% de los 48 meses estimados para trabajos preliminares y construcción), (Tabla II.13).

Tabla II.13
Programa general de trabajo

Actividades	Meses																																																Año										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48		49	50								
Trabajos preliminares																																																											
Delimitación y marcaje de áreas																																																											
Rescate y reubicación de flora																																																											
Rescate y reubicación de fauna																																																											
Desmante (remoción de vegetación)																																																											
Movimiento de tierras, relleno y nivelación																																																											
Construcción y obra civil																																																											
Instalaciones (electricidad, agua y drenaje y alcantarillado)																																																											
Acabados																																																											
Equipamiento y jardinería																																																											
Operación																																																											
Mantenimiento																																																											

Por lo que se refiere a las operaciones de naturaleza ambiental que habrán de considerarse durante la operación del proyecto, su seguimiento y monitoreo tendrá una periodicidad variable (Tabla II.14).

Tabla II.14
Programa general para la etapa de operación y mantenimiento

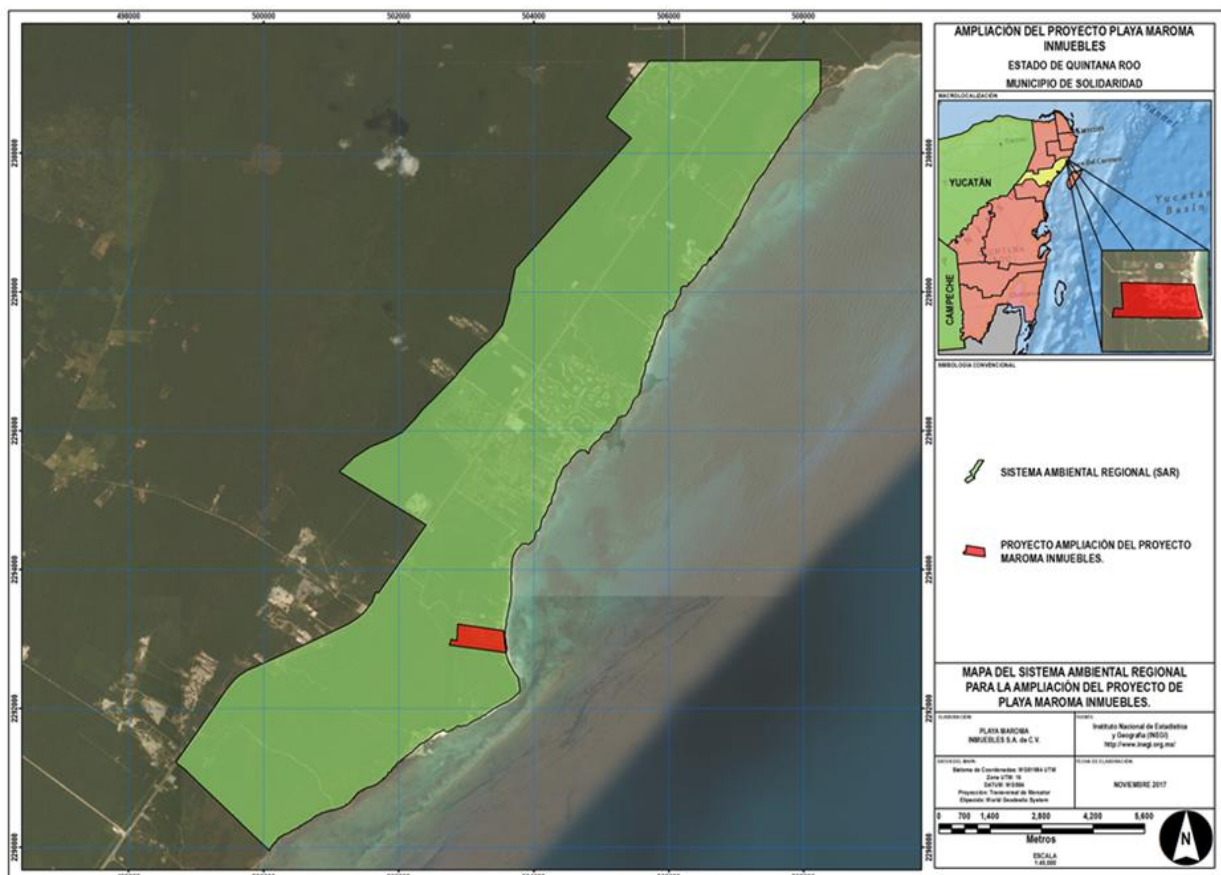
Actividad	Programación
Manejo de vegetación	Diario
Manejo de residuos sólidos	Diario
Manejo de residuos peligrosos	Quincenal
Supervisión ambiental	Mensual
Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	Semestral
Mantenimiento de la planta de osmosis inversa	Semestral
Mantenimiento general del hotel	Permanente

II.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

El proyecto se ubica en la región hidrológica RH32 Yucatán Norte y en la cuenca hidrográfica Quintana Roo, los cuales cubren una superficie de 5'662,862 y 1'437,229 has respectivamente; al respecto la extensión de la Región Hidrológica equivale a 1.6 veces la superficie del Territorio de todo el Estado de Quintana Roo y en el caso de la cuenca hidrográfica, el significado de su área es proporcionalmente idéntico; esta vasta extensión deriva de las características fisiográficas de la Península de Yucatán, caracterizadas, entre otros aspectos, por la ausencia de accidentes topográficos que delimiten cuencas de menor cobertura; con base en lo anterior y en la *praxis* que debe asumirse al delimitar este tipo de espacios, en una escala acorde al proyecto bajo análisis, ambos espacios no son operativamente útiles para los objetivos de este apartado del DTU y, considerando que el objetivo de delimitar esa unidad geográfica de referencia pretende homologarse al ejercicio de definir los límites de los ecosistemas presentes

en el área donde va a establecerse el proyecto y, reconociendo la imposibilidad real de establecer límites precisos a los ecosistemas, en la práctica de la evaluación del impacto ambiental al requerirse de la delimitación de un espacio físico de referencia que contenga las características sustantivas de los ecosistemas y de la región ecológica de que se trate, el cuál tenga límites cartografiables y medibles obliga a reconocer y caracterizar unidades espaciales de homogeneidad relativa en cuanto a las características de los principales factores ambientales y, en la coincidencia de significado que tiene la unidad de gestión ambiental (UGA) de un programa de ordenamiento ecológico, en este DTU se optó por asumir la superficie de la UGA 17, como sistema ambiental regional (SAR)⁴ dado que ello coincide con el objetivo de disponer de una unidad geográfica de referencia en la cual se inserta el proyecto, misma que se caracteriza por ser cartografiable, inventariable y por tener representado un biotopo con biocenosis exclusiva de los ecosistemas propios de la región ecológica respectiva, de esta forma el SAR tiene una superficie de 2,996.35 hectáreas y se localiza en la región hidrológica prioritaria (RHP) determinada por la CONABIO, denominada Corredor Cancún-Tulum. El proyecto pretende ocupar solo el 0.78% del área que tiene el SAR (Figura II.3, Anexo II.5).

Figura II.3
Representación gráfica de la ubicación del proyecto en el SAR



⁴ La acepción del concepto del SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL se detalla en el capítulo IV de este DTU.

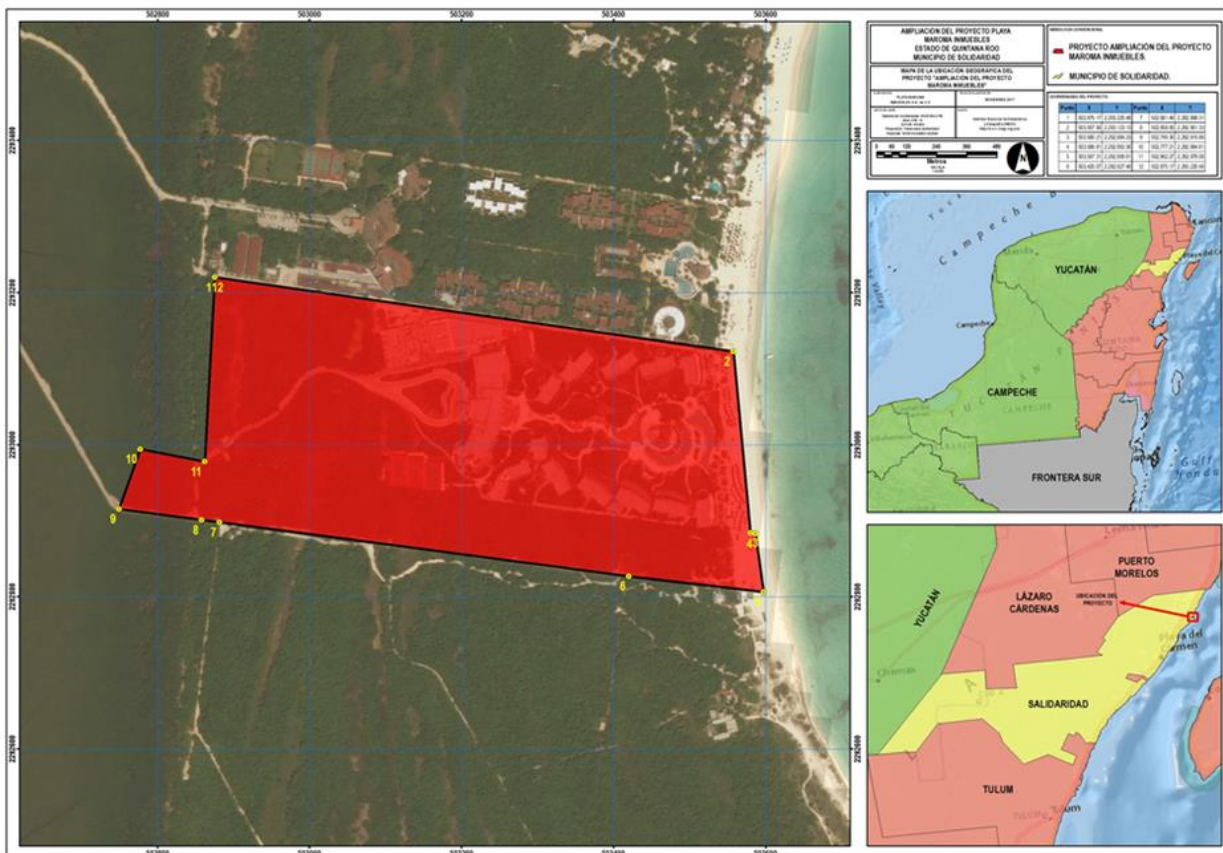
II.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El proyecto, pretende establecerse en la fracción Siempre Viva V y parte del predio Siempre Viva IV; estos predios están ubicados en el Km 306.5 de la carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo, (Figura II.4). Los dos terrenos conforman un polígono casi cuadrangular (Figura II.4) con 12 vértices principales que integran una superficie de 23.23 has y que están definidos por el conjunto de coordenadas que se detallan en la Tabla II.15 y Tabla II.16.

Tabla II.15
Coordenadas de los vértices del predio conjunto

UTM Zona 16, Datum WGS84					
Punto	X	Y	Punto	X	Y
1	502875.1741	2293220.485	7	502881.464	2292898.309
2	503557.5767	2293123.127	8	502857.997	2292901.326
3	503580.2123	2292884.227	9	502749.3002	2292915.865
4	503586.8114	2292883.364	10	502777.2102	2292994.608
5	503597.3075	2292806.606	11	502862.2726	2292978.075
6	503420.0679	2292827.457	12	502875.1741	2293220.485

Figura II.4
Representación gráfica del conjunto del proyecto



Las áreas sujetas a la autorización del cambio de uso de suelo de los terrenos forestales son 10 y agrupan una superficie de 6.37 has.

Tabla II.16
Coordenadas de las poligonales que delimitan las áreas sujetas a CUSTF

COORDENADAS DEL POLIGONO DE CUSTF 1. SUPERFICIE: 2,625.89 m ²								
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	502889.97	2292902.23	16	502916.89	2292961.74	31	502931.07	2292994.04
2	502848.36	2292909.93	17	502918.35	2292966.37	32	502930.74	2292988.51
3	502853.74	2292944.61	18	502919.04	2292970.65	33	502929.77	2292969.25
4	502862.65	2292943.09	19	502919.64	2292985.67	34	502927.61	2292959.89
5	502867.15	2292941.10	20	502920.16	2292995.65	35	502924.30	2292952.61
6	502871.33	2292943.50	21	502921.30	2293003.95	36	502919.41	2292946.13
7	502878.66	2292930.92	22	502923.41	2293011.93	37	502914.91	2292941.76
8	502888.58	2292936.34	23	502928.21	2293022.05	38	502909.88	2292937.53
9	502896.25	2292940.97	24	502933.24	2293032.08	39	502902.47	2292932.24
10	502900.09	2292943.75	25	502935.79	2293032.95	40	502894.93	2292927.61
11	502902.87	2292946.00	26	502944.85	2293030.12	41	502888.79	2292924.39
12	502906.31	2292948.64	27	502939.94	2293022.55	42	502895.93	2292912.17
13	502908.82	2292950.63	28	502936.81	2293015.97	43	502890.17	2292908.56
14	502912.00	2292954.07	29	502934.47	2293009.92	44	502888.35	2292904.84
15	502914.78	2292957.90	30	502932.10	2293000.25	45	502889.97	2292902.23

COORDENADAS DEL POLIGONO DE CUSTF 2. SUPERFICIE: 15,178.67 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	502891.57	2292896.92	21	503116.97	2293054.27	41	503194.31	2292972.56
2	502892.18	2292901.96	22	503125.74	2293045.31	42	503207.26	2292955.75
3	503024.65	2292884.53	23	503133.21	2293046.36	43	503208.26	2292955.50
4	503030.81	2292931.37	24	503141.31	2293037.63	44	503218.07	2292953.04
5	503036.10	2292930.78	25	503148.01	2293031.07	45	503218.49	2292950.92
6	503039.16	2292954.95	26	503156.74	2293027.47	46	503217.06	2292948.70
7	503060.73	2292987.58	27	503164.90	2293025.54	47	503176.61	2292948.60
8	503069.07	2293022.98	28	503178.06	2293026.07	48	503173.93	2292958.20
9	503069.59	2293040.70	29	503185.11	2293029.45	49	503173.49	2292981.74
10	503072.08	2293054.87	30	503190.19	2293032.68	50	503150.48	2292981.06
11	503076.06	2293063.81	31	503195.19	2293028.64	51	503150.11	2292985.77
12	503069.37	2293068.92	32	503200.26	2293034.30	52	503128.39	2292985.43
13	503056.67	2293079.74	33	503204.52	2293033.91	53	503127.96	2292988.72
14	503059.55	2293084.30	34	503209.68	2293032.03	54	503106.20	2292988.04
15	503062.48	2293086.30	35	503200.10	2293008.41	55	503106.36	2292946.45
16	503074.95	2293076.58	36	503195.61	2293002.80	56	503098.08	2292947.25
17	503080.97	2293072.16	37	503192.17	2293000.62	57	503079.39	2292949.69
18	503091.20	2293069.22	38	503190.34	2292995.47	58	503069.34	2292873.60
19	503097.00	2293065.64	39	503191.97	2292989.62	59	502891.57	2292896.92
20	503107.15	2293060.16	40	503187.06	2292985.32			

COORDENADAS DEL POLIGONO DE CUSTF 3. SUPERFICIE: 37,796.17 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503094.25	2292873.34	161	503290.32	2292975.86	321	503350.53	2292942.45
2	503103.17	2292946.59	162	503290.35	2292975.99	322	503350.64	2292942.52
3	503127.52	2292944.24	163	503290.37	2292976.13	323	503350.75	2292942.60
4	503127.63	2292943.13	164	503290.38	2292976.26	324	503350.86	2292942.69
5	503149.36	2292943.29	165	503290.39	2292976.40	325	503350.96	2292942.78
6	503149.41	2292940.63	166	503290.38	2292976.54	326	503351.05	2292942.89
7	503172.89	2292939.80	167	503290.37	2292976.67	327	503351.13	2292942.99
8	503178.73	2292940.85	168	503290.34	2292976.81	328	503351.21	2292943.11
9	503178.10	2292945.71	169	503290.31	2292976.94	329	503351.28	2292943.22
10	503219.50	2292945.58	170	503290.27	2292977.07	330	503351.34	2292943.35
11	503221.96	2292944.87	171	503290.21	2292977.20	331	503351.39	2292943.47
12	503223.55	2292940.24	172	503290.15	2292977.32	332	503351.44	2292943.60
13	503224.35	2292934.42	173	503290.09	2292977.44	333	503351.47	2292943.74

COORDENADAS DEL POLIGONO DE CUSTF 3. SUPERFICIE: 37,796.17 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
14	503226.59	2292930.58	174	503290.01	2292977.55	334	503351.50	2292943.87
15	503230.69	2292928.33	175	503289.93	2292977.66	335	503351.52	2292944.01
16	503253.71	2292925.55	176	503289.84	2292977.77	336	503351.52	2292944.14
17	503259.74	2292925.47	177	503289.74	2292977.86	337	503351.52	2292944.28
18	503260.12	2292925.67	178	503289.63	2292977.95	338	503351.51	2292944.42
19	503260.50	2292925.89	179	503289.52	2292978.03	339	503351.49	2292944.55
20	503260.85	2292926.14	180	503289.41	2292978.11	340	503351.46	2292944.69
21	503261.19	2292926.41	181	503289.29	2292978.17	341	503351.42	2292944.82
22	503261.51	2292926.71	182	503289.16	2292978.23	342	503351.37	2292944.94
23	503261.81	2292927.02	183	503289.04	2292978.28	343	503351.31	2292945.07
24	503262.09	2292927.36	184	503288.90	2292978.32	344	503351.25	2292945.19
25	503262.34	2292927.71	185	503288.77	2292978.35	345	503351.18	2292945.31
26	503262.57	2292928.08	186	503285.55	2292978.02	346	503351.10	2292945.42
27	503262.78	2292928.46	187	503284.76	2292984.24	347	503352.04	2292946.66
28	503262.95	2292928.86	188	503283.13	2292983.99	348	503354.34	2292944.79
29	503263.11	2292929.26	189	503280.40	2292983.33	349	503353.45	2292943.03
30	503263.23	2292929.68	190	503279.55	2292986.13	350	503355.91	2292940.33
31	503263.33	2292930.10	191	503273.36	2292984.32	351	503355.24	2292937.91
32	503263.40	2292930.53	192	503273.27	2292980.94	352	503360.45	2292933.57
33	503263.44	2292930.96	193	503253.76	2292974.14	353	503365.69	2292932.67
34	503263.45	2292931.40	194	503241.83	2292961.26	354	503366.06	2292929.79
35	503263.43	2292931.83	195	503237.51	2292948.11	355	503369.29	2292929.18
36	503263.38	2292932.26	196	503234.00	2292948.56	356	503369.40	2292932.14
37	503263.30	2292932.69	197	503232.39	2292941.68	357	503371.76	2292933.22
38	503263.23	2292933.17	198	503229.72	2292941.30	358	503373.22	2292931.29
39	503263.19	2292933.65	199	503229.60	2292937.84	359	503378.19	2292927.86
40	503263.19	2292934.13	200	503234.23	2292936.93	360	503382.78	2292924.28
41	503263.21	2292934.61	201	503237.45	2292935.40	361	503386.27	2292923.32
42	503263.27	2292935.09	202	503239.31	2292932.47	362	503388.74	2292921.87
43	503263.36	2292935.57	203	503236.92	2292930.55	363	503388.55	2292919.39
44	503263.48	2292936.03	204	503228.59	2292934.79	364	503388.92	2292916.51
45	503263.64	2292936.49	205	503225.72	2292940.52	365	503389.69	2292915.30
46	503263.82	2292936.94	206	503224.92	2292946.99	366	503390.75	2292914.36
47	503264.03	2292937.37	207	503225.94	2292950.16	367	503392.96	2292913.90
48	503264.27	2292937.79	208	503230.32	2292954.78	368	503395.59	2292914.62
49	503264.54	2292938.19	209	503235.50	2292956.85	369	503400.54	2292912.82
50	503264.83	2292938.57	210	503235.67	2292959.54	370	503405.82	2292910.04
51	503265.15	2292938.94	211	503238.37	2292962.18	371	503409.84	2292909.17
52	503265.49	2292939.28	212	503240.37	2292966.53	372	503413.73	2292909.48
53	503265.72	2292939.52	213	503242.87	2292970.07	373	503416.03	2292908.83
54	503265.93	2292939.79	214	503252.80	2292978.65	374	503417.02	2292910.06
55	503266.12	2292940.07	215	503259.04	2292986.60	375	503418.85	2292912.93
56	503266.29	2292940.35	216	503262.08	2292991.72	376	503421.28	2292916.66
57	503266.44	2292940.65	217	503263.43	2293004.24	377	503424.43	2292921.08
58	503266.58	2292940.96	218	503265.75	2293013.52	378	503425.49	2292918.57
59	503266.69	2292941.28	219	503276.05	2293019.22	379	503430.40	2292916.47
60	503266.77	2292941.61	220	503280.60	2293025.15	380	503435.98	2292913.64
61	503266.84	2292941.94	221	503280.17	2293028.75	381	503440.80	2292913.11
62	503266.89	2292942.27	222	503288.43	2293032.13	382	503444.64	2292920.09
63	503266.91	2292942.61	223	503299.44	2293033.62	383	503448.77	2292919.19
64	503266.91	2292942.94	224	503312.14	2293031.50	384	503459.30	2292916.75
65	503266.88	2292943.28	225	503321.03	2293024.30	385	503464.41	2292917.13
66	503266.84	2292943.61	226	503318.06	2293019.43	386	503467.43	2292916.23
67	503266.77	2292943.94	227	503311.48	2293015.06	387	503466.28	2292910.43
68	503266.68	2292944.27	228	503306.60	2293015.03	388	503472.25	2292909.12
69	503266.57	2292944.59	229	503286.51	2293013.87	389	503479.00	2292907.84

COORDENADAS DEL POLIGONO DE CUSTF 3. SUPERFICIE: 37,796.17 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
70	503266.49	2292944.92	230	503286.54	2293009.20	390	503480.11	2292910.04
71	503266.43	2292945.26	231	503282.17	2293008.08	391	503482.10	2292909.60
72	503266.39	2292945.60	232	503282.40	2293003.95	392	503485.81	2292910.17
73	503266.37	2292945.94	233	503285.10	2293003.68	393	503490.07	2292910.19
74	503266.38	2292946.28	234	503285.27	2292997.75	394	503495.40	2292907.38
75	503266.41	2292946.62	235	503288.35	2292997.83	395	503498.56	2292906.31
76	503266.46	2292946.96	236	503289.61	2292986.66	396	503500.63	2292907.58
77	503266.54	2292947.29	237	503296.84	2292986.79	397	503501.78	2292908.99
78	503266.64	2292947.62	238	503300.98	2292980.55	398	503505.31	2292909.43
79	503266.76	2292947.94	239	503299.08	2292977.74	399	503505.90	2292905.89
80	503266.91	2292948.25	240	503304.61	2292970.02	400	503506.17	2292896.75
81	503267.07	2292948.55	241	503302.51	2292966.49	401	503511.41	2292895.85
82	503267.26	2292948.84	242	503305.78	2292961.36	402	503516.08	2292897.54
83	503267.46	2292949.11	243	503303.71	2292958.73	403	503524.92	2292897.37
84	503267.68	2292949.37	244	503306.14	2292955.60	404	503528.23	2292897.22
85	503267.92	2292949.62	245	503310.08	2292954.58	405	503531.57	2292896.11
86	503268.14	2292949.82	246	503314.23	2292954.45	406	503534.19	2292896.68
87	503268.38	2292950.00	247	503315.95	2292950.45	407	503537.42	2292896.23
88	503268.62	2292950.17	248	503322.84	2292940.00	408	503536.96	2292889.88
89	503268.87	2292950.33	249	503328.01	2292938.04	409	503537.12	2292884.32
90	503270.47	2292950.92	250	503331.06	2292933.31	410	503537.67	2292878.95
91	503270.79	2292950.96	251	503331.17	2292933.21	411	503538.14	2292875.14
92	503271.11	2292950.99	252	503331.28	2292933.13	412	503538.94	2292869.35
93	503271.44	2292951.00	253	503331.39	2292933.05	413	503541.56	2292861.96
94	503271.76	2292950.98	254	503331.51	2292932.99	414	503543.46	2292860.54
95	503272.08	2292950.95	255	503331.63	2292932.93	415	503545.53	2292859.74
96	503272.40	2292950.89	256	503331.76	2292932.88	416	503547.11	2292857.28
97	503272.71	2292950.81	257	503331.89	2292932.83	417	503547.91	2292854.58
98	503273.02	2292950.72	258	503332.03	2292932.80	418	503547.91	2292851.88
99	503273.32	2292950.60	259	503332.16	2292932.78	419	503546.48	2292849.11
100	503273.64	2292950.49	260	503332.30	2292932.76	420	503543.30	2292846.80
101	503273.97	2292950.39	261	503332.44	2292932.76	421	503541.16	2292846.72
102	503274.31	2292950.32	262	503332.57	2292932.76	422	503540.84	2292844.11
103	503274.65	2292950.28	263	503332.71	2292932.77	423	503540.76	2292841.64
104	503274.99	2292950.26	264	503332.85	2292932.80	424	503542.67	2292839.90
105	503275.33	2292950.26	265	503332.98	2292932.83	425	503543.70	2292837.76
106	503275.67	2292950.28	266	503333.11	2292932.87	426	503544.34	2292834.98
107	503276.01	2292950.33	267	503333.24	2292932.92	427	503544.02	2292831.56
108	503276.35	2292950.40	268	503333.36	2292932.98	428	503542.91	2292828.63
109	503276.68	2292950.49	269	503333.48	2292933.05	429	503542.99	2292824.10
110	503277.00	2292950.60	270	503333.60	2292933.13	430	503545.45	2292815.77
111	503277.32	2292950.74	271	503333.71	2292933.21	431	503507.97	2292819.99
112	503277.62	2292950.90	272	503333.81	2292933.30	432	503503.02	2292820.18
113	503277.91	2292951.08	273	503333.91	2292933.40	433	503500.49	2292825.67
114	503278.19	2292951.28	274	503334.00	2292933.50	434	503498.14	2292829.39
115	503278.46	2292951.49	275	503334.08	2292933.61	435	503495.97	2292835.37
116	503278.71	2292951.73	276	503334.16	2292933.73	436	503495.57	2292841.38
117	503278.94	2292951.98	277	503334.22	2292933.85	437	503498.79	2292843.63
118	503279.15	2292952.25	278	503334.28	2292933.97	438	503500.93	2292843.14
119	503279.61	2292952.78	279	503334.33	2292934.10	439	503502.34	2292837.57
120	503280.11	2292953.29	280	503334.37	2292934.23	440	503501.96	2292832.11
121	503280.64	2292953.76	281	503334.40	2292934.37	441	503505.25	2292824.43
122	503281.20	2292954.19	282	503334.43	2292934.50	442	503507.97	2292824.26
123	503281.79	2292954.58	283	503334.44	2292934.64	443	503508.61	2292836.73
124	503282.41	2292954.94	284	503334.44	2292934.78	444	503510.26	2292849.46
125	503283.04	2292955.25	285	503334.44	2292934.91	445	503507.39	2292859.35

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 3. SUPERFICIE: 37,796.17 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
126	503283.70	2292955.51	286	503334.42	2292935.05	446	503495.56	2292866.30
127	503284.37	2292955.73	287	503334.39	2292935.19	447	503476.61	2292871.01
128	503285.06	2292955.91	288	503334.36	2292935.32	448	503466.94	2292870.40
129	503285.76	2292956.03	289	503334.32	2292935.45	449	503459.31	2292869.70
130	503286.09	2292956.11	290	503334.27	2292935.58	450	503460.87	2292867.54
131	503286.41	2292956.20	291	503334.20	2292935.70	451	503464.88	2292866.54
132	503286.73	2292956.32	292	503334.14	2292935.82	452	503466.54	2292863.70
133	503287.04	2292956.46	293	503334.06	2292935.93	453	503467.19	2292857.59
134	503287.34	2292956.62	294	503333.97	2292936.04	454	503464.90	2292852.83
135	503287.62	2292956.80	295	503333.88	2292936.14	455	503459.69	2292852.73
136	503287.90	2292957.00	296	503340.69	2292939.67	456	503454.74	2292853.43
137	503288.16	2292957.22	297	503347.72	2292943.30	457	503452.87	2292849.76
138	503288.40	2292957.45	298	503347.79	2292943.18	458	503452.47	2292847.96
139	503288.63	2292957.70	299	503347.86	2292943.07	459	503451.38	2292844.56
140	503288.84	2292957.96	300	503347.94	2292942.96	460	503452.78	2292840.68
141	503289.03	2292958.24	301	503348.03	2292942.85	461	503459.47	2292836.36
142	503289.21	2292958.53	302	503348.12	2292942.75	462	503469.78	2292831.17
143	503289.36	2292958.84	303	503348.22	2292942.66	463	503480.15	2292827.55
144	503289.49	2292959.15	304	503348.33	2292942.57	464	503487.81	2292828.05
145	503289.60	2292959.47	305	503348.44	2292942.50	465	503490.21	2292830.72
146	503289.69	2292959.79	306	503348.56	2292942.43	466	503493.40	2292831.27
147	503289.76	2292960.13	307	503348.68	2292942.36	467	503496.23	2292828.06
148	503289.81	2292960.46	308	503348.81	2292942.31	468	503496.15	2292825.28
149	503289.83	2292960.80	309	503348.94	2292942.27	469	503500.57	2292820.90
150	503289.82	2292961.14	310	503349.07	2292942.23	470	503493.40	2292821.12
151	503291.55	2292961.93	311	503349.20	2292942.20	471	503447.84	2292827.04
152	503291.68	2292966.43	312	503349.34	2292942.19	472	503441.55	2292831.51
153	503289.37	2292970.75	313	503349.48	2292942.18	473	503434.20	2292841.82
154	503288.63	2292972.97	314	503349.61	2292942.18	474	503433.56	2292851.01
155	503289.95	2292975.13	315	503349.75	2292942.19	475	503426.96	2292856.26
156	503290.03	2292975.24	316	503349.89	2292942.21	476	503418.23	2292859.58
157	503290.10	2292975.36	317	503350.02	2292942.24	477	503408.44	2292857.44
158	503290.17	2292975.48	318	503350.15	2292942.28	478	503407.43	2292850.48
159	503290.23	2292975.60	319	503350.28	2292942.33	479	503404.94	2292840.13
160	503290.28	2292975.73	320	503350.40	2292942.38	480	503394.87	2292834.14
						481	503094.25	2292873.34

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 4. SUPERFICIE: 749.35 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503212.32	2293067.40	7	503193.69	2293094.60	13	503211.03	2293107.22
2	503208.33	2293067.98	8	503186.16	2293098.97	14	503212.54	2293093.34
3	503207.11	2293074.57	9	503178.60	2293101.64	15	503212.96	2293088.00
4	503206.50	2293077.59	10	503166.50	2293104.17	16	503212.77	2293084.54
5	503205.66	2293080.15	11	503169.84	2293106.20	17	503212.46	2293081.42
6	503203.05	2293083.46	12	503209.99	2293112.75	18	503212.32	2293067.40

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 5. SUPERFICIE: 635.30 m ²								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503157.40	2293103.42	11	503113.47	2293084.20	21	503106.18	2293093.49
2	503161.52	2293103.31	12	503108.46	2293083.85	22	503109.79	2293094.12
3	503161.70	2293097.76	13	503103.06	2293083.48	23	503113.11	2293094.55
4	503157.42	2293095.91	14	503096.04	2293083.48	24	503117.60	2293095.34
5	503149.38	2293093.22	15	503091.46	2293083.85	25	503124.02	2293096.47
6	503142.40	2293090.79	16	503091.96	2293087.81	26	503128.29	2293097.34
7	503134.10	2293088.75	17	503093.07	2293088.77	27	503139.82	2293099.69

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 5. SUPERFICIE: 635.30 m2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
8	503127.57	2293086.54	18	503094.99	2293089.68	28	503157.40	2293103.42
9	503124.00	2293085.61	19	503098.05	2293091.07			
10	503117.49	2293084.48	20	503102.99	2293092.48			

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 6. SUPERFICIE: 1,222.95 m2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503186.68	2293080.62	15	503178.83	2293048.54	29	503151.08	2293063.13
2	503187.37	2293078.05	16	503176.62	2293045.33	30	503149.25	2293064.91
3	503185.09	2293076.88	17	503174.65	2293044.59	31	503147.86	2293067.23
4	503183.33	2293075.17	18	503171.59	2293045.16	32	503147.58	2293069.72
5	503182.93	2293073.37	19	503168.66	2293045.38	33	503147.19	2293072.24
6	503183.43	2293072.31	20	503165.28	2293046.44	34	503145.74	2293078.90
7	503181.91	2293069.80	21	503161.96	2293048.23	35	503144.66	2293082.09
8	503180.35	2293068.04	22	503159.87	2293049.33	36	503146.50	2293083.16
9	503179.08	2293065.69	23	503158.05	2293050.68	37	503156.38	2293085.91
10	503178.35	2293062.90	24	503156.88	2293052.11	38	503163.78	2293087.64
11	503178.30	2293060.80	25	503155.82	2293054.46	39	503169.53	2293088.67
12	503178.42	2293058.03	26	503155.55	2293057.48	40	503176.38	2293087.55
13	503179.12	2293055.03	27	503154.64	2293059.59	41	503182.80	2293084.54
14	503179.54	2293051.24	28	503152.52	2293061.96	42	503186.68	2293080.62

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 7. SUPERFICIE: 161.80 m2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503135.14	2293079.11	8	503128.17	2293062.76	15	503120.40	2293075.18
2	503133.44	2293077.52	9	503125.70	2293064.12	16	503121.97	2293075.74
3	503133.16	2293075.98	10	503123.24	2293065.76	17	503125.58	2293076.75
4	503132.81	2293073.13	11	503121.22	2293067.21	18	503129.77	2293077.59
5	503131.88	2293066.28	12	503120.09	2293068.78	19	503135.14	2293079.11
6	503131.53	2293060.03	13	503119.49	2293070.77			
7	503130.13	2293061.11	14	503119.63	2293073.41			

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 8. SUPERFICIE: 4,792.99 M2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503297.73	2293084.00	37	503300.45	2293120.83	73	503392.20	2293118.66
2	503295.70	2293080.64	38	503299.67	2293123.69	74	503385.72	2293115.54
3	503300.87	2293077.86	39	503297.85	2293126.20	75	503387.10	2293112.79
4	503299.80	2293076.25	40	503296.34	2293126.85	76	503383.79	2293110.51
5	503298.58	2293076.87	41	503294.57	2293128.08	77	503380.34	2293108.74
6	503295.48	2293071.77	42	503293.24	2293134.49	78	503377.10	2293113.43
7	503294.85	2293070.55	43	503291.08	2293143.92	79	503379.03	2293116.13
8	503292.69	2293067.07	44	503290.50	2293148.62	80	503378.43	2293119.54
9	503293.89	2293066.03	45	503289.79	2293151.20	81	503376.99	2293121.67
10	503289.03	2293059.50	46	503287.45	2293152.33	82	503375.69	2293123.29
11	503286.62	2293061.57	47	503285.20	2293152.61	83	503372.58	2293125.90
12	503284.19	2293063.22	48	503282.95	2293152.89	84	503367.94	2293127.93
13	503281.38	2293068.23	49	503281.88	2293154.08	79	503364.28	2293129.03
14	503280.79	2293070.21	50	503281.61	2293156.93	80	503360.94	2293129.95
15	503280.27	2293076.07	51	503321.31	2293150.70	81	503357.94	2293130.15
16	503280.86	2293081.74	52	503341.36	2293147.81	82	503355.30	2293127.89
17	503282.09	2293083.62	53	503362.39	2293144.51	83	503347.29	2293121.38
18	503282.07	2293085.71	54	503398.16	2293139.49	84	503347.99	2293119.81
19	503280.50	2293087.76	55	503427.85	2293135.47	85	503342.85	2293115.10
20	503280.50	2293090.41	56	503438.13	2293133.33	86	503340.44	2293113.03
21	503280.67	2293090.81	57	503443.47	2293128.22	87	503336.19	2293117.87
22	503281.61	2293092.71	58	503446.30	2293119.87	88	503332.84	2293115.40

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 8. SUPERFICIE: 4,792.99 M2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
23	503283.27	2293094.71	59	503437.17	2293117.49	89	503334.54	2293113.96
24	503286.77	2293097.02	60	503434.44	2293121.62	90	503329.20	2293109.50
25	503289.81	2293098.52	61	503431.04	2293124.08	91	503331.43	2293106.91
26	503291.42	2293099.68	62	503426.49	2293126.97	92	503321.69	2293098.95
27	503291.78	2293101.06	63	503422.36	2293129.48	93	503323.44	2293096.46
28	503291.58	2293102.47	64	503421.09	2293130.25	94	503319.64	2293093.22
29	503291.12	2293104.31	65	503416.84	2293128.95	95	503311.70	2293097.84
30	503291.23	2293106.27	66	503405.91	2293123.60	96	503305.64	2293087.50
31	503293.01	2293107.84	67	503406.34	2293121.85	97	503303.38	2293088.83
32	503296.76	2293109.44	68	503399.72	2293117.97	98	503299.83	2293082.87
33	503299.34	2293110.27	69	503398.32	2293120.38	99	503297.73	2293084.00
34	503300.77	2293110.87	70	503396.92	2293122.79			
35	503301.38	2293113.00	71	503394.00	2293122.79			
36	503301.92	2293116.40	72	503390.80	2293120.78			

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 9. SUPERFICIE: 463.93 m2								
Vértices	X	Y	Vértices	X	Y	Vértices	X	Y
1	503451.60	2293123.19	7	503484.55	2293121.43	13	503471.13	2293123.59
2	503448.41	2293122.44	8	503484.80	2293117.71	14	503460.88	2293120.68
3	503444.81	2293133.43	9	503481.96	2293117.35	15	503459.60	2293122.85
4	503477.20	2293129.37	10	503482.38	2293110.97	16	503452.05	2293120.87
5	503502.44	2293125.30	11	503479.33	2293110.95	17	503451.60	2293123.19
6	503502.91	2293122.98	12	503476.19	2293123.03			

COORDENADAS DEL POLÍGONO DE CUSTF 10. SUPERFICIE: 32.78 M		
Vértices	X	Y
1	503506.94	2293126.78
2	503506.81	2293129.70
3	503518.49	2293128.04
4	503518.45	2293125.29
5	503506.94	2293126.78

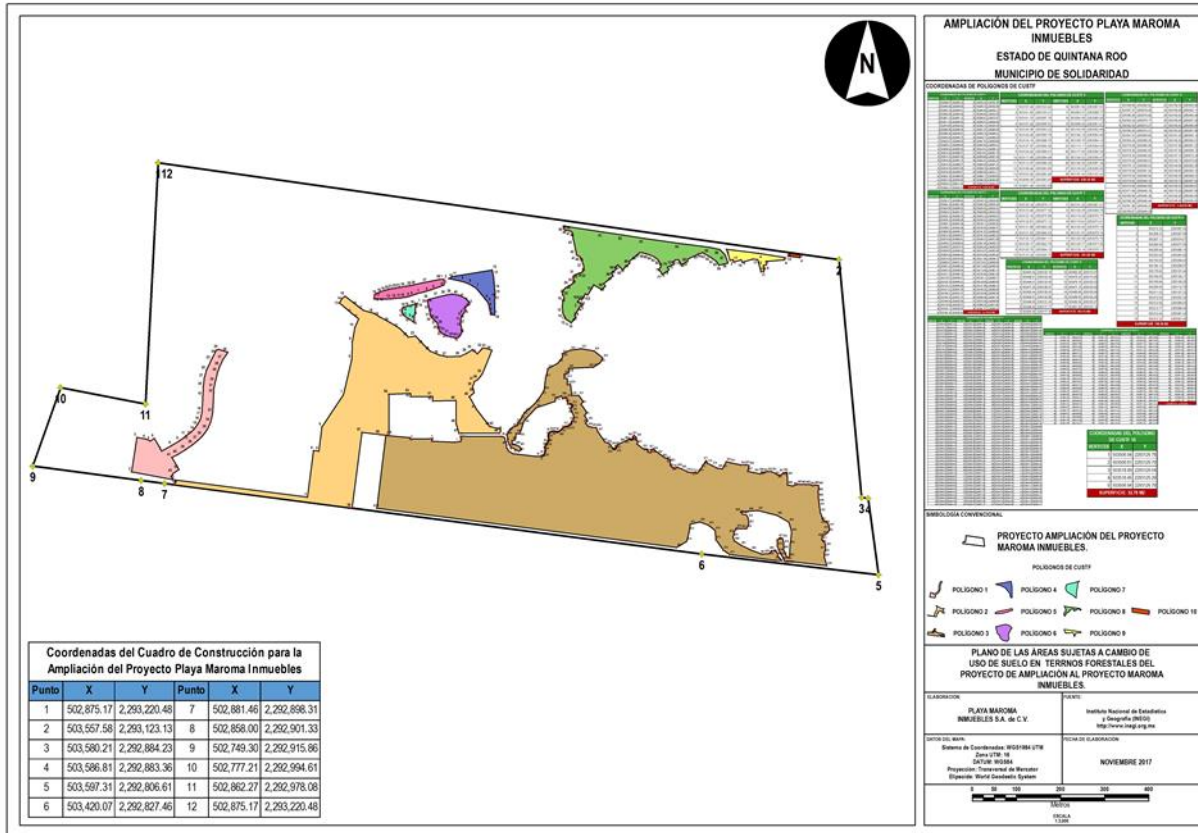
La superficie total del proyecto es de 23.23 hectáreas, el 60.18% de esa superficie está cubierto con vegetación forestal de selva mediana subperennifolia y el 39.82% restante no posee cubierta forestal, ya que 8.95 has están ocupadas por las instalaciones del proyecto PMI y 0.30 has carecen de vegetación de cualquier tipo. Ahora bien, derivado de la posible transferencia de densidades de los predios La Ceiba y Zacil-Ha, la superficie sujeta a cambio de uso de suelo será de 6.37 hectáreas (Figura II.5, Anexo II.6), (Tabla II.17).

Tabla II.17
Superficies del polígono sujeto a cambio de uso de suelo

Superficie total del predio	Superficie del predio cubierta con vegetación forestal	Superficie del predio sujeta a autorización de CUSTF	Superficie de desmonte permitida aplicando la transferencia de densidades ¹
23.23 hectáreas	13.98 hectáreas	6.37 hectáreas	21.45 hectáreas

¹ Véase Tabla II.6

Figura II.5
Mapa de cambio de uso de suelo CUSTF



II.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

El plan de construcción del proyecto, está estrechamente vinculado con el tipo de terreno, la geología superficial, las características del subsuelo y los obstáculos que presentan una dificultad en el proceso constructivo, tanto los ya identificados, como aquellos posibles de encontrar a lo largo de las actividades. Durante las actividades de preparación del sitio, se realizará un esfuerzo conjunto para implementar las medidas de conservación del suelo y rescate y reubicación de flora y fauna.

II.2.4.1 Preparación del sitio

Esta etapa tiene como objetivo acondicionar el área para realizar la instalación de la infraestructura de una forma adecuada y de acuerdo a las condiciones del terreno, buscando con ello la menor afectación ambiental posible. Básicamente, las actividades de preparación del sitio comprenderán lo siguiente:

II.2.4.2 Trabajos preliminares

De forma previa se llevarán a cabo una serie de acciones como la selección y prospección del sitio, estudios de ingeniería y estudios de campo que permitirán tramitar las autorizaciones complementarias además de:

- Planeación técnica: incluye las especificaciones donde justifica las obras y dimensiona las actividades contempladas.
- Estudios de topografía y deslindes de terreno.
- Estudios ambientales: aplicables en materia de cambio de uso de suelo.

a) Delimitación y marcaje topográfico de las áreas sujetas a remoción de vegetación

Con la finalidad de garantizar que la ejecución del retiro de vegetación se lleve a cabo adecuadamente, es decir que no se realice desmonte fuera del área autorizada, la brigada topográfica equipada con “Estación total” o GPS realizará el levantamiento topográfico a través del cual se ubicarán físicamente los límites del área aprobada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, colocando marcas visibles (estacas) para hacer evidentes esos límites. Esta delimitación servirá para evitar afectaciones a las áreas aledañas y con esto poder evitar afectaciones innecesarias a flora de las áreas colindantes.

b) Acciones de rescate y reubicación de flora

Una vez que las áreas de desmonte hayan sido delimitadas, se ejecutará el programa de rescate y reubicación de flora, mediante la supervisión de especialistas forestales y brigadas especialistas que sirvan de apoyo en la identificación y manejo de vegetación, lo anterior, con el fin de identificar y marcar aquellos ejemplares que sean susceptibles a rescate, especialmente los que se encuentren en alguna categoría de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Se avanzará tanto como sea posible y, posteriormente, se volverá a realizar el mismo recorrido, esta vez, realizando el rescate de cada uno de los ejemplares marcados, empleando la técnica más apropiada de acuerdo a su talla y a la especie a la que pertenecen. Los ejemplares serán trasladados al sitio definitivo de trasplante o a un vivero provisional para su mantenimiento y conservación.

Para poder tener el control de los ejemplares rescatados y reubicados se utilizará una bitácora de campo, en la cual serán registrados los datos del individuo de la especie a rescatar, clave de identificación, características del ejemplar, coordenadas UTM del sitio de rescate y las de la reubicación.

c) Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre

De manera simultánea a las actividades de rescate de flora, se realizarán recorridos en las áreas de desmonte a cargo de un especialista en manejo de fauna y la brigada de apoyo, con la finalidad de ahuyentar y/o rescatar los individuos de fauna, principalmente aquellos de poca movilidad o que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se realizará el rescate y la reubicación de los diferentes grupos de fauna presentes en el sitio del proyecto en tres momentos; antes, durante y posterior al proceso constructivo de la obra civil.

Los trabajos del manejo de la fauna silvestre consistirán en la identificación de sitios que puedan servir de refugio para los ejemplares; como pequeñas oquedades o troncos viejos y árboles que pudieran servir de refugio para los nidos de las aves, el rescate de los ejemplares presentes dentro del área de CUSTF y su reubicación en sitios que presenten características similares a las del área donde se realice el rescate, así como el ahuyentamiento de acuerdo al grupo faunístico de que se trate, siguiendo los lineamientos establecidos en el programa de rescate de fauna.

d) Remoción de la vegetación forestal o desmonte del sitio del proyecto

Tras la actividad de rescate y reubicación tendrá lugar la remoción de la vegetación, la cual se llevará a cabo, inicialmente de forma manual y, en el retiro de tocones y raíces se empleará maquinaria y en su caso, también se utilizarán equipos manuales como motosierras, serrones y machetes utilizando la técnica de derribo direccional para evitar la afectación de áreas ajenas al CUSTF. En ningún caso se hará uso de fuego o productos químicos para realizar la remoción de la vegetación.

El desmonte comprenderá:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desentraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto.

Estas acciones de remoción de la vegetación se emprenderán después de obtener la autorización de este DTU, ejecutándola en forma ordenada y programada.

Una vez realizada la remoción de la vegetación, se ejecutará la limpieza y el desbroce del terreno donde se ubicarán los componentes del proyecto. La tierra y restos vegetales serán triturados mecánicamente y dispuestos temporalmente en algún área prevista para la construcción, para su posterior utilización en áreas destinadas a jardines. Se delimitarán las áreas que ocuparán las oficinas, bodegas, comedor de obra y campamento.

e) Movimiento de tierras, relleno y nivelación

Una vez que se hayan ejecutado las actividades de limpieza del terreno y se haya rescatado el mayor número de individuos de la vegetación presente en el área, una cuadrilla de topógrafos delimitará físicamente los frentes de trabajo, considerando los ejes de la cimentación y sus anchos, como de los ejes principales de la obra. Se llevarán a cabo el movimiento de tierras y relleno del terreno hasta obtener el nivel de rasante proyectado.

Los materiales que se utilizarán en su mayoría no requieren almacenamiento, por lo tanto serán transportados por vehículos de volteo desde la Ciudad de Cancún o Playa del Carmen, y serán acomodados en los sitios de trabajo, conforme sean requeridos. Se usarán camiones de carga para realizar el movimiento de tierras, los cuales serán mantenidos en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y serán operados por personal capacitado. Otros equipos que se utilizarán, serán los siguientes:

- Motoconformadoras Caterpillar 120 y 120 G
- Vibrocompactadores
- Camiones de volteo
- Grúas de 20 y 40 toneladas
- Perforadoras y Martillos
- Camionetas Pickup

La mayor parte del material para el relleno se obtendrá a partir de las excavaciones realizadas en actividades posteriores, por lo que no se dispondrá de ningún volumen de suelo inorgánico como residuo. Estas actividades serán extensivas para cada uno de los componentes del proyecto, a efecto de evitar afectaciones innecesarias a áreas adyacentes.

f) Actividades/obras provisionales del proyecto

Dentro de los espacios autorizados, se implementarán brechas de acceso y pequeñas áreas destinadas para el almacenamiento de materiales y equipo, además de algunos servicios de apoyo provisionales para los empleados, como son: oficinas, comedor, agua potable y luz.

Las aguas residuales que proceden de la oficina serán conducidas a fosas sépticas selladas y empresas acreditadas darán mantenimiento y se encargarán del manejo y disposición final de los residuos. Para el servicio sanitario de los trabajadores, se instalarán sanitarios portátiles, éstos sanitarios serán ubicados en los sitios estratégicos que sean identificados una vez que comiencen las actividades de construcción de la obra en una proporción de 1:15, es decir, un sanitario por cada 15 trabajadores (Figura II.6). En ese sentido, se utilizarán fosas sépticas cerradas impermeables tipo rotoplas para el manejo de las aguas sanitarias y serán dispuestas a través de una empresa debidamente acreditada que proveerá el servicio sanitario y que será responsable del mantenimiento de los mismos. La promovente se asegurará que la empresa proveedora se encuentre debidamente registrada ante la autoridad estatal y cuente con las autorizaciones necesarias para proveer el servicio, de recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales en los sitios autorizados

Los caminos de acceso a la obra se ubicarán sobre el mismo trazo de los accesos finales permanentes, con la finalidad de no impactar una superficie mayor de vegetación o distinta a la autorizada. Las áreas provisionales de obra y actividades, como oficinas, almacenes de equipo y materiales, áreas para trituración de material de desmonte, sanitarios, etc., se ubicarán en zonas que posteriormente serán ocupadas por las edificaciones del proyecto, de manera que no implique afectación adicional.

Figura II.6
Tipo de sanitarios portátiles que serán instalados en los frentes de trabajo del proyecto



II.2.4.3 Construcción

La duración estimada para esta etapa es de 48 meses tal y como se especifica en el programa de trabajo (Tabla II.13). Una vez obtenidas las autorizaciones y licencias de las autoridades correspondientes se realizarán los trabajos de construcción de las edificaciones del proyecto. La etapa de construcción de las obras prevé las siguientes actividades:

Edificaciones

La construcción de los cuartos hoteleros se basará en tres diseños: cuatro niveles (altura total de los edificios será de 14.5 m al pretil de azotea y 13.0 m de altura a la azotea partiendo de un nivel de desplante de 3.25 m sobre el nivel de suelo natural), tres niveles (la altura total de los edificios será de 11.2 m al pretil de azotea y 9.8 m a la losa de azotea, partiendo de un nivel de desplante de 3.25 y 3.50 m) y dos niveles (nivel de desplante de 3.25 y altura total de 12.5 m al pretil de azotea y 11 m a la losa de azotea).

Cabe mencionar que los edificios se desplantarán sobre bases elevadas partiendo del nivel de duna, en términos generales de 3.25 a 3.50 m sobre nivel del suelo natural, a fin de proteger las instalaciones contra los efectos de inundaciones y eventos climáticos extremos (por ejemplo, en el caso de un huracán), que afectan a la región. Dichas elevaciones consideran sobrepasos de elevadores, casas de máquinas y preteles. Por lo que las cimentaciones proyectadas podrán ser superficiales (zapatas aisladas y corridas). Sólo se colocarán cimentaciones profundas en caso de encontrar cualquier deficiencia en la zona de desplante de edificios.

Las zonas de construcción desplantadas sobre zonas de bajos inundables, considerarán el uso de drenes de intercomunicación, alcantarillado o pasos de agua. El procedimiento constructivo será con tubos de PVC, los cuales no presentarán ningún tipo de impacto y son inertes, con diámetros de 12 pulgadas, acostillados en zanjas y encofrados evitando que floten en el agua o sufran empujes por la supresión. Se instalarán por debajo de los edificios que presenten una microtopografía susceptible a inundaciones y tengan que intercomunicar áreas que sean obturadas por el sembrado de algún edificio o instalación.

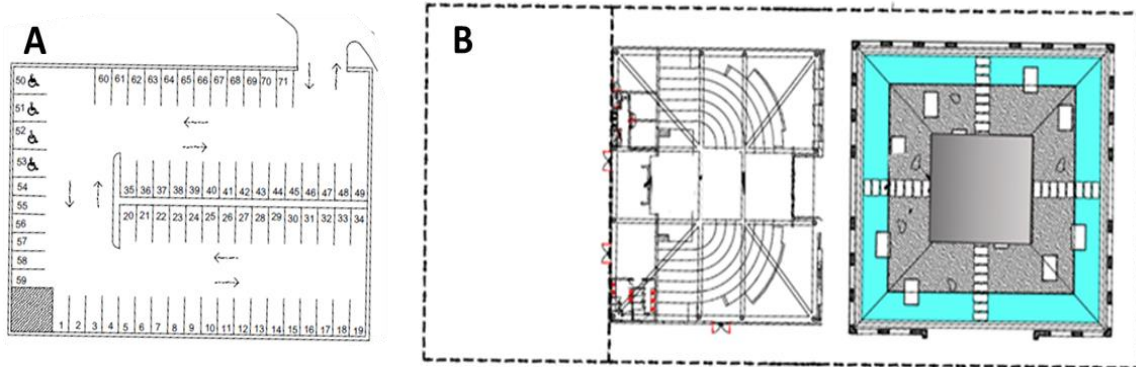
Los edificios de habitaciones tipo se construirán a base de muros de mampostería de block y aplanado de cemento, losas de vigueta y bovedilla con capa de compresión de concreto. Estarán cimentados por losas en su mayoría, mientras que los edificios cercanos al mar se cimentarán con pilotes para contrarrestar cualquier movimiento de las arenas producidas por corrientes marinas y huracanes futuros. Los edificios con habitaciones master y presidencial se estructurarán a base de muros de mampostería de block y aplanado de concreto con columnas de concreto y losas con nervaduras aligeradas.

Los edificios de servicios se harán a base de marcos de concreto o acero estructural, losas macizas de concreto, losacero o losa con nervaduras aligeradas. Los muros perimetrales serán de mampostería de block. La cimentación de dichos edificios será hecha con zapatas aisladas con contra trabes de concreto y pilotes según se requiera. Algunos edificios serán hechos a base de palapa.

El proyecto pretende la construcción de un estacionamiento descubierto para 80 cajones (A). Además del edificio central que albergará áreas de cocina, restaurante, bodegas, lavandería y centro de convenciones (B) (Figura II.7).

Las zonas verdes y jardinadas se conformarán con una mezcla de 50% césped y 50% de áreas con la vegetación arbórea existente pero socoleada y ornamentada con plantas nativas y propias de la región.

Figura II.7
Estacionamiento (A) y edificio central (B) del proyecto "Ampliación del proyecto P.M.I"



Las áreas desprovistas de vegetación que no serán ocupadas por infraestructura turística, de ser necesario serán revegetadas con especies nativas y/o propias de la región. El proyecto destinará 6.42 has a espacios de conservación La superficie de conservación que derivará de la compensación que se ofrece como contraprestación ambiental por la transferencia de densidades de los predios Zacil-Ha y La Ceiba será de 78.28 hectáreas, lo que significa una conservación total de 84.70 hectáreas.

Dentro del proyecto se tienen consideradas varias zonas de recreación que incluyen: bar, restaurantes, asoleaderos, sistema de albercas; algunas de éstas se ubicarán frente a edificios de habitaciones. En esta etapa se implementará la infraestructura urbana asociada al desarrollo turístico (servicio de agua potable, drenaje de aguas negras y pluviales, electrificación, telefonía, jardinería, señalamientos, oficinas y áreas de operación y mantenimiento).

Vialidades.

El acceso para el ingreso de la nueva sección del complejo, será de forma independiente del camino de acceso que comunica la carretera Federal con el predio Siempre Viva IV. Esta nueva vialidad se pavimentará y continuará al interior del predio, donde se unirá con el camino de acceso actualmente en operación del complejo Playa Maroma Inmuebles, mismo que se bifurca para acceder por un lado a las áreas de servicio y por el otro, al área de ingreso principal de huéspedes y que concluye su trayecto en el motor lobby de acceso al edificio principal del Hotel. Por este camino circularán automóviles y autobuses de pasajeros, así como camiones con los insumos propios del Hotel

Al interior del hotel se construirán andadores peatonales que permitan la circulación de huéspedes y empleados del hotel.

Estas vialidades se construirán cumpliendo con las normas que establece la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T), para el tipo de obras que se pretende realizar y se ajustarán al relieve natural del terreno con el nivel transversal necesario para el drenado de las mismas. A lo largo de la extensión del sistema vial, se construirá un sistema de ductos paralelos al arroyo de la vía en una berma o trinchera de servicios de 1.50 m de ancho, para la conducción de redes de aguas salobres, telefonía y fibra óptica, entre otras.

Electricidad

El abastecimiento de electricidad se contratará con la Comisión Federal de Electricidad, a través de la línea de conducción existente de 13,200 volts que corre a

lo largo de la carretera Federal. Se estima una demanda total de 4,500 kva/hora para todo el proyecto.

El alumbrado en las zonas exteriores será a base de luminarias de vapor de sodio canalizadas mediante tubería PVC conduit tipo pesado, encofradas en concreto simple con registros de concreto armado.

Al obtener la autorización correspondiente para la conexión de CFE, se instalará una subestación receptora con capacidad para 7400 kvas, de la cual se derivarán dos más con transformadores de 1000 kvas. También serán derivados cuatro transformadores de intemperie de 500 kvas cada uno. Con esto se dará servicio a todas las instalaciones dentro y fuera de los edificios, así como a los equipos. La corriente de emergencia será suministrada por los generadores de energía instalados en el hotel.

Agua potable

Durante esta etapa se realizará el tendido de las líneas de conducción de agua potable en la ampliación del proyecto. El suministro de agua para el consumo humano y para las actividades durante el periodo de construcción, será realizado por medio de camiones cisternas y almacenado temporalmente en tanques ubicados en las áreas temporales de servicios.

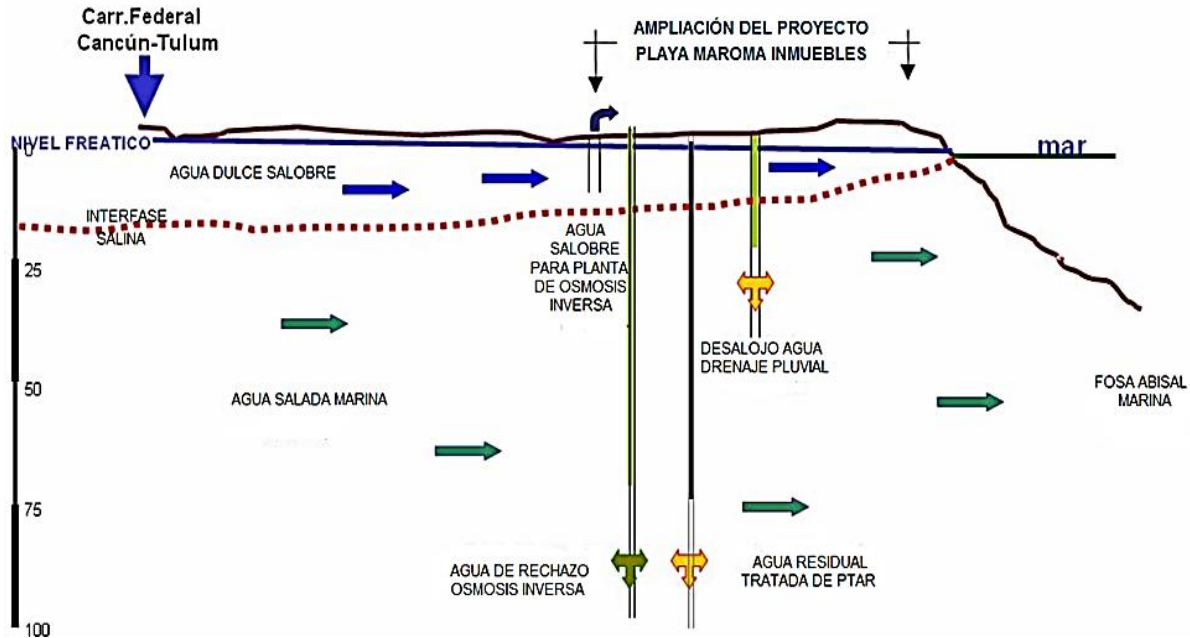
Para la operación del proyecto con la ampliación, se requerirá un suministro total de agua potable de 1,380 m³/día. Para suministrar este volumen, se tratará agua salobre mediante una planta de ósmosis inversa localizada en el hotel, la cual extraerá 2,760 m³ diarios del acuífero salobre, por medio de tres pozos; dos pozos actualmente en funcionamiento que extraen 1,400 m³ y un pozo adicional que pretende extraer 800 m³ de agua. En éste sentido, 1,380 m³ serán de agua potable de producción y 1,380 m³ serán de rechazo, las cuales serán reinyectadas al subsuelo por medio de dos pozos; uno actualmente en operación (700 m³) y un pozo adicional (680 m³) a una profundidad estimada entre 80 y 100 metros (Figura II.8). Esta condición impedirá la contaminación del acuífero dulce, la interfase salina y el acuífero salobre.

La preparación y la construcción de los pozos adicionales (extracción y rechazo) seguirán los procedimientos necesarios para cumplir con la normatividad aplicable (NOM-003-CNA-1996^{III}, NOM-004-CNA-1996^{IV}), así mismo previo a su construcción se obtendrá el permiso respectivo de la autoridad competente.

El agua producida se almacenará en una cisterna de 1'000 m³, ubicada a un lado del edificio de servicios, en donde se mezclará con agua procedente del filtro de carbón activado, de aquí se conducirá a un tanque de regulación y de allí al sistema de distribución del complejo mediante un sistema hidroneumático.

El agua de rechazo se almacenará en una cisterna de 300 m³ de capacidad como mínimo para dar un tiempo de contacto de 120 minutos que permita su neutralización y desinfección. Posteriormente se inyectará al acuífero salino a una profundidad en la que el contenido del ion cloruro o sólidos disueltos totales sea igual o mayor a 19,000 o 20,000 mg/lit, respectivamente, en concordancia con la normatividad de la CONAGUA. Se estima que la profundidad óptima de inyección será de 80-100 metros.

Figura II.8
Esquema del funcionamiento del acuífero con los pozos de abastecimiento e inyección para el proyecto "Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles"



Drenaje y alcantarillado

El sistema de drenaje y alcantarillado sanitario funcionará, en la mayor parte del predio, por gravedad. Estará apoyado por cárcamos de bombeo que conducirán las aguas negras hasta la planta de tratamiento. Se estima que la generación de aguas residuales equivaldrá al 80% del consumo de agua potable, por lo que el volumen máximo diario a tratar será de 880 m³.

Actualmente en PMI se tratan en promedio 450 m³ de las cuales 300 m³ se regresan al subsuelo y 150 m³ se utilizan para el riego de las áreas verdes. Con la ampliación del proyecto P.M.I se estima tratar 820 m³ de las cuales 620 serán infiltradas al subsuelo a una profundidad óptima de inyección entre los 80 y 100 metros (Figura II.8), por medio de dos pozos de inyección; uno actualmente operando y uno adicional. El resto de las aguas residuales se utilizarán para el riego de las áreas verdes.

La planta de tratamiento de aguas residuales contará con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de éstas, de acuerdo a la normatividad vigente de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable. En la Tabla II.18 se describen los límites máximos permisibles de los parámetros físicos, químicos y biológicos que la PTAR compromete no rebasar de acuerdo a las normas NOM-001 y NOM-003.

En plazas y caminos se ubicará un sistema de drenaje pluvial adaptándose lo más posible a la forma del escurrimiento natural del predio. El agua colectada con este sistema se conducirá hacia pozos de absorción con sistemas de decantación, trampas de grasa y sólidos. Estos pozos tendrán una profundidad de 25-30 metros de profundidad y con ello se eliminará el impacto a la calidad del agua costero-marina por agua pluvial.

Tabla II.18
Límites máximos permisibles de las aguas residuales tratadas del proyecto

Parámetro	Unidad	NOM-001-SEMARNAT-1996 ^{1*}		2 NOM-003-SEMARNAT-1997	
		Uso en riego agrícola	Humedales naturales	Contacto directo	Contacto indirecto
Temperatura	°C	N.A	40	N.A	N.A
Grasas y aceites	mg/l	15	15	15	15
Materia flotante	-----	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos sedimentables	mg/l	N.A	1	N.A	N.A
Sólidos suspendidos totales	ml/l	N.A	75	20	30
Demanda bioquímica de oxígeno DBQ ₅	mg/l	N.A	75	20	30
Nitrógeno total ()	mg/l	N.A	N.A	N.A	N.A
Fósforo total (l)	mg/l	N.A	N.A	N.A	N.A
Coliformes fecales	NMP/100 ml	N.A	N.A	240	1000

1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
* Suelo
2 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Insumos

En esta etapa serán utilizados materiales de uso común, por ejemplo: materiales para nivelación y compactación, cemento y agregados, acero de refuerzo, tubería y carretes de cable, entre otros (Tabla II.19). El abastecimiento de los materiales provendrá de Cancún, Playa del Carmen y otros lugares de la Republica, y serán trasportados vía terrestre hasta el predio.

Tabla II.19
Materiales a ser utilizados durante la etapa de construcción del proyecto

Terracería	Carpintería
Sascab	Madera
Albañilería y estructura	Barniz natural
Concreto	Cancelería
Varilla corrugada	Aluminio extruido y anodizado
Malla electrosoldada	Cristal flotado
Vigueta y bovedilla	Cristal templado
Tabique block	Aire acondicionado
Cemento	Tubería, válvulas y conexiones acero
Arena	Ductería de lámina galvanizada
Grava	Acabados
Puntuales y andamios tubulares	Cemento portland en saco
Triplay	Arena (bancos autorizados)
Polines de madera	Grava (bancos autorizados)
Instalación eléctrica	Mármol
Tubería	Pintura vinílica
Cable THW	Pintura esmalte
Cable XLP	Loseta
Instalación hidráulica y sanitaria	Porcelanato

Tubería, conexiones y válvulas PVC	Molduras de PVC y poliestireno
Tubería, conexiones y válvulas PVC CED 90	Plafón acustone
Tubería y conexiones ADS	Plafón tabla roca
Tubería y conexiones acero inoxidable	Granito
Red contra incendio	Otros
Tubería, conexiones y válvulas acero	
Tubería, conexiones y válvulas PVC CED	

Para la construcción del proyecto, se considera la contratación de aproximadamente 500 personas.

Los equipos y maquinaria que se emplearán en esta etapa, son entre otros:

- Retroexcavadoras Caterpillar 225 y 325
- Motoconformadoras Caterpillar 120 y 120 G
- Vibrocompactadores
- Camiones de volteo
- Grúas de 20 y 40 toneladas
- Perforadoras y martillos
- Camionetas pick up
- Manipuladores y montacargas
- Generadores eléctricos

Debido a la cercanía de las fuentes de suministro, no se estima necesario el almacenamiento de grandes volúmenes de combustible, sino solo los necesarios para la operación diaria. El combustible será trasladado de las estaciones de servicio más cercanas al predio en tanques debidamente cerrados.

II.2.5 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

Este rubro fue atendido con el objeto de ofrecer a la autoridad el volumen, por especie de las materias primas que se extraerán por la remoción de la vegetación forestal como consecuencia de la autorización de cambio de uso de suelo de terrenos forestales que se pretende obtener.

Para estar en posibilidades de obtener registros confiables del volumen de las materias primas forestales, se utilizó la herramienta del muestreo estadístico cuyo propósito fue el de obtener la información de las principales variables dasométricas de los individuos arbóreos y arbustivos que se encuentran en el área del proyecto y así estar en posibilidad de obtener información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, la utilización, la ordenación y las tendencias de estos recursos. La evaluación respectiva cubrió la gama mínima de variables biofísicas y socioeconómicas, derivando de esta forma una visión amplia y holística del uso del suelo en su totalidad.

Las variables dasométricas necesarias para la obtención del volumen maderable R.T.A. en un rodal o de un árbol son básicamente la medición del DAP (diámetro a la altura del pecho) y la altura total o comercial del árbol, para estimar el volumen de los individuos a derribar, número de individuos y la superficie forestal que será afectada por la ejecución del proyecto.

II.2.5.1 Metodología de muestreo

Esta es la parte medular de cualquier tipo de diagnóstico poblacional forestal. Para su desarrollo, se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diseño e intensidad de muestreo que se empleará.
- Tamaño de la muestra.
- Distribución de la muestra.
- Forma y tamaño de las unidades muestrales.

En este sentido, de manera preliminar se realizó un recorrido en el sitio del proyecto para identificar las condiciones actuales de la vegetación forestal para la planeación del muestreo. Posteriormente se tomaron datos de control de cada uno de los sitios que se eligieron para el muestreo, tales como: pendiente promedio, exposición, cobertura de estratos bajos y datos ecológicos, así como cadenamamiento de los mismos. Se recabo la información para la estimación de volúmenes forestales. Los materiales y equipo utilizado para la obtención de la información fueron: brújula Silva, clinómetro Suunto, altímetro Thomen, cinta diamétrica, tabla con broche y machetes.

La evaluación y cuantificación de la vegetación localizada en el sitio y que será afectada por el proyecto, se llevó a cabo bajo el siguiente procedimiento:

- a) Fotointerpretación sobre el material cartográfico de apoyo, correspondiente al área de estudio en general, y complementado mediante recorridos de campo.
- b) Delimitación en el material cartográfico del predio que será objeto del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de acuerdo con su condición de vegetación y uso del suelo.
- c) Inventario forestal para cuantificar el volumen e identificar las especies existentes.
- d) Colecta de especímenes para determinación taxonómica, con apoyo de guías.

Posterior a esto, se definió el tipo de muestreo a emplear, utilizando imágenes satelitales de alta resolución (Quick bird) de una definición de pixel de 0,6 x 0,63 m, también se consultó Google Earth, fotografías tomadas en campo y cartas editadas por INEGI, para obtener la máxima confiabilidad de la toma de datos.

Muestreo

a. Diseño e intensidad de muestreo utilizado.

El diseño que se utilizó para el muestreo forestal fue el muestreo aleatorio; en este tipo de herramienta cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado. Las unidades muestrales fueron seleccionadas al azar, sin que esto influyera en la elección de las otras. Este diseño es una aplicación exacta de las leyes de la probabilidad y sus resultados tienen una alta confiabilidad (Carrera, 1996)^V. Las coordenadas de cada uno de los sitios de muestreo tomadas en el sistema UTM, datum de referencia WGS 84, zona 16 Q, se presentan en la Tabla II.20.

Tabla II.20
Coordenadas de muestreo

Punto de muestreo	X	Y
PM1	503491	2292883
PM2	503437	2292850
PM3	503395	2292898
PM4	503326	2292866
PM5	503289	2292920
PM6	503210	2292874
PM7	503135	2292922
PM8	502878	2292914
PM9	533526	2292839

Para salvaguardar la representatividad estadística y parámetros comparativos del DTU-R, el tamaño y la forma de los sitios de muestreo es el mismo tanto en el SAR como en el área de CUSTF.

Ahora bien, se levantaron 9 puntos de muestreo (PM) en total dentro del área de CUSTF, mismos que fueron ubicados en el tipo de vegetación de selva mediana subperennifolia, cubriendo la suficiencia estadística requerida en este estudio, de acuerdo a los modelos empleados. Se utilizó el muestreo aleatorio simple, con sitios de dimensiones fijas de tipo circular de 600 m², para estudiar las diferentes condiciones de la vegetación observadas en campo.

El muestreo realizado para la caracterización vegetal fue desarrollado partiendo de un nivel de confianza⁵ del 95%, donde la suficiencia del número de puntos de muestreo (n) fue evaluada a través del modelo matemático propuesto por Dauber, Erhad, 1995^{VI}, modificado por Carrera (*Op. Cit.*, 1996) desarrollado para el diseño de inventarios forestales:

$$n = \frac{t^2 CV^2}{E^2}$$

Donde:

t= valor que define el nivel de confianza (para un nivel de confianza del 95% normalmente se asume un valor de t=1.895)

E= Error de muestreo relativo

CV = Coeficiente de variación, que deriva de:

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

x = Promedio

⁵ **Nivel de confianza:** es la probabilidad con la que el método dará una respuesta correcta. La elección de un nivel de confianza como el 95% es un compromiso entre hacer declaraciones con una razonable probabilidad de acertar. El nivel de confianza hay que interpretarlo como que disponemos de un método que en cierto porcentaje de casos acierta y en el resto falla (Barón López y Téllez Montiel, 2004).

En relación a lo anterior, cabe mencionar que la determinación del número adecuado de puntos de muestreo (n), es la base para realizar un buen estudio ecológico; si bien es sabido que entre más sean es mejor, debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que existen métodos a los que los biólogos y ecólogos recurren como auxiliares en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista *et al.*, 2011 ; Mostacedo y Fredericksen, 2000^{VII}). De esta forma, el modelo anterior permite la determinación de (n) en virtud tanto de la composición homogénea o heterogénea de los datos levantados en campo, al considerar el coeficiente de variación (CV); de la representatividad estadística, al considerar la distribución normal de los datos (prueba t student); y el error admisible de 5% a un nivel de confianza de 95%.

El coeficiente de variación (CV) obtenido a partir de la fórmula indicada y con los resultados registrados por punto de muestreo (Tabla II.21) corresponde a 16.9686, tal como se presenta a continuación:

$$CV = \frac{23.4543 * 100}{138.22} = 16.9686$$

Tabla II.21
Individuos registrados por punto de muestreo

Sitios de muestreo	Individuos por sitio
Sitio 1	136
Sitio 2	128
Sitio 3	121
Sitio 4	171
Sitio 5	184
Sitio 6	117
Sitio 7	139
Sitio 8	124
Sitio 9	124
Total	1,244
Promedio (\bar{x})	138.2222
Desviación estándar (s)	23.4543
Coeficiente de variación (CV)	16.9686
95 % de probabilidad t	1.860
Error de muestreo admisible (E)	10.5205
Tamaño de la muestra (n)	9

Sustituyendo los valores obtenidos, en el modelo matemático empleado, se tiene que:

$$n = \frac{1.860^2 16.9686^2}{10.5205^2} = 9$$

De acuerdo con el resultado del modelo matemático empleado, con ocho unidades muestrales (n) es suficiente para determinar que el muestreo es estadísticamente

representativo. En este sentido, con el propósito de llevar a cabo un análisis estadísticamente representativo, en el área de CUSTF se ejecutaron 9 puntos de muestreo.

b. Tamaño de la muestra

El tamaño de los sitios de muestreo fue de 600 m², por lo que al realizar el inventario forestal de los 9 puntos, la superficie final muestreada corresponde a 0.54 hectáreas de selva mediana subperennifolia.

Comunidad y/o asociación Vegetal	Superficie muestreada (ha)
Selva Mediana Subperennifolia.	0.54
Total:	0.54

c. Forma y tamaño de los sitios

Como se mencionó anteriormente, se utilizaron unidades muestrales de 600 m². Este tamaño de sitio se empleó con la finalidad de abarcar las diferentes condiciones de vegetación y con esto hacer más representativo el muestreo.

Para determinar el tamaño de la muestra se distribuyeron 9 sitios aleatoriamente en el predio, tomando en cuenta el número de individuos por sitio se obtuvo la varianza, la desviación estándar, el coeficiente de variación y posteriormente el error estándar.

Distribución de la muestra

Una vez aplicada la fórmula, se obtuvo un número total de 9 sitios para el error permisible con una confianza del 95%, por lo tanto los 9 sitios levantados en campo se encuentran en el tamaño óptimo de muestra.

En las unidades muestrales distribuidas se midieron variables dasométricas: para las diferentes especies forestales maderables; altura de cada individuo, diámetro normal y diámetro de copa y para el caso de las no maderables, el número de individuos por especie y altura.

Diámetro normal.

Esta variable solamente se utilizó para el arbolado o individuos que así lo requirieran, se tomó a los 1.30 m de altura de la base del árbol y con diámetros mayores de 5 cm, para esto se utiliza cinta diamétrica.

Altura.

Para determinar la altura total del árbol se utilizó el método indirecto, manejando un clinómetro electrónico Haglöf, que calcula automáticamente la altura de los árboles, parándose a cierta distancia (10, 15, 20, metros, etc.) y tomando en cuenta las circunstancias especiales que se dan de la relación árbol y topografía del terreno.

Diámetro de copa.

Ésta variable se determinó midiendo cuatro radios en direcciones francos a partir de la base del árbol. Estos radios resultan en base a la proyección de la copa hacia el observador. A partir de estos radios se calcula el diámetro promedio de la copa.

II.2.5.2 Número de individuos por especie a remover en el área del proyecto por polígono y en la superficie total.

Una vez realizada la caracterización vegetal en cada uno de los puntos de muestreo, fue posible identificar las especies vegetales que definen cada uno de los estratos por tipo de vegetación, a partir de la información anterior se realizó la extrapolación del número de individuos por especie y tipo de vegetación con posibilidad de ocurrencia en el área de CUSTF para obtener el panorama del número de individuos por especie a remover. A continuación se presenta el número de individuos por polígono a remover en las 6.37 hectáreas de selva mediana subperennifolia que comprenden el área de solicitud para cambio de uso de suelo (Tabla II.22 - Tabla II.31).

Dentro del polígono 1 (0.2626 ha) se estima la remoción de 605 individuos de 18 especies; 587 individuos corresponden al estrato arbóreo, 17 individuos al estrato arbustivo y un individuo al estrato herbáceo (Tabla II.22).

Tabla II.22
Polígono 1. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 1						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.2626 ha
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	211
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	126
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	1
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	76
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	4
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	8
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	15
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	6
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	100
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	2
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	3
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	3
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	30
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	1
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	1
Subtotal					2,237	587
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	17
Subtotal					67	17
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	1
Total					2,306	605

En el polígono 2 (1.5179 has) se estima la remoción de 3,497 individuos forestales. El mayor número de individuos a remover pertenece al estrato arbóreo con 3,393 individuos a remover, 101 individuos pertenecen al estrato arbustivo y solo 3 individuos del estrato herbáceo serán removidos (Tabla II.23).

Tabla II.23
Polígono 2. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono2						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	1.5179 ha
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	1217
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	728
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	6
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	441
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	22
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	3
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	45
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	84
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	37
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	579
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	14
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	17
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	17
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	171
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	6
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	6
Subtotal					2237	3,393
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	3
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	98
Subtotal					67	101
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	3
Total					2,306	3,497

En el polígono 3 se estimó la remoción de 8,709 individuos en una superficie de 3.7796 ha. La composición poblacional mantiene el esquema de los dos polígonos anteriores: 8'449 individuos a remover corresponde al estrato arbóreo, 252 individuos corresponden al estrato arbustivo y ocho al estrato herbáceo (Tabla II.24).

Tabla II.24
Polígono 3. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 3						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	3.7796 ha
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	3031
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	1813
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	14
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	1099
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	56
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	7
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	112
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	210
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	91
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	1442
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	35
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	42
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	42
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	427
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	14
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	14
Subtotal					2,237	8,449
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	7
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	245
Subtotal					67	252
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	8
Total					2,306	8,709

Dentro del polígono 4 (0.0749 ha) se removerán 172 individuos, los cuales corresponden al estrato arbóreo y arbustivo (Tabla II.25).

Tabla II.25
Polígono 4. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 4						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0749
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	60
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	36
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	22
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	1
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	2
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	4
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	2
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	29
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	1
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	1
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	1
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	8
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0
Subtotal					2,237	167
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	5
Subtotal					67	5
19	Orchidaceae	<i>Schomburgkia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0
Total					2,306	172

Por lo que respecta al polígono 5 los individuos que serán removidos en una superficie de 0.0635 hectáreas corresponden al estrato arbóreo y arbustivo; 142 y 4 individuos respectivamente (Tabla II.26).

Tabla II.26
Polígono 5. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 5						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0635
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	51
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	30
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	18
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	1
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	2
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	4
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	2
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	24
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	1
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	1
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	1
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	7
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0
Subtotal					2,237	142

Polígono 5						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0635
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	4
Subtotal					67	4
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0
Total					2,306	146

En el polígono 6 (0.1223 ha) será removido un total de 281 individuos; 273 corresponden al estrato arbóreo, y ocho corresponden al estrato arbustivo (Tabla II.27).

Tabla II.27
Polígono 6. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 6						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.1223
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	98
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	59
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	36
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	2
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	4
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	7
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	3
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	47
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	1
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	1
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	1
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	14
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0
Subtotal					2,237	273
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	8
Subtotal					67	8
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0
Total					2,306	281

En el polígono 7 (0.0162 ha) será removido un total de 36 individuos; 35 del estrato arbóreo y solo un individuo del estrato herbáceo (Tabla II.28).

Tabla II.28
Polígono 7. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 7						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0162
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	13
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	8
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	5
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	0
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	0
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	1

Polígono 7						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0162
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	0
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	6
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	0
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	0
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	0
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	2
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0
Subtotal					2,237	35
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	1
Subtotal					67	1
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0

Por lo que respecta al polígono 8 en las 0.4793 hectáreas de CUS, será removido un total de 1,104 individuos; 1,071 corresponden al estrato arbóreo, 32 al estrato arbustivo y solo un individuo al estrato herbáceo (Tabla II.29).

Tabla II.29
Polígono 8. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 8						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.4793
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	384
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	230
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	2
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	139
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	7
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	1
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	14
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	27
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	12
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	183
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	4
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	5
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	5
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	54
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	2
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	2
Subtotal					2,237	1,071
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	1
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	31
Subtotal					67	32
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	1
Total					2,306	1,104

En el polígono 9, el número de individuos a remover será de 106; de los cuales 103 corresponden al estrato arbóreo y tres al estrato arbustivo (Tabla II.30).

Tabla II.30
Polígono 9. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 9						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0464
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	37
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	22
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	13
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	1
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	1
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	3
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	1
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	18
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	0
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	1
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	1
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	5
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0
Subtotal					2,237	103
17	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
18	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	3
Subtotal					67	3
19	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0
Total					2,306	106

El número de individuos que serán removidos del polígono 10 (0.0033) corresponde a 7, únicamente del estrato arbóreo (Tabla II.31).

Tabla II.31
Polígono 10. Número de individuos a remover en el sitio del proyecto

Polígono 10						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0033
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	802	3
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	480	2
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	4	0
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	291	1
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	15	0
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	2	0
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	30	0
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	56	0
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	24	0
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	381	1
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	9	0
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	11	0
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	11	0
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	113	0
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	4	0
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	4	0

Polígono 10						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	Ind/ha	0.0033
Subtotal					2,237	7
1	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	Arbustivo	2	0
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	Arbustivo	65	0
Subtotal					67	0
1	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	Herbáceo	2	0
Total					2,306	7

Finalmente, el total de individuos a remover en las 6.37 hectáreas propuestas para cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 14,663. El mayor número de individuos a remover corresponde a la palma náaj k'aax (*Coccothrinax readii*) con un total de 5,105 individuos, seguida de la palma Chi'it (*Thrinax radiata*) con un total de 3,054 individuos a remover, el guayabillo (*Myrciaria fluribunda*) con 2,429 individuos y 1,850 individuos a remover de chechen (*Metopium brownei*). Por lo que respecta al estrato arbustivo el número de individuos a remover es de 423; 412 individuos del lirio araña (*Hymenocallis littoralis*) y once a la higuerilla k'ooch (*Ricinus communis*), finalmente el número de individuos a remover en el estrato herbáceo es de 13 individuos (Tabla II.32).

Tabla II.32
Número de individuos a remover en las 6.37 hectáreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales

No.	Especie	Nombre común	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
Arbóreo													
1	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	211	1,217	3,031	60	51	98	13	384	37	3	5,105
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	126	728	1,813	36	30	59	8	230	22	2	3,054
3	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	1	6	14	0	0	0	0	2	0	0	23
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	76	441	1,099	22	18	36	5	139	13	1	1,850
5	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	4	22	56	1	1	2	0	7	1	0	94
6	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0	3	7	0	0	0	0	1	0	0	11
7	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	8	45	112	2	2	4	0	14	1	0	188
8	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	15	84	210	4	4	7	1	27	3	0	355
9	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	6	37	91	2	2	3	0	12	1	0	154
10	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	100	579	1,442	29	24	47	6	183	18	1	2,429
11	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	2	14	35	1	1	1	0	4	0	0	58
12	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	3	17	42	1	1	1	0	5	1	0	71
13	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	3	17	42	1	1	1	0	5	1	0	71
14	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	30	171	427	8	7	14	2	54	5	0	718
15	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	1	6	14	0	0	0	0	2	0	0	23
16	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	1	6	14	0	0	0	0	2	0	0	23
Subtotal			587	3,393	8,449	167	142	273	35	1,071	103	7	14,227
Arbustivo													
17	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	0	3	7	0	0	0	0	1	0	0	11
18	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	17	98	245	5	4	8	1	31	3	0	412
Subtotal			17	101	252	5	4	8	1	32	3	0	423
Herbáceo													
19	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	1	3	8	0	0	0	0	1	0	0	13
Total			605	3,497	8,709	172	146	281	36	1,104	106	7	14,663

II.2.5.3 Estimación del volumen maderable de las especies forestales

Para obtener la estimación del volumen maderable, los datos recabados corresponden únicamente a aquellos individuos que presentaban como mínimo un diámetro de 5 cm y altura de 3 metros, para las demás especies se estimó solo el número de individuos por hectárea y el número de individuos totales en el predio.

Para la estimación del volumen maderable de las especies forestales, se utilizó el modelo de Schumacher: (Tabla II.33):

$$V = e^{b_0} * Dn^{b_1} * H^{b_2}$$

Donde:

- V = Volumen expresado en m³
- E = 2.71828 (base de los logaritmos naturales)
- Dn = diámetro normal (cm)
- H = altura total (m)
- b0 = 9.3156
- b1 = 2.38434
- b2 = 0.16699

El modelo considera el valor del diámetro normal en centímetros, por lo que fue necesario la conversión del valor registrado durante el muestreo en campo de metros a centímetros.

Tabla II.33
Tabla de volúmenes utilizada

Dn (cm)	Altura total (cm)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
10	0.0285	0.0320	0.0343	0.0360	0.0373	0.0385	0.0395	0.0404
15	0.0750	0.0842	0.0901	0.0946	0.0982	0.1012	0.1038	0.1062
20	0.1490	0.1673	0.1790	0.1878	0.1949	0.2009	0.2062	0.2108
25	0.2536	0.2847	0.3047	0.3197	0.3318	0.3421	0.3510	0.3589
30	0.3917	0.4398	0.4706	0.4937	0.5125	0.5283	0.5421	0.5543
35	0.5657	0.6351	0.6796	0.7131	0.7401	0.7630	0.7829	0.8006
40	0.7778	0.8732	0.9344	0.9804	1.0176	1.0491	1.0764	1.1007
45	1.0300	1.1564	1.2374	1.2983	1.3476	1.3892	1.4254	1.4576
50	1.3241	1.4866	1.5908	1.6690	1.7324	1.7860	1.8325	1.8739
55	1.6620	1.8659	1.9966	2.0949	2.1744	2.2416	2.3001	2.3520
60	2.0451	2.2961	2.4570	2.5779	2.6757	2.7585	2.8304	2.8942
65	2.4752	2.7789	2.9736	3.1199	3.2384	3.3385	3.4256	3.5028
70	2.9536	3.3160	3.5483	3.7229	3.8643	3.9837	4.0876	4.1798
75	3.4817	3.9089	4.1828	4.3886	4.5552	4.6961	4.8185	4.9272
80	4.0609	4.5592	4.8786	5.1187	5.3130	5.4773	5.6201	5.7468
85	4.6924	5.2683	5.6373	5.9147	6.1393	6.3291	6.4941	6.6406
90	5.3776	6.0375	6.4604	6.7783	7.0357	7.2532	7.4423	7.6101
95	6.1175	6.8682	7.3493	7.7110	8.0038	8.2512	8.4663	8.6572
100	6.9133	7.7617	8.3054	8.7142	9.0450	9.3246	9.5678	9.7835
105	7.7662	8.7192	9.3301	9.7892	10.1609	10.4750	10.7481	10.9905
110	8.6772	9.7421	10.4245	10.9375	11.3528	11.7038	12.0089	12.2797
115	9.6474	10.8313	11.5901	12.1605	12.6221	13.0123	13.3516	13.6527

El volumen de materias primas forestales a remover por polígono será proporcional a la superficie de cada uno de ellos. En este sentido, en el polígono 3 (el de mayor extensión) será removido un total de 297.818 vta (m³), en el polígono 2 el volumen a remover corresponde a 119.605 vta (m³), en tanto que los polígonos con una menor superficie tendrán un volumen menor a remover (Tabla II.34 a la Tabla II.43).

Tabla II.34
Polígono 1. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a.)

Polígono 1. 0.2626 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	24.935	6.548
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	8.978	2.358
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	0.165	0.043
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	25.296	6.643
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiaina adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	0.437	0.115
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	0.052	0.014
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	1.776	0.466
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	2.087	0.548
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	0.489	0.128
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	4.746	1.246
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	2.144	0.563
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	0.165	0.043
13	Gymnanthesaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	0.624	0.164
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	5.269	1.384
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	1.339	0.352
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.077
Total					78.796	20.692

Tabla II.35
Polígono 2. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a.)

Polígono 2. 1.5179 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	Arbóreo	24.935	37.849
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	8.978	13.627
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	0.165	0.250
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	25.296	38.397
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiaina adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	0.437	0.663
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	0.052	0.079
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	1.776	2.696
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	2.087	3.168
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	0.489	0.742
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	4.746	7.204
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	2.144	3.255
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	0.165	0.250
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	0.624	0.947
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	5.269	7.997
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	1.339	2.032
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.447
Total					78.796	119.605

Tabla II.36
Polígono 3. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a.)

Polígono 3.3.7796 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náj k'aax	Arbóreo	24.935	94.245
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	Arbóreo	8.978	33.932
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	Arbóreo	0.165	0.623
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbóreo	25.296	95.610
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastainia adenophora</i>	Chechen blanco	Arbóreo	0.437	1.652
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	Arbóreo	0.052	0.196
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	Arbóreo	1.776	6.712
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	Arbóreo	2.087	7.888
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	Arbóreo	0.489	1.848
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	Arbóreo	4.746	17.939
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	Arbóreo	2.144	8.105
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	Arbóreo	0.165	0.623
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	Arbóreo	0.624	2.359
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	Arbóreo	5.269	19.913
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	Arbóreo	1.339	5.060
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	0.294	1.113
Total					78.796	297.818

Tabla II.37
Polígono 4. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a.)

Polígono 4. 0.0749 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náj k'aax	arbóreo	24.935	1.868
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	arbóreo	8.978	0.672
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	arbóreo	0.165	0.012
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	arbóreo	25.296	1.895
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastainia adenophora</i>	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.033
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.004
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	arbóreo	1.776	0.133
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	arbóreo	2.087	0.156
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	arbóreo	0.489	0.037
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.355
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	arbóreo	2.144	0.161
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.012
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	arbóreo	0.624	0.047
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	arbóreo	5.269	0.395
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	arbóreo	1.339	0.100
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.022
Total					78.796	5.902

Tabla II.38
Polígono 5. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 5. 0.0635 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinas readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	1.583
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	0.570
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.010
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	1.606
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.028
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.003
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.113
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	0.133
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.031
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.301
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	0.136
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.010
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.040
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	0.335
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.085
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.019
Total					78.796	5.004

Tabla II.39
Polígono 6. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 6. 0.1223 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinas readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	3.050
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	1.098
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.020
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	3.094
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.053
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.006
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.217
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	0.255
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.060
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.580
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	0.262
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.020
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.076
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	0.644
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.164
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.036
Total					78.796	9.637

Tabla II.40
Polígono 7. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 7. 0.0162 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinas readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	0.404
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	0.145
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.003
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	0.410
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.007
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.001
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.029
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	0.034
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.008
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.077
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	0.035
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.003
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.010
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	0.085
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.022
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.005
Total					78.796	1.277

Tabla II.41
Polígono 8. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 8. 0.4793 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinas readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	11.951
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	4.303
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.079
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	12.125
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.209
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.025
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.851
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	1.000
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.234
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	2.275
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	1.028
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.079
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.299
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	2.525
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.642
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.141
Total					78.796	37.767

Tabla II.42
Polígono 9. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 9.0.0464 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinus readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	1.157
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	0.417
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.008
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	1.200
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.020
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.002
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.082
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	0.097
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.023
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.220
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	0.100
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	0.008
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.029
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	0.244
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.062
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.014
Total					78.796	3.656

Tabla II.43
Polígono 10. Volumen por hectárea y total "volumen total árbol" (v.t.a)

Polígono 10. 0.0033 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinus readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	0.082
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	0.030
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	0.001
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	0.083
5	Euphorbiaceae	Sebastainia adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	0.001
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.000
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	0.006
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	0.007
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	0.002
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	0.016
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	0.007
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	1.049
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	0.002
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	0.017
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	0.004
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	0.001
Total					78.796	1.309

Con base en lo anterior, el volumen de materia primas forestales a remover en las 6.37 has (cuya autorización de CUSTF se está solicitando en este DTU), será de 502.666 vta (m³) (Tabla II.44).

Tabla II.44
Estimación del volumen maderable en las 6.37 ha propuestas para CUSTF.

Total de CUSTF. 6.3660 ha						
No.	Familia	Especie	Nombre común	Estrato	vol/ha	v.t.a (m ³)
1	Arecaceae	Coccothrinax readii	náaj k'aax	arbóreo	24.935	158.737
2	Arecaceae	Thrinax radiata	Chi'it	arbóreo	8.978	57.153
3	Burseraceae	Bursera simaruba	Shaka	arbóreo	0.165	1.049
4	Anacardiaceae	Metopium brownei	Chechen	arbóreo	25.296	161.036
5	Euphorbiaceae	Sebastina adenophora	Chechen blanco	arbóreo	0.437	2.782
6	Apocynaceae	Plumeria rubra	Flor de Mayo	arbóreo	0.052	0.330
7	Apocynaceae	Plumeria obtusa	Pagoda	arbóreo	1.776	11.306
8	Apocynaceae	Thevetia gaumeri	Campanilla	arbóreo	2.087	13.286
9	Fabaceae	Lonchocarpus rugosus	K'nasin	arbóreo	0.489	3.112
10	Myrtaceae	Myrciaria fluribunda	Guayabillo	arbóreo	4.746	30.215
11	Arecaceae	Cocos nucifera	Palmera	arbóreo	2.144	13.652
12	Lamiaceae	Vitex gaumeri	Yaaxnika	arbóreo	0.165	2.098
13	Euphorbiaceae	Gymnanthes lucida	Yaiti	arbóreo	0.624	3.973
14	Boraginaceae	Ehretia tinifolia	Roble	arbóreo	5.269	33.539
15	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	arbóreo	1.339	8.523
16	Polygonaceae	Coccoloba reflexiflora	uva de mar	Arbóreo	0.294	1.874
Total					78.796	502.666

Con base en los datos de las tablas anteriores, se estima que el total de individuos que se removerán en las 6.37 hectáreas propuestas para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales será de 14, 663 individuos, con un volumen maderable total de 502.666 m³ (v.t.a).

II.2.6 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

El Artículo 7 fracción XXIV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) establece la definición de recursos biológicos forestales, de la siguiente manera:

“Recursos biológicos forestales: comprende las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial”.

Para llevar a cabo una estimación económica de los recursos biológicos, es necesario y útil clasificar los diferentes bienes y servicios según el grupo al que benefician:

- Aquellos que proporcionan beneficios a los usuarios directos (como la explotación de productos maderable y no maderables) y,
- Los que brindan beneficios a escala regional (como la regulación de los servicios hídricos), y los que ofrecen beneficios a nivel global (como la captura de carbono).

Cuando se tiene como objetivo estimar el valor de los recursos naturales, se debe tener presente la existencia de diferentes dimensiones de análisis que a la vez son complementarias; así, la valoración económica genera información útil para la toma de decisión sobre los usos alternativos de los recursos, pero no necesariamente refleja en forma objetiva el valor de estos recursos en un enfoque holístico, ya que como se puntualizó anteriormente el valor de los bienes y servicios ambientales abarca más de una dimensión y no todas son expresables en dinero.

De acuerdo a lo anterior, el valor económico de los recursos biológicos forestales, es lo que se considera el valor económico de los bienes y servicios que proporciona la flora y desde un punto de vista económico, se pueden estimar los siguientes:

- Recursos forestales maderables
- Recursos forestales no maderables
- Servicios ambientales

II.2.6.1 Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

Para la estimación del valor económico del volumen de la madera se consideró a las especies registradas dentro del estrato arbóreo, mismas que debido a las características morfológicas de las especies en el sitio de estudio tienen potencial teórico para usarse en la elaboración de algunos muebles y de leña (Tabla II.45). Es importante mencionar que, el valor económico estimado de los recursos forestales maderables es improbable que se obtenga, ya que el proyecto no busca una utilidad económica por la remoción de la vegetación.

Para la valoración económica del producto maderable presente en la superficie de CUSTF, se utilizó como referencia el valor reportado en el Anuario Estadístico de la Producción Forestal (SEMARNAT, 2015)^{VIII} en el que se presenta información tanto agregada como desglosada del volumen, valor y precio de los géneros y/o grupos en función de sus características biológicas y por tipo de producto en el cual se presenta la producción de acuerdo al fin que esta tiene.

Por género y/o grupo:

- Pino
- Oyamel
- Otras coníferas
- Encino
- Otras latifoliadas
- Preciosas
- Comunes tropicales

Por producto:

- Escuadría
- Celulosa
- Chapa y triplay
- Postes, pilotes y morillos
- Leña
- Carbón

- Durmientes

Los datos reportados en el anuario para el estado de Quintana Roo consideran el grupo de las comunes tropicales y la producción de leña y madera como parte de la valoración del producto maderable. Estos datos se utilizaron para obtener el valor económico de los recursos maderables que se encuentran en la superficie de CUSTF del proyecto.

En este sentido, el valor total del producto maderable se obtuvo multiplicando el precio por m³ por el volumen forestal calculado de cada especie, valuando así los recursos forestales en \$320,392.95 (trescientos veinte mil trescientos noventa y dos pesos 95/100 MN) (Tabla II.45).

Tabla II.45
Estimación económica del producto forestal maderable presente en el área de CUSTF

Especie	Nombre común	No. Ind.	v.t.a (m ³)	Grupo: comunes tropicales			
				Producto: madera		Producto: leña	
				Valor (pesos mx/m ³)	Valor total (pesos mx)	Valor (pesos mx/m ³)	Valor total (pesos mx)
<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	23	1.049	1,500.00	1,573.50	32.99	34.61
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	1,850	161.036	1,500.00	241,554.00	32.99	5312.58
<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	94	2.782	0	0.00	32.99	91.78
<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	11	0.33	1,500.00	495.00	32.99	10.89
<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	188	11.306	0	0.00	32.99	372.98
<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	355	13.286	0	0.00	32.99	438.31
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	154	3.112	1,500.00	4,668.00	32.99	102.66
<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	2,429	30.215	0	0	32.99	996.79
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	71	2.098	0	0	32.99	69.21
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	71	3.973	0	0	32.99	131.07
<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	718	33.539	1,500.00	50,308.50	32.99	1106.45
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	23	8.523	1,500.00	12,784.50	32.99	281.17
<i>Coccoloba reflexiflora</i>	Uva de mar	23	1.8474	0	0	32.99	60.95
Total		6,010	273.096		311,383.50		9,009.45
				\$320,392.95			

En el caso de las palmas y la palmera, el uso que se les da en la región es para la elaboración de techos de algunas construcciones. El valor por hoja varía, pero en promedio es de \$0.50. Con la implementación del proyecto, se pretende afectar un total de 8,217 individuos, tomando como referencia un promedio de 15 hojas por individuo se tiene: 123,255 hojas con un valor de \$61,627.50. La estimación económica de las palmas se resume en la Tabla II.46.

Tabla II.46
Estimación económica del producto forestal presente en el área de CUSTF

Especie	Nombre común	No de Ind.		
<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	5,105		
<i>Thrinax radiata</i>	Chi't	3,054		
<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	58		
Total		8, 217	15 hojas por individuo =	123,255 hojas
			\$.50 por hoja	\$ 61,627.50

De acuerdo con la estimación realizada, el valor total del recurso forestal maderable presente en la superficie de CUSTF es de \$382,020.45 (trescientos ochenta y dos mil veinte pesos 45/100 MN).

II.2.6.2 Estimación del valor económico de los recursos forestales no maderables

Los recursos forestales no maderables constituyen una colección de recursos biológicos que incluyen una gran variedad de productos, como por ejemplo: frutas, nueces, semillas, aceites, especias, resinas, gomas, plantas medicinales y muchos otros, específicos de las áreas donde son recolectados (De Beer y Mc Deermont, citado por Tapia C. 2008)^{ix}. En muchas partes del mundo estos recursos han desempeñado un papel muy importante en la vida y el desarrollo de poblaciones rurales y urbanas, tanto en México como en muchos

otros países, quienes constituyen los actores principales en su extracción, pudiendo constituir su única fuente de ingresos personales.

De acuerdo con el anuario de producción forestal (SEMARNAT, 2015), el recurso forestal no maderable más importante en México es la “tierra de monte” con 143.676 toneladas (58.03% del Total Nacional), le siguen “otros productos” con 69,408 toneladas (28.03% del TN), “resinas” con 28,242 toneladas (11.41% del TN), “fibras” con 4,619 toneladas (1.87% del TN), “ceras” con 1,592 toneladas (0.64% del TN) y “gomas” con apenas 45 toneladas (0.02% del TN), es importante mencionar que a nivel nacional no se registró la producción de rizomas

Tomando como referencia la clasificación de productos no maderables oficialmente reconocida (resinas, fibras, gommas, ceras, rizomas, tierra de monte y otros productos, SEMARNAT 2015 *Op. Cit.*), los productos forestales no maderables son catalogados y agrupados como “Otros productos” lo que dificulta la identificación individual de un producto forestal no maderable en particular y, consecuentemente no se tiene acceso a información relativa a su valor comercial, en este rubro se tiene a los frutos, hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, musgo, heno, entre otros más.

Con base en lo antes expuesto y dada la diversidad de especies y productos reconocidos en el área en la cual se pretende la remoción de la vegetación forestal y, con la finalidad de asignarles un valor económico a la variedad de los productos que podrían derivar de las especies que conforman la biota del área de interés, es preciso considerar que las técnicas para estimar los valores ambientales varían en cuanto a su validez teórica y grado de aceptación entre los economistas, en la información que necesiten y en lo fácil que resulte usarlas, así como el grado en que se hayan aplicado en diferentes situaciones (y quizá de la relevancia que hayan tenido), sin embargo no se conocen ejercicios precisos para el tipo de especies presentes en el área de interés y que conforman los productos forestales no maderables. De la misma manera que hay diferentes métodos para clasificar los valores forestales, también hay diversas maneras de agrupar los métodos de valoración económica.

Existe una diferencia entre los métodos que obtienen las estimaciones de valor a partir de la conducta de los consumidores en el mercado (“preferencias reveladas”, para los economistas) y los métodos que dependen de las respuestas de los consumidores a preguntas directas (“preferencias declaradas”). El primer grupo incluye a una serie de métodos de valoración directa, tales como los métodos costo-viaje, precios hedónicos y bienes sustitutos, además de los métodos que expresan valores económicos en términos de su impacto en los costos de producción de los bienes comerciables o en los costos de sustitución (Perace et al., 1999)^X, los cuales no fue factible aplicar en la zona de estudio por la carencia de información estadística de base. Los métodos de preferencia declarada más generalizados son la valoración contingente y los experimentos de preferencia (Adamowicz et al. 1994)^{XI}, al igual que en el caso anterior, estos métodos no fue posible aplicarlos para la valoración económica de los producto forestal no maderable dada la carencia de información de los consumidores potenciales para todas las especies presentes en el área de interés. Algunos otros métodos se catalogan como “empíricos”^{XII} dado que se sustentan en apreciaciones con base en escalas de valor establecidas por el especialista que intenta llegar a una conclusión sobre este particular; uno de esos métodos, fue adaptado en el presente trabajo y consistió en aplicar un valor unitario basado en la apreciación de la importancia local que los pobladores de las comunidades vecinas asignan a los individuos de las especies registradas y a sus productos (Tabla II.47).

Tabla II.47
Estimación económica del producto forestal no maderable presente en el área de CUSTF

Especie	Nombre común	No. Ind.	Producto	Valor unitario (pesos mx)	Valor total (pesos mx)
Estrato Arbustivo (pesos/mx)					
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	11	Semilla (bolsa)	150	1,650
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	412	Planta	10	4,120
Estrato herbáceo					
<i>Schomburgkia tibicinis</i> Sin. <i>Myrmecophila tibicinis</i>	Orquídea	13	Ornato	200	2,600
Total					8,370

De acuerdo con la estimación realizada, los recursos forestales no maderables presente en el área de CUSTF tiene un valor de \$8,370.00 (ocho mil trescientos setenta pesos 00/100 MN).

II.2.6.3 Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

Para la estimación económica de la fauna silvestre se realizó un listado por grupo faunístico de las especies registradas en el área de CUSTF. El número de individuos considerados para esta estimación, corresponde a los datos obtenidos del muestreo en campo, no se realizó una extrapolación dada la movilidad de la fauna, lo que impide estimar el número real de individuos presentes en el área.

Debido a que no es posible de encontrar en el mercado el costo de cada una de las especies, se tomó como referencia el costo encontrado para la especie más parecida considerando el orden, la familia o el género al que pertenecen. Los costos fueron tomados de los reportados en reptil trade^{XIII}, Repstyle: exotic animals^{XIV}, así como del valor unitario basado en la apreciación de la importancia local que los pobladores de las comunidades vecinas asignan a los individuos de fauna registrados (Tabla II.48).

Tabla II.48
Estimación económica del recurso faunístico presente en el área de CUSTF

	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. de ind.	Valor unitario (pesos mx)	Costo total (pesos mx)
Herpetofauna	Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	SC	4	\$ 450.00	\$ 1,800.00
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	SC	7	\$ 100.00	\$ 700.00
	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	SC	3	\$ 180.00	\$ 540.00
	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	A	7	\$ 750.00	\$ 5,250.00
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Pr	15	\$ 750.00	\$ 11,250.00
	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	SC	1	\$ 180.00	\$ 180.00
	Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	SC	1	\$ 180.00	\$ 180.00
	Teiidae	<i>Aspidozelis angusticeps</i>	Huico yucateco	SC	1	\$ 180.00	\$ 180.00
Avifauna	Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	SC	3	\$ 650.00	\$ 1,950.00
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	SC	4	\$ 200.00	\$ 800.00
	Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	SC	1	\$ 650.00	\$ 650.00
	Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	SC	1	\$ 650.00	\$ 650.00
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	SC	2	\$ 50.00	\$ 100.00
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	SC	14	\$ 150.00	\$ 2,100.00
	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	SC	7	\$ 150.00	\$ 1,050.00
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	SC	1	\$ 150.00	\$ 150.00	

	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	No. de ind.	Valor unitario (pesos mx)	Costo total (pesos mx)
	Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	SC	2	\$ 150.00	\$ 300.00
	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Pr	11	\$ 180.00	\$ 1,980.00
	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	SC	11	\$ 350.00	\$ 3,850.00
	Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	SC	4	\$ 350.00	\$ 1,400.00
	Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado	SC	1	\$ 150.00	\$ 150.00
	Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mímimo	SC	1	\$ 150.00	\$ 150.00
Mastofauna	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	SC	3	\$ 650.00	\$ 1,950.00
	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	SC	4	\$ 350.00	\$ 1,400.00
	Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado mayor	SC	1	\$ 350.00	\$ 350.00
	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	SC	2	\$ 350.00	\$ 700.00
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	SC	9	\$ 650.00	\$ 5,850.00
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	SC	3	\$ 650.00	\$ 1,950.00
	Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	SC	2	\$ 250.00	\$ 500.00
Total							\$ 48,060.00

De acuerdo con la estimación realiza, el valor total de los recursos faunísticos presentes en el área de CUSTF es de \$ 48,060.00 (cuarenta y ocho mil sesenta pesos 00/100 MN).

II.2.6.4 Estimación del valor económico de los servicios ambientales

El valor que aportan los recursos biológicos forestales en cuanto a los servicios ambientales, se le llama valor de uso indirecto, referido a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas y de las funciones del hábitat. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los sistemas ambientales son la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el ciclo de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. Como ecosistema, se ofrecen recursos y servicios ambientales a la sociedad.

Actualmente en el predio no se ha identificado un uso económico, sin embargo, mediante la valoración económica de los servicios ambientales identificados en el área de CUSTF. En este caso la estimación de los valores económicos de los servicios ambientales afectados por el proyecto se realiza de la línea base (año 1). Se consultaron fuentes de pago a los servicios ambientales entre las que se encuentran CONAFOR, ProBosque y otras.

a) Hidrológicos

En México, el PRONAFOR (Programa Nacional Forestal 2017) otorga pagos por servicios hidrológicos a dueños y poseedores de terrenos forestales a razón de \$1,100/Ha lo que significaría un pago al predio propuesto como un supuesto de que en lugar de ejecutar el Proyecto se solicitara este apoyo por un total de \$ 7,007 (siete mil siete pesos 00/100 MN) para la superficie propuesta para CUSTF.

b) Captura de carbono

En un hecho conocido que los bosques desempeñan un papel importante en la regulación del clima global por la facultad de las plantas verdes para almacenar el carbono atmosférico en sus tallos leñosos en un proceso de absorción activa; este fenómeno natural conforma un servicio ambiental de primera importancia ante el fenómeno del calentamiento global que tiene al CO₂ como uno de los gases de efecto invernadero (GEI) más importantes.

Por lo anterior la valoración de la biomasa forestal permite cuantificar los reservorios y los flujos de gases de efecto invernadero como el CO₂ y, en este sentido las investigaciones de mayor utilidad a los objetivos de este DTU encuentran en el trabajo de Ramírez-Guardado, M.A. (2015)^{XV} y de (CONANP, 2014)^{XVI}, dos referentes de utilidad por los hallazgos que aportan, así Ramírez Guardado (*Op. cit.*), reporta que el carbono atrapado en el ecosistema de selva tropical es de 57.605 ± 2.71 ton de C ha⁻¹ con volúmenes máximos de 120.16 ± 5.79 y 147.05 ± 6.17 ton de C ha⁻¹.

En el caso de la Reserva de la biosfera de Sian Ka'an cada año en este ecosistema se capturan entre 30 y 44 millones de toneladas de CO₂ (48.0 ton de C ha⁻¹/año a 70.4 ton de C ha⁻¹/año) (CONANP, *op cit.*).

Con estos valores de referencia, el carbono que se dejaría de producir en las 6.37 has en las que se pretende remover su vegetación forestal sería de 305.76 a 448.45 ton de C, en tanto que, asegurar el destino de preservación de las 78.28 has de los terrenos La Ceiba y Zacil ha significará mantener volúmenes de captura de carbono de 3,757.44 a 5,510.91 ton de C ha⁻¹/año.

Las estimaciones anteriores representarían valores aproximados de \$567.00 Ton de C (ERC, 2017)^{XVII} lo cual significaría un volumen de recursos de \$173,365.92 a \$254,270.02 (pesos mexicanos) en el caso de la pérdida del volumen de atrapamiento de carbono en las 6.37 has que pretender desmontarse y de \$2.1 a 3.1 millones de pesos de ganancia en los terrenos que se destinaran a la preservación⁶.

c) Generación de oxígeno

Existen pocos mecanismos de pago para la generación de oxígeno, pero se supone que el pago se podría realizar de manera indirecta con la conservación del ecosistema para la prestación del servicio; en este sentido como referencia se tomará el pago que se realiza en el Estado de México (PROBOSQUE)^{XVIII} para la conservación de las áreas de bosque y que significa un monto de \$1,500/ha/año, lo que significa un monto por prestación del servicio generación de oxígeno de \$ 9,555 (nueve mil quinientos cincuenta y cinco pesos 00/100 MN) por las 6.37 ha.

d) Protección a la biodiversidad

Para este caso, el PRONAFOR también otorga apoyos para la conservación de biodiversidad a razón de \$700/ha para conservar la vegetación de los terrenos forestales, lo que significaría una pérdida virtual de \$ 4, 459 (cuatro mil cuatrocientos cincuenta y nueve pesos 00/MN) para las 6.37 ha propuestas para CUSTF, pero una ganancia de \$54,796 para los terrenos que se destinarían a la preservación.

e) Protección y conservación de suelo

Al igual que el servicio generación de oxígeno, existen pocos mecanismos de pago para control de la erosión, sin embargo se consideró el mismo esquema que se realizaría para la conservación del ecosistema para la prestación del servicio, por lo tanto de la misma manera se tomó un monto de 1,500/ha/año, lo que significa un monto por prestación del servicio control de la erosión de \$ 9,555 (nueve mil quinientos cincuenta y cinco pesos 00/100 MN) por las 6.37 ha propuestas para CUSTF.

⁶ Estas estimaciones se basan en el precio medio europeo de emisión de CO₂ (ERC, 2017, *Op. cit.*) de €27.00/ton de C.

De acuerdo a la estimación realizada, el valor total de los servicios ambientales presentes en el área de CUSTF podría ser de \$ \$203,942 00/100 MN.

Conclusión

Una síntesis de todo lo expuesto implicaría considerar que, la remoción de 6.37 has de vegetación forestal para establecer el proyecto, tendría un significado económico de \$ 642, 392.37 pesos (Tabla II.49) y, en este importe la aportación más destacada sería la del valor de los recursos forestales maderables que representan más del 55% del valor total estimado para los recursos biológicos.

Tabla II.49
Estimación económica de recursos biológicos forestales del área de CUSTF

Recursos biológicos forestales	Costo
Forestales maderables	\$ 382,020.45
Forestales no maderables	\$ 8,370
Faunísticos	\$ 48,060.00
Servicios ambientales	\$ 203,942.00
Total	\$642,392.37

II.2.7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El Proyecto, contempla un Programa de Operación y Mantenimiento para asegurar:

- a) La operación y mantenimiento de los servicios hoteleros: agua, energía eléctrica y alumbrado público, señalamiento vial, jardinería, recolección y tratamiento de residuos sólidos y líquidos, así como sistema de prevención contra incendios, entre otros.
- b) La operación del programa de manejo y supervisión ambiental del proyecto.

A continuación se describen las actividades de operación del proyecto.

II.2.7.1 Operación

Durante la etapa de operación del proyecto se realizarán actividades que demandarán del uso de todos los servicios del complejo hotelero: agua, energía eléctrica, insumos, combustible y personal. El programa de operación consiste principalmente en el servicio del complejo del proyecto y obras asociadas.

Electricidad

La provisión del fluido eléctrico se contratará con la Comisión Federal de Electricidad y se alimentará de la línea de conducción existente de 13,200 volts que corre a lo largo de la Carretera Federal. Estimando una demanda de 8.2 Kva/cuarto/día se calcula una demanda total de 4,815 Kva/día para el proyecto.

Se instalará una subestación receptora con capacidad para 15000 KV, de la cual se derivarán dos más con transformadores de 1000 kvas. También serán derivados cuatro transformadores de intemperie de 500 kvas cada uno. Con esto se dará servicio a todas las instalaciones dentro y fuera de los edificios, así como a los equipos. La corriente de emergencia será suministrada por generadores de energía instalados en el hotel.

Estos equipos entrarán en una rutina de mantenimiento que incluye verificación de niveles de aceite y combustible, cambio de aceite y filtros, verificación de tensión de generación y pruebas semanales.

Agua Potable

El proyecto, requerirá un suministro total de agua potable de 1, 380 m³/día. Para suministrar este volumen, se tratará agua salobre obtenida de su extracción del subsuelo y la desalinización se logrará mediante una planta de ósmosis inversa localizada en el hotel. Se estima extraer 2,760 m³ diarios, de los cuales 1,380 m³ se tratarán para obtener agua potable y los otros 1,380 m³ serán de rechazo, las cuales serán reinyectadas al subsuelo por medio de un pozo de infiltración a una profundidad estimada entre 80 y 100 metros.

Drenaje y alcantarillado

Durante la operación del proyecto las aguas residuales serán conducidas a la planta de tratamiento la cual actualmente opera en el Proyecto Playa Maroma Inmuebles. Esta planta de tratamiento de aguas negras dispone de un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de éstas, de acuerdo a la normatividad de la Ley de Aguas Nacionales, su Reglamento y demás normatividad aplicable vigente.

Insumos y residuos de la operación

Se estima que la operación de la Ampliación del proyecto P.M.I generará en total 840 empleos para la población (eventuales y permanentes). En la Tabla II.50 se enlistan de forma resumida los principales requerimientos para la operación del complejo y los productos (residuos) derivados de la misma.

Tabla II.50
Insumos y residuos producto de la operación del proyecto Ampliación Playa Maroma Inmuebles

Concepto	Unidad	Cantidad
Extracción de agua salobre para obtención de agua potable	m ³ /día	2,760
Consumo máximo de agua potable	m ³ /día	1,380
Consumo máximo de energía eléctrica	Kvas	4,820 kvas
Empleos eventuales (obra)	Personas	500
Empleos permanentes	Personas	340
Habitaciones de hotel	Habitaciones	623*
Capacidad de ocupación máxima*	Huéspedes	340
Tratamiento máximo de aguas negras	m ³ /día	820
Inyección máxima de agua residual tratada a pozos de inyección	m ³ /día	620
Agua residual tratada para Riego de áreas de jardín	m ³ /día	200
Inyección máxima a pozos de agua salobre de rechazo	m ³ /día	1,380
Generación máxima de residuos sólidos	Kg/día	240
*P M.I; 423, Ampliación; 200		

II.2.7.2 Mantenimiento

Con el objetivo de mantener la infraestructura, equipo y sistemas en óptimo estado, se aplicará un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, evitando daños al medio ambiente, elevando así la calidad de los servicios y la satisfacción de los huéspedes.

El mantenimiento del proyecto implica una serie de actuaciones que habrá que ejecutar a medida que transcurre el tiempo, de forma programada o de emergencia, por ejemplo la revisión de equipos e infraestructura como subestación, planta de emergencia, tableros eléctricos, cámaras de conservación y congelación, equipos de aire acondicionado, planta de ósmosis, planta de aguas residuales, máquina lavalozas, parrillas, etc. Así como la administración del personal, control de gastos de mantenimiento y energéticos, e implantación del sistema de mantenimiento preventivo en equipos, habitaciones y áreas públicas.

- **Mantenimiento preventivo**

Mantenimiento preventivo de equipos. El mantenimiento preventivo se realizará en los equipos con el fin de evitar las reparaciones urgentes, las cuales ocasionan pérdidas a la empresa y molestias al cliente. Por ejemplo:

- a) Sistema eléctrico: transformadores (nivel de aceite, aisladores, muflir, etc.), música ambiental, televisores, cables defectuosos, iluminación
- b) Sistema hidráulico: cisternas (lavado y desinfectado), válvulas (baños y demás tuberías), alberca (filtros, cloros, ácidos), fluxómetros.
- c) Sistema mecánico, manejadoras de aire, extractores de aire y caldera.
- d) Sistema mecánico: estufas de gas, cámaras frías de conservación, y congelación.
- e) Fumigación: habitaciones, áreas de servicio, jardines.
- f) Control de energéticos: gas, electricidad, agua

Mantenimiento preventivo de edificios. Este tipo de mantenimiento se realizará en varias zonas del proyecto:

- a) Mantenimiento de las habitaciones. Durante los meses del año cuando el hotel tiene una menor ocupación, se debe bloquear un grupo de habitaciones o una sección para poder darles el mantenimiento correspondiente.
- b) Mantenimiento de exteriores. Incluye la impermeabilización de techos, pintura, muebles, pasillos, herrería, entre otros. Desde luego, el proceso de impermeabilización deberá realizarse antes del periodo de lluvias.
- c) Mantenimiento de la piscina. Mientras se realiza el mantenimiento del equipo de la piscina, también se debe revisar su pintura y recubrimientos para evitar fracturas en las paredes y en los pisos. Este mantenimiento se realiza en la época de menor ocupación del hotel.

- **Mantenimiento correctivo**

Mantenimiento correctivo por reporte. Cuando en un departamento del hotel se detecte alguna falla en el funcionamiento de alguna máquina o instalación, se deberá solicitar por escrito la reparación.

Mantenimiento correctivo por revisión. Los operadores de mantenimiento realizarán una revisión de las habitaciones, del equipo de cocina (refrigeradores, cámaras frías, estufas, extractores, etc.), lavandería, bares, salones, pasillos, jardines, etc.

- **Mantenimiento contratado**

Sólo en el caso de no contar con el equipo o personal necesario para realizar un tipo específico de mantenimiento, se contratará a una empresa para que lo realice. El jefe de mantenimiento supervisará que estos contratistas realicen los trabajos de acuerdo con lo estipulado en cada uno de los contratos.

Algunos de los rubros en los que puede requerirse este tipo de mantenimiento son:

- Elevadores.
- Fumigación.
- Aire acondicionado.
- Antena parabólica.
- Subestación eléctrica.
- Conmutador telefónico.
- Computadora.
- Vehículos del hotel.

La relación y periodicidad de las actividades propias de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto Ampliación del proyecto P.M.I se presentan en la Tabla II.51.

Tabla II.51
Programa de actividades de operación y mantenimiento del proyecto Ampliación P.M.I

Actividad	Periodo de mantenimiento				
	Diario	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Aire acondicionando de cuartos y oficina					
Azoteas					
Bamba de cárcamo					
Bomba de combustión sistema contra incendio					
Bomba condensadora					
Bomba hidroneumática					
Bomba recirculadora de agua helada					
Bomba recirculadora de agua caliente					
Bomba de sistema contra incendio					
Bomba sumergible					
Cámara de conservación					
Cámara de congelación					
Compresor de aire					
Equipo de cocinas					
Equipo de filtrado de alberca					
Equipo de valet					
Extractor de aire					

Actividad	Periodo de mantenimiento				
	Diario	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Estructuras					
Fachadas					
Filtro de carbón activado					
Filtro de lecho profundo					
Generador de agua caliente					
Generador de agua helada					
Generador de emergencia					
Habitaciones					
Jardinería					
Mobiliario					
Planta de ósmosis inversa					
Planta de tratamiento de aguas residuales					
Subestación eléctrica					
Tablero de distribución					
Tablero de distribución de emergencia					
Transformador					
Unidad manejadora de aire acondicionado					

II.2.8 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES

De acuerdo con las características del proyecto “Ampliación del proyecto P.M.I” no se tiene contemplado el abandono de las instalaciones, únicamente al término de la etapa de construcción se realizará el retiro de maquinaria y equipo utilizado, así como una limpieza general. Debido a esto, es difícil establecer de antemano los programas de desmantelamiento y restitución del área del proyecto al término de ésta, ya que pueden darse distintas alternativas de uso de suelo de las instalaciones y del predio, tales como; ser repotenciada alargando la vida útil de la misma o, al ser desmantelada, utilizar el predio para alojar instalaciones relacionadas con el sector hotelero, tales como almacenes, oficinas, etc. En cualquiera de los casos, se respetará el uso de suelo vigente en el momento del desmantelamiento.

Debe considerarse que la demanda de hoteles será una constante en el desarrollo de la humanidad y que el aprovechamiento del sector turístico, tiene un futuro bastante amplio, no obstante y suponiendo que se enfrentase la eventualidad de abandono del proyecto, de manera enunciativa se estima que se tendrían consideradas las siguientes actividades en la etapa de abandono:

- **Desmantelamiento de equipos.** Consiste en el retiro de todos los sistemas: a) eléctrico, transformadores, televisores, cables e iluminación, b) hidráulico, plantas de tratamiento, cisternas, válvulas, albercas, fluxómetros y c) mecánico, manejadoras de aire, extractores de aire, gas, cámaras frías de conservación y congelación.
- **Retiro de equipos y materiales.** Una vez concluida esta operación y estando “limpios” los equipos, el desmontaje mecánico se iniciará, iniciando con las partes que el fabricante recomiende. Los equipos desmontados, serán retirados hacia el sitio de disposición final que se determine.
- **Demolición de cimentaciones y edificaciones.** Las cimentaciones de la infraestructura, de los edificios entre otros serán demolidas, para lo

cual se utilizarán equipos y vehículos de transporte o lo que en ese momento estén disponibles en el mercado.

- **Retiro de material de demolición (residuos de manejo especial).** El acero de refuerzo será rescatado y llevado a un centro de reciclado. Los restos de concreto serán triturados. Todo el material sobrante será retirado del lugar y canalizado hacia espacios permitidos por la autoridad. Se propiciará el reciclado o reuso como estrategia primordial.
- **Acciones de rehabilitación, restitución o compensación de las superficies intervenidas.** Lo anterior se establecerá en un plan donde los bancos de tierra vegetal (siempre y cuando se cuente con este material) serán liberados para utilizar en la restitución del suelo de las áreas intervenidas; se trabajará en el sembrado o en el trasplante de individuos vegetales del propio lugar, bien sea a través del desarrollo de técnicas de trasplante o de obtención de plantas de vivero o de espacios que tengan poblaciones que puedan aprovecharse. La ubicación del proyecto y el poco tránsito de personas en el espacio que conforma el sistema ambiental del cual se trata y que se espera persista en la etapa final de su vida útil, permitirá una restitución a través de procesos de sucesión natural favorecidos por la rehabilitación de los factores ambientales básicos del espacio, principalmente el suelo.

Se estima que el proceso sea largo aunque no tanto como el que se utilizó para la construcción y operación del proyecto; debe considerarse que, en la eventualidad de tener que desarrollar este proceso, el desarrollo tecnológico habrá alcanzado otras dimensiones que muy probablemente faciliten sobre manera la rehabilitación de los espacios alterados.

II.2.9 RESIDUOS

En función de las actividades asociadas a cada etapa del desarrollo del proyecto, se generarán residuos de diferente tipo; no obstante, las cantidades precisas deberán ser proporcionadas por la empresa que realice las actividades inherentes a cada etapa. En este apartado, sólo se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse durante las diferentes etapas del proyecto, atendiendo los volúmenes aproximados producidos (Tabla II.52).

Tabla II.52
Residuos que podrán generarse durante las etapas del proyecto

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Residuos sólidos urbanos	Residuos sólidos urbanos	Residuos sólidos urbanos
Residuos provenientes del desmonte y despalle	Madera para cimbra	Grasa vegetal
	Residuos de construcción (escombros, loza)	Lodos activados
	Botes y cubetas de pintura	Botes y cubetas con restos de solventes
	Tierra contaminada con hidrocarburo	Botes y cubetas con restos de pinturas
	Estopas impregnadas	Lámparas y focos fluorescentes
		Pilas alcalinas
		Tanques refrigerantes vacíos
		Tierra contaminada con hidrocarburo
		Trapos/estopas impregnados
		Aceite

Los trabajos de preparación del sitio y construcción dejarán residuos de diferentes tipos, los cuales se colocarán en el almacén temporal que se ubicará en un espacio del área de establecimiento del proyecto. Los residuos provenientes de los restos orgánicos de la vegetación presente en el predio serán triturados e integrados en las áreas verdes (Tabla II.53).

Durante la construcción, los principales residuos serán empaques y embalajes (cartón, madera, plásticos) mismos que serán reciclados poniéndolos a disposición de empresas especializadas en su recuperación y adquisición. También habrá una generación de partes y desecho de madera de cimbra. En relación a los residuos peligrosos, podrán generarse materiales impregnados de aceite producto de algún mantenimiento correctivo a la maquinaria que deba de realizarse de inmediato, utilizando el kit antiderrame para evitar provocar contaminación al suelo (Tabla II.54).

Durante la operación y mantenimiento del proyecto, la generación de residuos corresponderá, principalmente, a residuos sólidos urbanos y de algunos envases que contuvieron a los lubricantes y a las grasas, envases de pinturas y solventes orgánicos. El aceite gastado y las grasas de los vehículos que presten sus servicios a la empresa no serán descargados dentro del predio, ya que todos, sin excepción, realizarán su mantenimiento en la localidad más próxima al proyecto (Tabla II.55).

Tabla II.53
Estimación de los residuos que podrán generarse durante la etapa de preparación del sitio del proyecto

Residuo	Unidad de medida	Cantidad anual	Destino final
Sólidos urbanos			
PET	Ton	4,356.82	Confinamiento autorizado
Restos de comida (cascarás de fruta)	Ton	1,584.70	Reúso en el predio (composta)
Madera para cimbra	Ton	15.88	Reciclaje
Aluminio	Ton	1,494.02	Confinamiento autorizado
Chatarra	Ton	2,853.85	Confinamiento autorizado
Papel/archivo	Ton	1,453.77	Confinamiento autorizado
Cartón	Ton	5,412.48	Confinamiento autorizado
Vidrio	Ton	20,576.37	Confinamiento autorizado
Tetrapack	Ton	556.90	Confinamiento autorizado
Playo	Ton	4.03	Confinamiento autorizado
Otros (serpentin, cobre, etc.)	Ton	22.37	Confinamiento autorizado
Total		38,331.19	
Residuos provenientes del desmonte y despalde	m ³	473.00	Reúso en el predio
Total		473.00	

Tabla II.54
Estimación de residuos que podrán generarse durante la etapa de construcción del proyecto

Residuo	Unidad de medida	Cantidad anual	Destino final
Sólidos urbanos			
PET	Ton	4,356.82	Confinamiento autorizado
Restos de comida (cascaras de fruta)	Ton	1,584.70	Reúso en el predio (composta)
Madera para cimbra	Ton	15.88	Reciclaje
Aluminio	Ton	1,494.02	Confinamiento autorizado
Chatarra	Ton	2,853.85	Confinamiento autorizado
Papel/archivo	Ton	1,453.77	Confinamiento autorizado
Cartón	Ton	5,412.48	Confinamiento autorizado
Vidrio	Ton	20,576.37	Confinamiento autorizado
Tetrapack	Ton	556.90	Confinamiento autorizado
Playo	Ton	4.03	Confinamiento autorizado
Otros (serpentin, cobre, etc.)	Ton	22.37	Confinamiento autorizado
Total		38,331.19	
De manejo especial			
Residuos de construcción (escombros)	Ton	16.74	Confinamiento autorizado
Residuos de construcción (loza)	Ton	2.75	Confinamiento autorizado
Total		19.49	
Peligrosos			
Bolsas impregnadas de químico	Kg	40.3	Confinamiento autorizado
Botes impregnados de pintura	Kg	1,339.7	Confinamiento autorizado
Botes impregnados de químico	Kg	53.7	Confinamiento autorizado
Cubetas impregnadas con pintura	Kg	440.6	Confinamiento autorizado
Cubetas impregnadas de solvente	Kg	22.4	Confinamiento autorizado
Pilas alcalinas	Kg	64.4	Confinamiento autorizado
Tierra contaminada con hidrocarburo	Kg	93.9	Confinamiento autorizado
Trapos/estopas impregnados	Kg	1,356.7	Confinamiento autorizado
Total		3,411.65	

Tabla II.55
Estimación de los residuos que podrán generarse durante la operación y mantenimiento del proyecto

Residuo	Unidad de medida	Cantidad anual	Destino final
Sólidos urbanos			
PET	Ton	13,746.52	Confinamiento autorizado
Platico duro (PEAD)	Ton	2,829.75	Confinamiento autorizado
Bidones plásticos 20	Ton	987.94	Confinamiento autorizado
Aluminio	Ton	4,713.90	Confinamiento autorizado
Latas de conserva	Ton	2,808.58	Confinamiento autorizado
Chatarra	Ton	9,004.40	Confinamiento autorizado
Papel/archivo	Ton	4,586.88	Confinamiento autorizado
Cartón	Ton	17,077.30	Confinamiento autorizado
Vidrio	Ton	64,921.99	Confinamiento autorizado
Tetrapack	Ton	1,757.13	Confinamiento autorizado
Playo	Ton	12.70	Confinamiento autorizado
Otros (serpentin, cobre, etc.)	Ton	70.57	Confinamiento autorizado
Total		122,517.67	
De manejo especial			
Grasa vegetal	Kg	20,041.13	Confinamiento autorizado
Lodos activados	Kg	19,758.87	Confinamiento autorizado
Total		39,800.00	
Peligrosos			
Bolsas impregnadas de químico	Kg	127.02	Confinamiento autorizado
Botes impregnados de pintura	Kg	4,226.99	Confinamiento autorizado
Botes impregnados de químico	Kg	169.36	Confinamiento autorizado
Cubetas impregnadas con pintura	Kg	1,390.18	Confinamiento autorizado
Cubetas impregnadas de solvente	Kg	70.57	Confinamiento autorizado
Lámparas y focos fluorescentes	Kg	695.79	Confinamiento autorizado
Pilas alcalinas	Kg	203.23	Confinamiento autorizado
Tanques refrigerantes vacíos	Kg	73.39	Confinamiento autorizado
Tierra contaminada con hidrocarburo	Kg	296.38	Confinamiento autorizado
Trapos/estopas impregnados	Kg	4,280.62	Confinamiento autorizado
Total		11,533.53	
Aceite	Lt	14,819.15	Confinamiento autorizado
Total		14,819.15	

Si bien a lo largo de todo el desarrollo del proyecto habrá generación de residuos, su gestión es competencia directa de los contratistas que habrá de responsabilizarse desde la contratación de empresas que les provean de sanitarios y la recolección de residuos líquidos, incluido el mantenimiento de las cabinas y otras que se aboquen a la recolección, traslado y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.

Residuos sólidos urbanos (RSU)

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5°, fracción XXXIII de la LGPGIR, por residuos sólidos urbanos, entenderemos:

“Los generados en las casas habitación, que resulten de la eliminación de materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.”

Por lo anterior, la generación de residuos sólidos urbanos será constante a lo largo de todo el ciclo del proyecto y, por tanto, comprende todas las etapas del mismo. La recolección, traslado, tratamiento y disposición final de este tipo de residuos estará a cargo del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, atendiendo a las atribuciones que la LGPGIR asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos.

Para una segregación adecuada conforme al tipo de residuo:

- Se instalarán contenedores debidamente rotulados y cubiertos con tapa en áreas donde se concentre la presencia humana, a fin de evitar su dispersión.
- Los contenedores deberán permitir segregar residuos orgánicos e inorgánicos.
- Los residuos orgánicos (restos de alimentos, residuos de jardinería y otros biodegradables), serán trasladados hacia la zona de elaboración de composta, para ser empleados como abono orgánico en las áreas verdes.
- Los inorgánicos (madera, plástico, cartón y papel) serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto.
- Periódicamente, los contenedores serán trasladados al centro de acopio del proyecto; se vaciará su contenido en contenedores concentradores y se registrará el volumen ingresado.

En relación a las características que debe reunir el envasado y rotulado para la adecuada segregación de los residuos, se considerará lo dispuesto en el artículo 19 fracción III del Reglamento para la prestación del servicio público de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos del municipio de Solidaridad, Quintana Roo (Figura II.9).

III. Los contenedores para la separación de los residuos, se sujetarán al siguiente código de colores.

- a) Verde.- Restos de comidas, cáscaras de frutas y jardinería.*
- b) Blanco.- Vidrio en sus diversas categorías.*
- c) Azul.- Plástico en sus diversas categorías.*
- d) Gris.- Metales.*
- e) Rojo.- Residuo sanitario y peligroso.*

- f) *Amarillo.- Papel y cartón. No se incluyen las cajas que contuvieron huevos por cuestiones sanitarias.*
- g) *Anaranjado.- Cartuchos de tintas y tóners.*
- h) *Negro.- Residuos que no son susceptibles a reutilizarse y/o reciclarse.*

Figura II.9
Código de colores para la separación de los residuos



Residuos de manejo especial (RME)

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5°, fracción XXX de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), son residuos de manejo especial:

“Aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.”

Atendiendo a las atribuciones que la LGPGIR asigna a los tres órdenes de gobierno en materia de gestión integral de residuos, corresponde a las entidades federativas la regulación de los RME, (estado de Quintana Roo) para lo cual, el ordenamiento contenido en el artículo 57 de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de los residuos del estado de Quintana Roo (LPGIR) clasifica a los Residuos de Manejo Especial como se indica a continuación:

- I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;
- II. Residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médica-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los biológico-infecciosos;

- III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en estas actividades;
- IV. Residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas;
- V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;
- VI. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales generados en grandes volúmenes;
- VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;
- VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;
- IX. Residuos de consumo, que son los derivados de la eliminación de materiales, productos y de sus envases y embalajes, que corresponden a los Residuos Sólidos Urbanos generados por grandes generadores; y
- X. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con la autoridad federal y municipios para facilitar su Gestión Integral.

Para una segregación adecuada de los RME, éstos se acopiarán en contenedores, envases o embalajes que reúnan las condiciones previstas en las normas oficiales mexicanas o en las normas ambientales estatales correspondientes, atendiendo al tipo de residuo. Los contenedores debidamente rotulados y cubiertos con tapa se colocarán en áreas estratégicas o donde se realicen las actividades que impliquen el uso de materiales de construcción, a fin de evitar que los sobrantes sean arrojados al suelo.

Periódicamente, los contenedores serán trasladados al centro de acopio del proyecto; se vaciará su contenido en contenedores concentradores y se registrará el volumen ingresado por tipo de RME generado.

La promotora podrá contratar a una empresa que se responsabilice del acopio, transporte y disposición final de los residuos, para lo cual la promotora se asegurará que ésta cuente con las autorizaciones correspondientes.

Residuos peligrosos (RP).

De acuerdo con la definición contenida en el artículo 5º, fracción XXXII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), por residuos peligrosos, habremos de entender:

“Son aquellos que poseen alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que establece la Ley.”

A fin de garantizar una segregación adecuada de los residuos peligrosos que pudieran generarse en el proyecto, se habilitará un almacén temporal que reúna las características señaladas en el artículo 82 y 83 del reglamento de la LGPGIR. El principal objetivo del acopio y almacenamiento seguro es manejar adecuadamente los residuos peligrosos y minimizar su liberación, con objeto de evitar el ocasionar daños al ambiente o a la salud de la población.

El artículo 56 de la LGPGIR, establece que el periodo máximo de almacenamiento será de seis (6) meses, el cual es prorrogable una sola vez, por otro periodo igual, lo que hace que el tiempo máximo en total sea de un año; la prórroga puede ser solicitada por el generador, poseedor o el prestador de servicios. El plazo de almacenamiento correrá a partir de que los residuos sean remitidos al almacén. En el proyecto, quedará prohibido el almacenamiento de residuos peligrosos por más de seis (6) meses, a fin de evitar la acumulación y posible contaminación del sitio.

Ante la ausencia de una normatividad específica que permita cumplir con los procesos de identificación, separación y clasificado de los residuos peligrosos, de manera supletoria se recomienda emplear la NOM-003-SCT-2008⁷. En dicha norma se establecen las características, dimensiones, símbolos y colores de las etiquetas que deben portar todos los envases y embalajes, que identifican la clase de riesgo que representan durante su transportación y manejo las sustancias, materiales y residuos peligrosos.

La promovente gestionará ante la SEMARNAT el Registro Ambiental en la categoría que le corresponda en virtud del volumen de residuos generados, a efecto de cumplir con los lineamientos contenidos en la normatividad.

Se contratarán los servicios de una empresa acreditada que se encargue del acopio, manejo, transporte y disposición final de los RP. Para ello, se le solicitará presentar las autorizaciones necesarias, expedidas por la SEMARNAT.

II.2.10 EMISIONES Y DESCARGAS

Durante la etapa de preparación y construcción, las principales emisiones a la atmósfera provendrán de la combustión de los motores de los vehículos y de la maquinaria pesada que utilizan diésel y gasolina. No obstante, estas emisiones serán controladas mediante la revisión constante del funcionamiento de los motores, ya sea a través del mantenimiento preventivo, la afinación, verificación o del mantenimiento correctivo cuando éste proceda, en talleres especializados y autorizados en el ramo.

El funcionamiento de la maquinaria pesada, vehículos de volteo y particulares durante las actividades de nivelación, compactación del terreno y construcción producirán niveles de ruido en el área. Considerando la baja cantidad de fuentes de ruido en operación simultánea y que el área es abierta, se prevé que los niveles de ruido emitidos por los vehículos no rebasaran los límites máximos permisibles: (NOM-080-ECOL-1994^{XIX}) 86 dB en automotores de hasta 3,000 kg, 92 dB en automotores de 3,000 a 10,000 kg y 99 dB en automotores mayores a 10,000 kg.

Por otra parte, las actividades relacionadas con la construcción del proyecto generarán emisiones de polvo a la atmósfera. Asimismo, el despalme y transporte de materiales pétreos son actividades susceptibles a la generación de emisiones de polvo, sin embargo, estas actividades se realizarán de forma paulatina, por lo que no representan un impacto significativo.

En la etapa de operación se producirán emisiones producto del trabajo de las calderas, de la planta generadora y de la planta de emergencia, se espera que estas emisiones no generen un impacto significativo, toda vez que, se realizará el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, de estos equipos.

⁷ Norma Oficial Mexicana NOM-003-SCT-2008, Características de las etiquetas de envases y embalajes, destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

Por lo que respecta a las descargas, el manejo y disposición final del agua residual proveniente de los sanitarios portátiles, estará a cargo de la empresa contratada, debidamente acreditada que proveerá el servicio sanitario y será responsable del mantenimiento de los mismos.

Durante la operación y mantenimiento del proyecto se espera la generación de 820 m³/día de aguas residuales provenientes de las actividades del hotel. Las aguas generadas de las 200 habitaciones, sanitarios, spa, aguas jabonosas producto de la limpieza, serán conducidas y tratadas en la planta de tratamiento, posteriormente serán empleadas para el riego de las áreas verdes. Los excedentes de aguas tratadas serán infiltrados al acuífero salino mediante un pozo de inyección a una profundidad de 80-100 metros.

Se considera, además, la generación de 1,380 m³/día de aguas de rechazo procedentes de la planta de ósmosis inversa, mismas que serán inyectadas al acuífero salino, como se mencionó con anterioridad.

En el caso de los restaurantes y cocinas, se utilizarán trampas de grasas que serán limpiadas cada tres días y los desechos serán depositados temporalmente en un contenedor de plástico. La limpieza total del sistema de drenaje de las cocinas y la disposición final de los residuos grasosos, será realizada por empresas acreditadas para tal fin.

II.2.11 ACCIONES DEL PROYECTO

Este capítulo se concreta con la identificación de cada una de las partes activas del proyecto, nominadas en este DTU-R como “acciones” que interviene en la relación causa-efecto (Gómez y Gómez, 2013^{XX}), y que, en último caso definen a los impactos ambientales. En este sentido para una presentación objetiva de tales elementos constitutivos del proyecto, éste se desarrolla (gráficamente) en tres niveles: etapas, componentes y acciones.

Las etapas se refieren a las fases que conforman la estructura vertical del proyecto (trabajos preliminares, construcción, operación, etc.). Los componentes conforman las partes homogéneas del proyecto (prospección del sitio, trazo, preparación del terreno, etc.). Por último, las acciones se refieren a la parte de una obra o de una actividad, simple, concreta, directa, bien definida y localizada que, al ocurrir o incidir en el ambiente puede generar un efecto (impacto) en alguno de los factores o subfactores que lo conforman.

En el ejercicio desarrollado se identificaron 69 acciones potencialmente generadoras de efectos sobre el ambiente, su relación ordenada jerárquicamente se detalla en la Tabla II.56. Esta tabla de acciones será uno de los dos componentes más importantes en la parte inicial de la identificación de impactos ambientales (Capítulo V) y resume el análisis de los diversos componentes del proyecto que potencialmente pueden propiciar efectos sobre los factores del ambiente.

Tabla II.56
Acciones del proyecto

Etapas	Componente	Acciones
Trabajos preliminares	Prospección del sitio	1 Visita de inspección
		2 Topografía y deslindes de terreno
		3 Identificación de veredas
		4 Muestreo de flora
		5 Muestreo de fauna
	Trabajos de gabinete	6 Elaboración de cartografía
		7 Elaboración de estudios ambientales
Preparación del sitio	Trazo	8 Ingreso de personal
		9 Apertura de veredas
		10 Levantamiento topográfico
		11 Delimitación y marcaje de las áreas
	Preparación del terreno	12 Rescate de flora
		13 Reubicación de flora
		14 Ahuyentamiento y/o rescate de fauna
		15 Reubicación de fauna
		16 Ingreso de maquinaria
		17 Desmonte (remoción de la vegetación)
		18 Despalme (retiro de capa orgánica)
		19 Excavaciones y movimiento de tierras
		20 Limpieza del terreno
		21 Relleno del terreno
22 Nivelación del terreno		
23 Compactación del terreno		
24 Generación de residuos (sólidos y provenientes del desmonte)		
Construcción	Obras temporales	25 Adecuación de áreas para triturado de material
		26 Adecuación de áreas para circulación y maniobras
		27 Instalación de oficinas temporales
		28 Construcción de almacenes temporales (residuos y generales)
		29 Instalación de sanitarios portátiles
	Edificaciones	30 Excavación para cimentación
		31 Construcción de cimentaciones
		32 Construcción de zapatas
		33 Construcción de estructuras de soporte (columnas, trabes, lozas)
		34 Colado de zapata de cimentación y otras estructuras

Etapas	Componente	Acciones
		35 Montaje de guías del elevador
		36 Construcción del estacionamiento descubierto
		37 Acabados, pintura general e impermeabilización
	Áreas verdes y jardinadas	38 Conformación de áreas verdes y jardinadas
	Vialidades	39 Construcción de camino de acceso
		40 Habilitación de andadores peatonales
	Electricidad	41 Montaje de cableado eléctrico
		42 Conexión eléctrica
	Instalación hidráulica	43 Tendido de líneas de conducción de agua potable
		44 Colocación partes de instalación hidráulica
		45 Perforación del pozo de extracción e inyección
		46 Instalación del pozo de extracción e inyección
	Drenaje y alcantarillado	47 Instalación de redes neumáticas de presión
		48 Colocación partes de instalación sanitaria
	Residuos	49 Generación de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos)
Abastecimiento de materiales e insumos	50 Adquisición de insumos y materiales	
	51 Traslado de insumos y materiales	
	52 Ingreso de vehículos cargados de materiales e insumos	
	53 Descarga de insumos y materiales	
Operación	Edificaciones, electricidad, instalación hidráulica, drenaje y alcantarillado	54 Puesta en servicio de las instalaciones
		55 Supervisión de funcionamiento
		56 Monitoreo
	Residuos	57 Generación de residuos (sólidos, peligrosos)
Mantenimiento	Edificaciones, electricidad, instalación hidráulica, drenaje y alcantarillado	58 Inspección visual
		59 Comprobación de estado
		60 Mantenimiento preventivo de equipos
		61 Mantenimiento preventivo de infraestructura
		62 Mantenimiento de áreas verdes y jardinadas
	Residuos	63 Generación de residuos (sólidos, peligrosos)
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	Edificaciones, electricidad, instalación hidráulica, drenaje y alcantarillado	64 Desmantelamiento de equipos
		65 Retiro de equipos y materiales
		66 Demolición de cimentaciones y edificaciones
		67 Retiro de material de demolición
		68 Rehabilitación o compensación de las superficies intervenidas
	69 Despido de personal	

II.3 LITERATURA CONSULTADA

- I INEGI, 2017. Le economía en México. Recuperado de: <http://www.cuentame.inegi.org.mx> el 7.Dic.2017.
- II POEL, Solidaridad.
- III **Diario Oficial de la Federación**. 1997. NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
- IV **Diario Oficial de la Federación**. 1997. NORMA Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.
- V **Carrera, F.** 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en las zonas de usos múltiples de la reserva de la Biosfera Maya, Peten, Guatemala. USAID/Guatemala.
- VI **Erhad Duaber.** 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- VII **Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S.** 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.
- VIII **Anuario Estadístico de la Producción Forestal.** 2015. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/181383/ANUARIO_FORESTAL_2015.pdf
- IX **Tapia T, E. C.; R. Reyes C.** 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Madera y Bosques. 14: 95-112.
- X **Pearce, D.W., D. Morgan y W. Krug.** 1999. The global value of forest ecosystem. Report to the Secretariat of the United Nations Environment Program. London: CSERGE.
- XI **Adamowicz, W., J. Louviere y M. Williams.** 1994. En: Pagiola, S.-, J. Bishop y N. Landell-Mills. Eds. 2003. La venta de servicios ambientales forestales. SEMARNAT/INE/CONAFOR. México.
- XII **Mitchell, R. Y R. Carson.** 1989. Using surveys to value public goods: The empiric valuation method. Washington: Resources for the future. En: Pagiola, S.-, J. Bishop y N. Landell-Mills. Eds. 2003. La venta de servicios ambientales forestales. SEMARNAT/INE/CONAFOR. México
- XIII <https://jdreptiles.myshopify.com/>. Consultado el 08 de noviembre de 2017
- XIV <http://www.repstyle.com.mx>. Consultado el 08 de noviembre de 2017
- XV Ramírez-Guardado, M.A: 2015. Estimación del carbono retenido en la biomasa aérea, en una selva tropical de Yucatán, México. En: Wong G.J.C. y F. Paz Pellat (Compil. 2015. VI Simposio Internacional del Carbono en México (memorias). Villahermosa, Tabasco. Programa Mexicano del Carbono (PMC). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ECOSUR. CONAFOR.
- XVI CONANP, 2014. Complejo Sian Ka'an: Reserva de la biosfera Sian Ka'an, área de protección de flora y fauna y reserva de la biosfera arrecifes de Sian Ka'an. Programa de manejo.
- XVII ERC. 2017 Expérience faite par le Smithsonian Environmental Research Center, en el *Merritt Island Wildlife Refuge*, (Cabo Cañaveral, Florida) sur des chênes de Turquie (*Quercus laevis*) poussant sur **sols pauvres** et exposés 6 ans à un doublement du taux de CO₂. Source: Karen M. Carney, Bruce A. Hungate, Bert G. Drake, and J. Patrick Megonigal, *Altered soil microbial community at elevated CO₂ leads to loss of soil carbon*, Proc. Natl. Acad. Scie. U.S.A., Extraído el 13 de marzo 2007,
- XVIII <http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/desarrolloforestal/estudiosdemanejo/serviciosambientales/index.htm>. Extraído el 3/XI/2017.
- XIX **Diario Oficial de la Federación, 1995.** NORMA Oficial Mexicana NOM-080-ECOL-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- XX **Gómez Orea, D. y Gómez Villarino M. T.** 2013. Tercera edición. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 p.

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

CAPITULO III

**VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES**

DTU-B
**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE CAMBIO DE USO
DE SUELO FORESTAL”**
MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO 2018

DTU-B

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	1
III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES	1
III.1.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos	1
III.1.2 Leyes y reglamentos federales	3
III.1.3 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.....	3
III.1.3.1 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del impacto ambiental (REIA).....	6
III.1.4 Ley general del desarrollo forestal sustentable y su reglamento	8
III.1.4.1 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	12
III.1.5 Ley general de vida silvestre	14
III.1.6 Ley de aguas nacionales	17
III.1.7 Ley general para la prevención y gestión integral de residuos y su reglamento.....	17
III.1.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	20
III.1.9 Ley General de Cambio Climático y su Reglamento	21
III.1.9.1 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. 22	
III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET).....	24
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).	24
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo ..	29
III.2.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe	49
III.3 DECRETOS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.	61
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	61
III.5 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO	71
III.5.1 Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo	71
III.6 LITERATURA CITADA.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Artículos de la LGEEPA en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto.....	4
Tabla III.2 Artículos del REIA aplicables al proyecto.	6
Tabla III.3 Vinculación del proyecto con las disposiciones de la LGDFS	9
Tabla III.4 Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la LGDFS.....	13
Tabla III.5 Vinculación del proyecto con las disposiciones de la LGVS.....	14
Tabla III.6 Disposiciones vinculantes de la LGPGIR y cumplimiento del proyecto.....	18
Tabla III.7 Vinculación del proyecto con las disposiciones de Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	21
Tabla III.8 Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Cambio Climático	21
Tabla III.9 Vinculación del proyecto con las disposiciones de del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.	22
Tabla III.10 Cuadro sinóptico de las disposiciones del POEGT coincidentes con el proyecto.....	27
Tabla III.11 Unidad de Gestión Ambiental 17. Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco.....	31
Tabla III.12 Criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG)	32
Tabla III.13 Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), para el uso de suelo turístico	42
Tabla III.14 Ubicación del predio en el contexto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.....	50
Tabla III.15 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata	52
Tabla III.16 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo	54
Tabla III.17 Normas Oficiales Mexicanas vinculantes al proyecto	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1 Ubicación del predio en contexto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.....	30
Figura III.2 Ubicación del predio en el contexto de la Zonificación primaria del Programa Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad.....	73

III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

Tal y como lo recomienda el instructivo para la elaboración del documento técnico unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal modalidad B-regional, el objetivo de este apartado es el de demostrar que el proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles” (en lo sucesivo “el proyecto”), es viable en cuanto a que se ajusta a las disposiciones jurídicas ambientales que le son aplicables, es decir, que las diversas disposiciones jurídicas vigentes, vinculantes con las características y el diseño del proyecto, se satisfacen a plenitud, para lo cual se desarrolla un análisis exhaustivo de cada norma jurídica.

Para conseguir lo anterior se identificaron los instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que regulan el desarrollo, construcción y la operación del proyecto y, posteriormente se procedió a hacer el análisis de vinculación que determine la congruencia que evidencia cómo el proyecto se ajusta a las disposiciones de cada instrumento.

III.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES

El ordenamiento jurídico es el conjunto de normas jurídicas, o prescripciones dirigidas a la ordenación del comportamiento humano prescrito por una autoridad cuyo incumplimiento puede llevar a una sanción. Generalmente, impone deberes y confiere derechos. Estas normas jurídicas rigen en un lugar determinado y en una época concreta. En el caso de los estados democráticos, como México, el ordenamiento jurídico está formado por la Constitución del Estado, que se rige como la norma suprema, por las leyes, por las normas jurídicas del poder ejecutivo, tales como los reglamentos, y otras regulaciones tales como los tratados, convenciones, contratos y disposiciones particulares.

III.1.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (en lo sucesivo CPEUM) es la ley fundamental del Estado Mexicano, conceptualmente se le considera la *norma normaum* o norma de normas. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, se trata de la norma jurídica suprema y ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo que en ella expresa.

Los artículos que inciden de manera general durante la ejecución del proyecto son:

“Artículo 25.- Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que este sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante 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. (...)

El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga la Constitución. (...)

Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente. (...)

Artículo 26.-

El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. Los fines del proyecto nacional contenidos en la Constitución determinarán los objetivos de la planeación. Habrá un Plan Nacional de Desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la administración pública federal.

La ley facultará al ejecutivo para que establezca los procedimientos de participación y consulta popular en el sistema nacional de planeación democrática, y los criterios para la formulación, instrumentación, control y evaluación del Plan y los Programas de Desarrollo. (...)

En relación con este precepto, si bien el mismo forma parte de los preceptos de cláusula cerrada que organiza los poderes y las facultades del Estado, el proyecto encuentra coincidencias al reconocer al Estado su capacidad para regir el desarrollo nacional bajo un enfoque de sustentabilidad, entre otros alcances, y precisamente en ese enfoque de sustentabilidad radica la vinculación del objetivo medular del proyecto.

En materia ambiental, el artículo 27 de la CPEUM, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

“Artículo 27.- (...)

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; (...) y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

En el opuesto al precepto 26 de la CPEUM, el artículo 27 conforma el ejemplo clásico de cláusula abierta. Las cuales característicamente reconocen derechos de los gobernados. En este sentido, el proyecto se ajusta a las disposiciones emanadas de la CPEUM, en tanto que a través de la elaboración del presente Documento Técnico Unificado, se coadyuva con la metas buscadas por el Gobierno Federal en materia de planeación y regulación de actividades, estableciendo con la ejecución del presente proyecto, la propuesta de implementación de una estrategia de medidas tendientes a la preservación y mantenimiento del equilibrio ecológico; en este sentido, en las disposiciones del artículo 27 constitucional se plasma la idea de la conservación de los recursos naturales, como un elemento totalizador de la protección al ambiente y, el proyecto, se orienta a coadyuvar con el Estado a asegurar dicha protección, por ello se considera que se asegura el cumplimiento vinculante.

III.1.2 LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES.

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

Particularmente en materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En este orden de ideas, el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece, en sus veinte fracciones que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de carácter ambiental que las autoridades deberán determinar (Federación, Estados y Municipios), con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé el requerir que toda obra o actividad, de las relacionadas en su artículo 28, debe ser sometida a un procedimiento de evaluación del impacto ambiental a través del cual, la autoridad establecerá las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

III.1.3 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas pretendidas para su realización.

En este sentido, las disposiciones de la LGEEPA como Ley reglamentaria de la CPEUM, tienen prevalencia significativa en la vinculación de sus disposiciones con cualquier actividad de naturaleza económica que pudiera incidir en el ambiente.

Con base en lo antes expuesto, el presente proyecto ajusta su diseño al cumplimiento de las siguientes disposiciones de este instrumento que le son vinculantes (Tabla III.1):

Tabla III.1
Artículos de la LGEEPA en materia de impacto ambiental aplicables al proyecto.

DISPOSICIÓN VINCULANTE	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p>Artículo 15, fracción IV: <i>quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique.</i></p>	<p>El presente proyecto sujeto a evaluación de impacto ambiental, se ajusta al cumplimiento del artículo en cita, ya que dentro del cuerpo de este documento se contemplaron acciones y/o medidas para la prevención y mitigación de los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el desarrollo del proyecto (Ver capítulo V y VII de la presente DTU-B).</p>
<p>Artículo 28 (...) <i>quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</i></p> <p>...</p> <p>VII.- <i>Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</i></p> <p>...</p> <p>IX.- <i>Desarrollos inmobiliarios que afecten ecosistemas costeros</i></p>	<p>El proyecto consiste en la ampliación de las instalaciones de un desarrollo turístico hotelero para lo cual requiere remover 6.37 has de vegetación de selva mediana subperennifolia y construir edificaciones para albergar 200 habitaciones, albercas, espejos de agua, Spa exterior, sin techar, Spa exterior techado, restaurante de playa, palapas, caseta de acceso, andadores peatonales, plazas, asoleaderos, estacionamiento, planta de tratamiento de aguas residuales, jardines y áreas de reforestación y restauración, todo ello ubicado en la zona costera del municipio de Solidaridad, en los límites de la localidad conocida como Playa Maroma, Estado de Quintana Roo. En este sentido, la presentación de este DTU a la consideración de la autoridad federal competente, se ajusta a los alcances de esta disposición, con lo cual queda evidenciado el cumplimiento de la misma.</p>
<p>Artículo 30.- <i>Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.</i></p>	<p>El proyecto se ajusta al precepto establecido en el artículo en cita, ya que para obtener la autorización de impacto ambiental tanto del cambio de uso de suelo, como de las obras y actividades de ampliación del desarrollo hotelero, se presenta, para su respectiva evaluación en materia de impacto ambiental el presente DTU modalidad B.</p> <p>En este sentido el promovente se allanó a utilizar la figura de este DTU modalidad B, con base en los alcances del Acuerdo de la SEMARNAT del 22 de diciembre de 2010, por medio del cual "...se expidieron los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal..."</p> <p>Consecuente con lo anterior, la presentación de este DTU cubre todos los requisitos que sobre la manifestación de impacto ambiental establece la LGEEPA y, en tal sentido el proyecto se ajusta a cabalidad con los alcances del artículo 30 de dicho instrumento.</p>
<p>Artículo 35.- <i>Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.</i></p> <p><i>Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así</i></p>	<p>Si bien una lectura poco acuciosa de esta disposición pudiera indicar que su alcance compete solo a la autoridad que llevará el ejercicio de evaluación, la realidad es que esa disposición incide particularmente en las obligaciones del gobernado al someter a la autoridad su manifestación de impacto ambiental, por cuanto a que en éste documento debe evidenciar fehacientemente la forma como su proyecto se ajusta y cumple con todos y cada uno de los rubros que este artículo detalla.</p>

DISPOSICIÓN VINCULANTE	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p><i>como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.</i></p> <p><i>Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serán sujetos de aprovechamiento o afectación.</i></p>	<p>Este DTU se ajusta a las formalidades de la LGEEPA y jurídicamente su eficacia se sustenta en el Acuerdo Secretarial dictado el 15 de octubre de 2010 y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de diciembre de ese mismo año, el cual evidencia su motivación y fundamentación en los diversos considerandos que se citan en dicha publicación.</p> <p>Las formalidades de la LGEEPA en otros rubros, tales como la naturaleza de las obras y actividades que se pretenden realizar queda evidenciada en el presente análisis vinculatorio, lo mismo que con su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental, así como de las normas oficiales mexicanas aplicables; estos dos últimos instrumentos de analizarán en apartados posteriores de este capítulo.</p> <p>Situación similar a la anteriormente citada, se refiere al análisis vinculatorio que se realiza con respecto a los lineamientos del programa de desarrollo urbano del municipio de Solidaridad y el programa de ordenamiento ecológico de la misma demarcación, los cuales se detallan más adelante en los rubros precedentes.</p> <p>Por lo que se refiere al último párrafo de la redacción transcrita del artículo 35 de la LGEEPA, los efectos de las obras y actividades del proyecto son evaluados bajo un enfoque holístico determinando el alcance de las mismas sobre el conjunto de elementos que conforman a los ecosistemas en los cuales el proyecto va a incidir, partiendo de la premisa de considerar al conjunto de recursos que forman a dichos ecosistemas y no solo a aquellos que podrían ser aprovechados o afectados; ello queda en evidencia en los capítulos IV y V de este DTU.</p>
<p>Artículo 121.- <i>No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población</i></p>	<p>El proyecto prevé infiltrar al subsuelo aguas residuales previamente tratadas en la planta depuradora (PTAR), especialmente diseñada y concebida para ello; dicha planta ya se encuentra autorizada.</p>
<p>Artículo 151 BIS.- <i>Requiere autorización previa de la Secretaría:</i></p> <p><i>I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reuso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos.</i></p> <p><i>II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía mediante su incineración, y</i></p> <p><i>III. La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para el reuso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generarán dichos residuos.</i></p>	<p>La promovente contratará con los servicios de una empresa especializada para la recolección, el transporte, el tratamiento y la disposición final de los residuos peligrosos que pudiera generar; dicha empresa deberá estar debidamente acreditada y disponer de las autorizaciones correspondientes, lo cual será verificado por la promovente, constatando que sus autorizaciones se encuentren vigentes.</p>

III.1.3.1 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (REIA).

Las disposiciones del REIA vinculantes con el proyecto han sido asumidas íntegramente por la promovente como parte de los elementos de diseño de su proyecto o como lineamientos operativos a satisfacer a cabalidad; ello queda evidenciado en el siguiente análisis (Tabla III.2):

Tabla III.2
Artículos del REIA aplicables al proyecto.

DISPOSICIÓN VINCULANTE	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p>Artículo 5º.- <i>Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</i></p> <p>A)...</p> <p>...</p> <p>O) <i>Cambios de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.</i></p> <p>I.- <i>Cambio de uso de suelo para.... desarrollo inmobiliario..., en predios con vegetación forestal...</i></p> <p>II.- <i>Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, ...</i></p> <p>III.- <i>Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, ...</i></p> <p>P)...</p> <p>Q) <i>Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.</i></p> <p><i>Construcción y operación de hoteles, condominios, villas..., restaurantes,...infraestructura turística... que afecten ecosistemas costeros...</i></p>	<p>El alcance de esta relación taxativa del REIA, permite precisar cuáles obras deben someterse al procedimiento previo de evaluación del impacto ambiental por parte de la autoridad competente.</p> <p>En tal sentido, el alcance y las características del proyecto y del espacio geográfico donde pretende establecerse hacen que éste se deba ajustar a los alcances de los incisos “O” y “Q” del Reglamento, en el primer caso porque el establecimiento del proyecto, en el predio que pretende utilizar, demandará la remoción de vegetación forestal en una superficie de 6.37 has, las cuales representan el 27.42% de la superficie de los dos lotes en los cuales incide el proyecto (siempre viva IV y siempre viva V), y en el 99.06% del predio siempre viva V, en adición y dado el diseño del proyecto también considera a los predios “La Ceiba” y Zacil Ha”, dados los atributos de ordenamiento ecológico que les caracterizan, permite también determinar que en el contexto de la superficie de los 4 predios, la superficie que demanda la remoción de vegetación forestal apenas será del 6.27% si consideramos que el área que ocupan los 4 terrenos comprometidos es de 101.51 has.</p> <p>Se destaca que tal y como se evidencia en el capítulo V de este DTU, la remoción de 6.37 has de vegetación forestal se pretende realizar sin incidir de manera negativa en el respeto a la integridad funcional y a la capacidades de carga de los ecosistemas de los que forma parte el área de la cual se solicita la autorización de CUSTF por medio de este instrumento (DTU).</p> <p>Por lo que se refiere a las características de las obras, éstas conforman la ampliación de un desarrollo turístico hotelero que pretende establecerse en un biotopo con características de ambiente costero: suelos salino sódicos, con elevada karsticidad en el subsuelo, vegetación característica de dichos ambientes, aguas salobres en el manto freático e influencia marina inmediata, consecuentemente se trata de un desarrollo inmobiliario que podría afectar a un ecosistema costero.</p> <p>En ambas consideraciones se sustenta la obligación a la que se allana la promovente al someter a la autoridad ambiental competente, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental este DTU modalidad “B”.</p>
<p>Artículo 9.- <i>Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que solicita autorización.</i></p>	<p>Con la presentación de este DTU, la promovente cumple con la disposición contenida en este artículo ya que en consonancia a lo que detalla el contenido del párrafo 5º del considerando del acuerdo secretarial por medio del cual se expiden los lineamientos y procedimientos para</p>

DISPOSICIÓN VINCULANTE	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p><i>La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.</i></p>	<p>solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal, se manifiesta que el artículo 69-C de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo permite que mediante Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación, las Dependencias no exijan la presentación de datos y documentos previstos en leyes y reglamentos siempre que puedan obtener por otra vía la información correspondiente, y dado que los trámites relativos a las autorizaciones de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales comparten algunos requisitos de información que en esencia tienen el mismo alcance técnico en el momento de su análisis, en dicho instrumento se integran también en un solo documento los requisitos para los trámites que se unifican, eliminando duplicidades; en este sentido, el promovente hace válido su derecho a cumplir con las obligaciones que le establece el marco jurídico a través de los medios que la propia Ley y la autoridad señalen.</p>
<p>Artículo 11.- <i>Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li data-bbox="250 953 370 978">I. ... <li data-bbox="250 982 370 1008">II. ... <li data-bbox="250 1012 802 1087">III. <i>Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</i> <li data-bbox="250 1092 802 1306">IV. <i>Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</i> 	<p>Las características de diseño del proyecto conforman un conjunto de proyectos de obras y actividades ya que incluyen los proyectos de edificios para las habitaciones hoteleras, proyecto de estacionamientos, proyecto de restaurantes, proyecto de albercas y proyectos de otras instalaciones. En adición, la perspectiva del proyecto dentro del espacio geográfico del sistema ambiental regional prevé la posibilidad de que en un escenario con proyecto y sin estrategias de prevención, mitigación y/o compensación, se generen impactos acumulativos y residuales con interacción potencial sobre algunos factores ambientales de carácter regional, los cuales de no preverse la aplicación de estrategias de prevención y/o mitigación, podrían propiciar en el mediano y largo plazo, al menos afectaciones de difícil reversibilidad sobre ecosistemas frágiles del SAR (arrecifes coralinos y ecosistema de la playa arenosa). En este sentido y en una concepción exclusiva de la determinación de la modalidad de <u>la manifestación de impacto ambiental, ésta correspondería a la modalidad regional;</u> ahora por lo que se refiere a la modalidad del DTU, y de acuerdo a lo dispuesto en el acuerdo segundo, fracción V que dispone: el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B es el que integra en un solo procedimiento administrativo el trámite relativo a la autorización de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en las fracción VII, más las descritas en cualquier otra fracción de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, excepto la prevista en la fracción V de dicho numeral y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo forestal a que se refiere el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ante tales consideraciones, la modalidad del DTU a la que se sujeta el documento de trámite unificado es la modalidad B.</p>
<p>Artículo 13.- <i>La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</i></p>	<p>En relación a esta disposición, al estar ajustando la presentación del proyecto a un DTU, la promovente acata el alcance del punto séptimo del acuerdo que dio vida jurídica a este procedimiento y el cual cita: el</p>

DISPOSICIÓN VINCULANTE	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p>I. <i>Datos generales del proyecto y del responsable del estudio de impacto ambiental,</i></p> <p>II. <i>Descripción de las obras o actividades,</i></p> <p>III. <i>Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables,</i></p> <p>IV. <i>Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región,</i></p> <p>V. <i>Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional,</i></p> <p>VI. <i>Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional,</i></p> <p>VII. <i>Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</i></p> <p>VIII. <i>Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</i></p>	<p>documento técnico unificado correspondiente al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal modalidad B, contendrá la información que prevén los artículos 12 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, según corresponda, así como la indicada en el artículo 121, fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV, del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; ante tal definición, el presente documento de DTU se ajusta a ésta disposición, evidenciando con ello fehacientemente la vinculación respectiva.</p>
<p>Artículo 14.- <i>Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso de suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos procedimientos.</i></p>	<p>En la integración de este DTU, la promovente se ajusta al alcance de la disposición del artículo 14 del REIA y, ello se enfatiza con mayor acuciosidad dado el contenido del DTU que concentra en un solo documento, al procedimiento de EIA (MIA) y al trámite de solicitud de autorización del cambio de uso de suelo de terrenos forestales (CUSTF), consecuentemente la vinculación con dicho precepto queda evidenciada.</p>

III.1.4 LEY GENERAL DEL DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Y SU REGLAMENTO

Dentro de los objetivos de la LGDFS destacan los siguientes:

- Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico – forestales,
- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales.

Con base en tales planteamientos la LGDFS, define al concepto: *Cambio de uso de suelo en terreno forestal*, como la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales y, con base en esa conceptualización, los preceptos que son aplicables al proyecto tienen relación con el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, toda vez que habrá remoción de vegetación forestal en la Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles.

Consecuentemente, el diseño del proyecto se ajustó a los lineamientos que establece la LGDFS (Tabla III.3).

Tabla III.3
Vinculación del proyecto con las disposiciones de la LGDFS

DISPOSICIÓN DE LA LGDFS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN
<p>Artículo 117. <i>La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, con excepción previa y opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los Estudios Técnicos Justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.</i></p> <p><i>En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.</i></p> <p>...</p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de la vegetación forestal afectada, y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i></p> <p><i>La Secretaría, con la participación de la Comisión, coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, la política de uso de suelo y podrá estabilizar su uso agropecuario, incluyendo el sistema de Roza, Tumba y Quema, desarrollando prácticas permanentes y evitando que la producción agropecuaria crezca a costa de los terrenos forestales.</i></p>	<p>El documento que sustenta la presente solicitud de autorización del cambio de uso de suelo para la Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles, a través de un DTU demuestra la viabilidad ambiental del proyecto y el uso más conveniente en términos productivos que se dará al suelo con el desarrollo del proyecto, conforme lo dispone la LGDFS, todo lo anterior, según se evidencia en el capítulo IV en donde se describe y caracteriza el sistema ambiental regional (SAR), se identifican los servicios ambientales y por último termina con un diagnóstico ambiental que se traduce en la descripción de las condiciones del ambiente y, particularmente las de su biodiversidad concluyendo en este apartado que <u>dicho espacio geográfico (SAR) está conformado por ecosistemas que evidencian indicadores de perturbación de origen antrópico (asentamientos humanos, infraestructura turística y vías de comunicación)</u> y que se hace evidente por la fragmentación de los ecosistemas y el proceso de sucesión que evidencia la cobertura florística de la selva mediana. De otra parte, en cuanto a otros hechos que acrediten el cumplimiento de la prevención que la autoridad asume como criterio de excepción en cuanto a no afectar la biodiversidad destaca el hecho del muy bajo índice de endemismos (3% de las especies vegetales reportadas para el SAR y 0.5% de las especies de la fauna), esto refuerza el argumento de que los individuos de las especies reportadas en el SAR y consecuentemente en el área de establecimiento del proyecto (AeP) son componentes de la biota de amplios espacios geográficos en la península de Yucatán e incluso de países vecinos del Mar Caribe; en el caso de la vegetación las poblaciones de estos ecosistemas son radicalmente superiores en cuanto a cobertura geográfica y en cuanto a número de individuos y biomasa a las 6.37 has que cubren los individuos que serán removidos, pero si esto resultara aún insuficiente se destaca que en este DTU se propone una estrategia específica de prevención y mitigación con medidas orientadas a mantener el equilibrio regional de la biodiversidad con acciones de rescate y reubicación de individuos seleccionados de la vegetación y con todos aquellos individuos de la fauna que sean ubicados previo a las operaciones del desmonte, durante la etapa de construcción e incluso durante la operación del proyecto; si esto aún resultará insuficiente, en acatamiento a lo dispuesto por la LGDFS en su artículo 118, el regulado aportará al Fondo Forestal Mexicano el monto económico de la medida compensatoria que permita a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) realizar la reforestación o restauración indicada en la disposición antes invocada. Con base en todo lo expuesto se reitera que la aprobación del proyecto no</p>

DISPOSICIÓN DE LA LGDFS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN
	<p>comprometerá la biodiversidad de los ecosistemas presentes en el SAR.</p> <p>"Por lo que se refiere al segundo criterio de excepción que demanda que, con la aprobación del proyecto no se provoque la erosión del suelo, los trabajos para determinar los parámetros orientados a estimar los efectos que tendría la remoción de la vegetación forestal en el AeP detallados en el capítulo IV de este DTU se basaron en el modelo convencionalmente empleado para ello: la "Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS)" simplificada y adaptada para utilizarse en nuestro país; con base en los resultados obtenidos de la aplicación de este modelo la pérdida de suelo que actualmente persiste en el AeP, sin el establecimiento del proyecto (tendencia natural, es de 0.854 ton/ha/año, en tanto que de efectuarse el CUS solicitado en las 6.37 has, la erosión podría incrementar hasta 1.905 ton/ha/año, lo que indica que incluso con el desarrollo del proyecto (aún sin considerar las medidas de mitigación el nivel de erosión se mantendría muy inferior con respecto al máximo permisible de 10 ton/ha/año (SAGARPA, 2005). Ahora bien, no obstante al contexto del dicho análisis cuantitativo, se reconoce que el desarrollo de cualquier proyecto involucra actividades poco compatibles con la conservación de los suelos, al considerar la presencia de maquinaria pesada y el retiro de vegetación, por lo que las medidas de mitigación tendientes a la conservación del suelo serán incluidas dentro del capítulo correspondiente".</p> <p>En adición, el tipo de suelo que subyace al espacio cubierto por la vegetación forestal es Rendzina y su naturaleza permite dilucidar su riqueza en humus, generalmente de poca profundidad y desarrollado sobre la roca caliza lo cual explica su susceptibilidad a la erosión y al poseer un buen drenaje. Complementariamente, con el desarrollo de la estrategia tendiente a "cero incremento en la tasa de pérdida de suelo" detallada en el capítulo VII de este DTU se consideran 3 medidas concretas de mitigación (Ajustar el desarrollo de las obras, únicamente en las áreas del proyecto, Acopio de suelo orgánico para su empleo en la construcción de jardineras y la promoción del uso de especies vegetales rescatadas en las áreas libres del proyecto) cuya ejecución coadyuvará a reducir al mínimo posible la tasa de erosión que caracteriza al SAR en el tiempo cero (T_0). Debido a que el incremento en la erosión puede provocar desestabilidad en los suelos, afectando a otros componentes ambientales, por lo que las medidas mencionadas se enfocan a evitar esas alteraciones durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Con estas evidencias se manifiesta que la aprobación de la realización del proyecto no incrementará el índice de erosión del suelo y, a nivel del SAR, las estrategias de prevención</p>

DISPOSICIÓN DE LA LGDFS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN
	<p>coadyuvarán a que las tasas de erodabilidad, al menos se mantengan en los valores actuales.</p> <p>El tercer criterio que sustentará la decisión de la autoridad para aprobar el CUSTF a través de este DTU es el de demostrar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; en este sentido, la calidad del agua no será afectada toda vez que el proyecto no generará residuos o subproductos, que pudieran alterar sus parámetros diferentes a las aguas servidas; por lo que se refiere a las aguas residuales que se generen, éstas tendrán una alta carga orgánica derivada del acarreo de residuos de las habitaciones del hotel y en otras áreas de servicios; esos líquidos serán depurados en una planta de tratamiento que reducirá los contenidos de materia orgánica para, una vez procesadas, inyectarlas al subsuelo.</p> <p>Por lo que se refiere a la captación de agua, el análisis realizado, mismo que se detalla en el capítulo IV de este DTU reporta que la infiltración actual en el SAR es del orden de 1,038.71 m³/ha/año, lo que corresponde a alrededor del 8% del volumen de agua que precipita, toda vez que la mayor proporción del balance hídrico es definido por los valores de evapotranspiración.</p> <p>Ahora bien, en el supuesto de que se retirara la vegetación sobre las 6.37 ha solicitadas para CUS, el volumen de infiltración anual no se modificaría con respecto a lo presentado sin retiro de la vegetación, en virtud de que la superficie a remover representa apenas el 0.2% de la cobertura forestal del SAR y por ende la cobertura vegetal del SAR continuaría siendo mayor al 75%, otorgando el mismo valor a las variables empleadas en la ecuación. En este sentido, llevando los resultados de dichos cálculos a un análisis más detallado, podemos entender que si bien la remoción de vegetación en la superficie de CUS involucra un decremento en los componentes vegetativos que contribuyen a infiltrar el agua al subsuelo, el volumen de precipitación que incide sobre el área de CUS, tenderá a escurrir hacia los sitios adyacentes, por lo que no se perderá ya que continuará infiltrándose hacia el subsuelo de la misma manera que sucede actualmente, por supuesto, existe la posibilidad de que previo a escurrir, el agua se evapore, sin embargo, dado el tamaño del AeP no es posible estimar dicho evento a ese nivel de detalle, al menos con las técnicas disponibles, pero sí se puede afirmar que los valores que pudieran resultar, dada su reducida magnitud, no serían representativos de una afectación negativa. Ahora bien, cabe agregar que la superficie solicitada para realizar el CUS no quedará completamente impermeable, pues en el diseño del hotel se considera también la presencia de vegetación en jardineras en 2.22 has (9.65 %) de la superficie total del predio.</p>

DISPOSICIÓN DE LA LGDFS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN
	<p>En este contexto, se reitera que la cuenca, como unidad hidrológica más utilizada, corresponde al espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conduce sus aguas a un río principal, o muy grande, a un lago o al mar. Por lo que en la superficie que compone la cuenca, existen lagos y ríos que alimentan a los acuíferos por medio de la infiltración; elementos sobre los cuales el proyecto no prevé incidencia y por lo tanto no habrá afectación a la cantidad de agua que la abastece.</p> <p>Por lo que se refiere al uso alternativo del suelo cuya autorización se pretende obtener, los indicadores económicos correspondientes ponen en evidencia que la derrama económica que podrá generar el proyecto es 711% mayor que el valor virtual de los recursos biológicos forestales de los recursos establecidos en el AeP y que el mismo comportamiento se estima en un escenario de 50 años. Estas estimaciones se detallan en el capítulo VI de este DTU.</p> <p>En este mismo análisis, se destaca que en el anexo VII.5 (capítulo IX), se incluye, como parte integrante de este DTU, el programa de rescate y reubicación de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat.</p>
<p>Artículo 118. <i>Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para el concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento.</i></p>	<p>En cuanto a lo mencionado, el presente documento pretende de manera conjunta al análisis del impacto ambiental potencial del proyecto, constituir también la base para el dictamen y opinión del Consejo Estatal Forestal. Así mismo, una vez que se reciba la instrucción correspondiente, la promovente realizará el depósito indicado por la autoridad forestal responsable ante el Fondo Nacional Forestal, para la compensación de las áreas afectadas.</p>

III.1.4.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

Las disposiciones de este instrumento, ajustadas al contenido y alcance de un Documento Técnico Unificado (DTU), en cuanto a la solicitud de autorización del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales son considerados en la presente propuesta para su cabal cumplimiento, según se evidencia en los siguientes párrafos (Tabla III.4):

Tabla III.4
Vinculación del proyecto con las disposiciones del Reglamento de la LGDFS

DISPOSICIÓN DEL REGLAMENTO DE LA LGDFS	VINCULACIÓN DEL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN
<p>Artículo 120: <i>Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;</i> <i>II. Lugar y fecha;</i> <i>III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y</i> <i>IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.</i> <p><i>Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y 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 cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.</i></p>	<p>El cumplimiento de esta disposición queda cubierto con la presentación ante esta autoridad del documento técnico unificado y su solicitud.</p> <p>De la misma manera y, con sustento en lo dispuesto en el artículo 127 de este mismo Reglamento se presenta el documento técnico unificado, así como la copia simple de la identificación oficial del solicitante y copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público de la propiedad con copia simple del mismo documento.</p>
<p>Artículo 121. <i>Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:</i></p>	<p>El contenido del DTU se apega a las disposiciones del Acuerdo del 22 de diciembre de 2010 por medio del cual se expidieron los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan; en este sentido, los IX capítulos que conforman a este DTU son los mismos que define el Acuerdo antes citado.</p>
<p>Artículo 127. <i>Los trámites de autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo en terrenos forestales podrán integrarse para seguir un solo trámite administrativo, conforme con las disposiciones que al efecto expida la Secretaría.</i></p>	<p>La adopción del DTU como documento para gestionar la autorización del proyecto tiene su sustento en la disposición de este artículo, con lo cual se satisface a plenitud las disposiciones del instrumento reglamentario bajo análisis.</p>

III.1.5 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

Como resultado esperable de la autorización potencial del proyecto, uno de los impactos destacables se podrá evidenciar en la afectación parcial al germoplasma silvestre, de flora y fauna presente dentro del predio; por lo que, en materia de vida silvestre, se cumplirá con las disposiciones contenidas en los Artículos 4, 18, 60 TER, 99 y 100 párrafos primero y segundo, 101 y 106 de la Ley General de Vida Silvestre.

De igual manera, la elaboración del presente DTU obedece al hecho de que existen especies y poblaciones comprendidas dentro del área del proyecto, por lo que se tomarán las medidas pertinentes para la mitigación de los impactos que fuesen a ocasionar las actividades comprendidas en el proyecto, las cuales se especifican en el capítulo correspondiente, dando observancia a las disposiciones legales que se relacionan en la Tabla III.5.

Tabla III.5
Vinculación del proyecto con las disposiciones de la LGVS

ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE AJUSTA EL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN APLICABLE
Artículo 4°	<p><i>“Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.</i></p> <p><i>Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.</i></p>	<p>Como queda evidenciado en las diversas acciones, medidas y propuestas contenidas en los diversos capítulos de este DTU, el proyecto se sujeta a las disposiciones de este precepto y en su conceptualización y diseño, se asumió como política que le caracterizará, el estricto cumplimiento de los alcances que conlleva; consecuentemente, bajo ninguna circunstancia y en una interpretación integral del precepto, no ocurrirá ni destrucción, ni daño o perturbación de la vida silvestre, que perjudique los intereses de la Nación.</p>
Artículo 18	<p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre. Tendrán derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo.....</i></p> <p><i>Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</i></p>	<p>El alcance de este precepto establece un derecho condicionado del aprovechamiento de la vida silvestre y, si bien en la presente iniciativa no se prevé ningún tipo de aprovechamiento de la flora y de la fauna, indirectamente la remoción de la vegetación forestal en 6.37 has podría considerarse que tuviera el mismo efecto de un aprovechamiento extractivo, por lo cual dentro de las estrategias de prevención y mitigación se presentan alternativas de medidas orientadas a prevenir, mitigar y/o resarcir el efecto negativo que pudiera derivar de la remoción de la vegetación, tanto sobre dicho factor ambiental como sobre la fauna por la afectación del hábitat de las especies presentes en el AeP, con ello, la responsabilidad solidaria establecida en el segundo párrafo de esta Ley, es asumida por la promotora del proyecto y, con base en ello es que se destina la mayor superficie (84.70 has) de los espacios geográficos involucrados en el proyecto (101.51 has), para objetivos de conservación.</p>
	<p>Artículo 60 TER. <i>Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integridad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del</i></p>	<p>En el área de establecimiento del proyecto, es importante mencionar que el proyecto no interviene de manera directa sobre algún humedal de manglar, ni mucho menos considera la remoción, el relleno o el trasplante de este de manglar, por el contrario, promueve su conservación. Tampoco se prevé que pudiera afectarse el flujo hidrológico ni el flujo</p>

ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE AJUSTA EL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN APLICABLE
	<p><i>ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</i></p> <p><i>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.</i></p>	<p>subterráneo de las comunidades de manglar establecidas en el SAR y ello queda evidenciado en el apartado respectivo del capítulo IV de este DTU, consecuentemente los servicios ambientales que ofrece este ecosistema no serán modificados. De acuerdo a lo anterior el proyecto respetará la integralidad del flujo hidrológico del humedal de manglar establecido en el SAR y coadyuvará a la conservación de aquellas poblaciones de <i>R. mangle</i> y <i>C. erectus</i> presentes en los predios Zacil Ha y La Ceiba, de las cuales el 80% corresponde a una comunidad de mangle botoncillo (<i>C. erectus</i>), la cual no será alterada ni con la remoción, ni con la poda o el trasplante que pudiera afectar la integralidad del flujo hidrológico. En este sentido, se asevera que no se identifica ninguna parte de la obra o alguna actividad del proyecto que pudiera incidir de manera negativa sobre la integralidad del área donde están establecidos los manglares ni tampoco de su zona de influencia, favoreciendo la conservación de su estructura actual; y consecuentemente no se interrumpirá la continuidad del mismo así como la contigüidad de la unidad del humedal en el contexto del SAR.</p> <p>Por lo antes expuesto se destaca que el proyecto no violenta las prohibiciones del Artículo 60 TER de la LGVS dado que, además, no removerá ni podrá remover en adelante vegetación de manglar, ni rellenará algún humedal de manglar, tampoco trasplantará, ni podará, o realizará cualquier obra o actividad que pudiera afectar la integralidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <i>El flujo hidrológico del manglar.</i> El proyecto no afectará las áreas actualmente pobladas con manglar, particularmente las establecidas en el SAR, y su diseño no incide de manera negativa en el mantenimiento del flujo hidrológico de dicho humedal de manglar. b) <i>El ecosistema y su zona de influencia.</i> La ubicación y el sembrado del proyecto NO INCIDIRÁN de manera negativa sobre los ecosistemas de manglar y su zona de influencia; las características del comportamiento del flujo hidrológico en el AeP y del flujo sub superficial en el área del humedal de manglar, descritas en el capítulo IV de este DTU, evidencian su funcionamiento independiente, en razón de lo cual se afirma que las obras del proyecto (incluida la remoción de vegetación forestal en el AeP), no afectarán al ecosistema de manglar ni a su zona de influencia. c) <i>La productividad natural del ecosistema.</i> El proyecto no afecta, ni directa ni indirectamente áreas pobladas con manglares, ello equivale a afirmar que el proyecto no afectará la

ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE AJUSTA EL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN APLICABLE
		<p>productividad natural del ecosistema de manglar, sobre todo si se considera que el concepto de productividad, convencionalmente es definido como la tasa a la cual la energía radiante es almacenada por la actividad fotosintética en forma de materia orgánica que puede ser utilizada como alimento; en otros términos es la tasa de conversión de energía radiante en energía química y materia orgánica. De acuerdo a estas definiciones, puede interpretarse como afectación a la productividad de un ecosistema la remoción o la poda de parte (o de todos) los individuos que conforman a los productores primarios del ecosistema y, para el caso en análisis, ésta no es la situación de lo que ocurrirá con el establecimiento del proyecto ya que éste no removerá individuos que forman parte del ecosistema de manglar, la extracción se centrará exclusivamente en individuos vegetales de la selva baja.</p> <p>d) <i>La capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.</i> Si se entiende por capacidad de carga <u>a la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad del ecosistema de manglar</u>, entonces se puede afirmar que el proyecto no incidirá de ninguna manera sobre este atributo del ecosistema, ya que no afectará áreas pobladas con manglar, ni modificará, bajo ninguna circunstancia, la zona de influencia de éste. El diseño y la construcción del proyecto garantizan el respeto y la no intervención a las áreas actualmente pobladas de manglar.</p> <p>e) <i>Las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.</i> El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará su valor como hábitat crítico para las especies de fauna. Sin embargo, a través del diseño del proyecto y de un programa de manejo de la fauna y áreas de conservación, se pretende asegurar en todo momento, el mantenimiento de estos servicios ambientales del ecosistema de manglar.</p> <p>f) <i>Las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.</i> El sembrado del proyecto, no afecta áreas de manglar y por tanto al mantenerlas asegura las interacciones con los ecosistemas vecinos (duna, playa y zona marino-arrecifal) que por cierto tampoco son afectadas por el proyecto.</p> <p>g) <i>O que provoque cambios en las características y servicios ecológicos del</i></p>

ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA FORMA COMO SE AJUSTA EL PROYECTO A LA DISPOSICIÓN APLICABLE
		<p><i>ecosistema</i>. El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará sus características y los servicios ambientales (o servicios ecológicos) que le son característicos.</p> <p>En síntesis: el diseño, establecimiento y operación del proyecto se ajusta a las disposiciones del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.</p> <p>Es importante destacar algunas otras consideraciones alusivas a la protección y conservación del humedal de manglar y de las poblaciones aisladas de botoncillo, las cuales son analizadas en el rubro correspondiente a la vinculación del proyecto con las disposiciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.</p>

III.1.6 LEY DE AGUAS NACIONALES

El diseño del proyecto prevé la utilización de agua del subsuelo y la inyección de aguas tratadas al manto freático profundo, ello implica ajustar el diseño y la operación del proyecto a las disposiciones de la LAN, dentro de las cuales destacan las comprendidas en los artículos 20, 21 y 21BIS, relativos a la solicitud y presentación de los estudios técnicos que describan las obras y actividades a realizar para la explotación y uso de las aguas nacionales.

Tal y como se detalló en el capítulo II de este documento, el suministro de agua potable para el abastecimiento del proyecto provendrá de agua salobre, bombeada desde el subsuelo y tratada mediante una planta de ósmosis inversa, esta última ya existente, toda vez que el presente se trata de una Ampliación al proyecto Playa Maroma Inmuebles ya en operación. Sin embargo, en el diseño del proyecto que atañe a la presente solicitud se incluyen un pozo de extracción, uno de inyección y otro de rechazo, cuya autorización será tramitada ante la Comisión Nacional del Agua. Cabe mencionar que no se comenzarán las obras para la explotación y uso de las aguas nacionales, hasta haber obtenido la autorización relativa al proyecto.

III.1.7 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y SU REGLAMENTO

Durante la fase de construcción y durante la operación del proyecto se generarán residuos peligrosos (aceites gastados, grasas, estopas, restos de pinturas, solventes y residuos de la planta de tratamiento), la cantidad estimada se encuentra aproximadamente entre los 3,000 y 11,500 kg anuales, según la etapa del proyecto, por lo que de acuerdo a la fracción XX del artículo 5 de la LGPGIR, el hotel podría clasificarse como pequeño generador. En este sentido, las disposiciones que aplican al proyecto y el diseño de éste ponen en evidencia el cumplimiento de dichas disposiciones (Tabla III.6).

Tabla III.6
Disposiciones vinculantes de la LGPGIR y cumplimiento del proyecto

DISPOSICIONES DE LA LEY	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p>Artículo 2.- <i>En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere ésta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios:</i></p> <p>I. <i>El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar;</i></p> <p>II. <i>Sujetar las actividades relacionadas con la generación y manejo integral de los residuos a las modalidades que dicte el orden e interés público para el logro del desarrollo nacional sustentable;</i></p> <p>III. <i>La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas;</i></p> <p>IV. <i>Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños;</i></p> <p>V. <i>La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible;</i></p> <p>VI. <i>La valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas;</i></p> <p>VII. <i>.....;</i></p> <p>VIII. <i>La disposición final de residuos limitada sólo a aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada;</i></p> <p>IX. <i>..... ;</i></p> <p>X. <i>..... ;</i></p> <p>XI. <i>La producción limpia como medio para alcanzar el desarrollo sustentable, y</i></p> <p>XII. <i>La valorización, la responsabilidad compartida y el manejo integral de residuos, aplicados bajo condiciones de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos.</i></p> <p><i>En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán, en lo conducente, las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con la materia que regula este ordenamiento.</i></p>	<p>Si bien esta disposición pareciera aplicar a la autoridad, la promovente asume algunas de sus directrices particularmente en cuanto a la prevención y minimización de la generación de residuos, evitando su liberación al ambiente y garantizando su manejo acorde a las disposiciones aplicables, según se puede dilucidar en el capítulo II y anexo VII.4 (capítulo IX) de este DTU.</p> <p>En este mismo sentido, la promovente como responsable directa de la generación de residuos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, asume los costos derivados del manejo integral de los mismos; en tal sentido también compromete su voluntad para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible; de igual forma, realizar de manera permanente una valorización de los residuos para su aprovechamiento como insumos en las actividades productivas, de manera que solamente se destinen a un confinamiento final aquellos cuya valorización o tratamiento no sea económicamente viable, tecnológicamente factible y ambientalmente adecuada.</p> <p>Todo lo anterior caracteriza la gestión de residuos que se ha hecho de manera sistemática en el desarrollo y operación del proyecto PMI y, con la ampliación solicitada esta política permanecerá, al menos, con el mismo alcance que hasta ahora se ha aplicado.</p>
<p>Artículo 40.- <i>Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.</i></p> <p><i>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.</i></p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen serán manejados conforme a lo dispuesto en la LGPGIR, su Reglamento, las NOM's y las demás disposiciones de se deriven del marco legal vigente y aplicable. El manejo se sustentará en los principios relacionados en el capítulo 2 de la propia LGPGIR. Lo anterior queda en evidencia con la descripción de los procesos e infraestructura que se habilitará para el manejo de estos residuos, los</p>

DISPOSICIONES DE LA LEY	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
	cuales se detallan en el capítulo II y anexo VII.4 (capítulo IX) de este DTU.
<p>Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.</p>	<p>Los residuos peligrosos que se generen serán manejados conforme a lo dispuesto en la LGPGIR, su Reglamento, las NOM's y las demás disposiciones de se deriven del marco legal vigente y aplicable. El manejo se sustentará en los principios relacionados en el capítulo 2 de la propia LGPGIR. Lo anterior queda en evidencia con la descripción de los procesos e infraestructura que se habilitará para el manejo de estos residuos.</p>
<p>Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.</p> <p>La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.</p> <p>Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.</p>	<p>La disposición final y el traslado al sitio de disposición final de los residuos peligrosos generados, serán procesos contratados con empresas especializadas autorizados por la SEMARNAT. Estas empresas ya operan actualmente en el proyecto PMI y su vinculación a la ampliación que se detalla en este DTU será asegurada con la ampliación de los contratos respectivos.</p>
<p>Artículo 43.- 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 ella se deriven.</p>	<p>La generación de los residuos peligrosos que puedan derivar de las diversas operaciones que se desarrollen en las diferentes fases del proyecto, será notificados a la SEMARNAT mediante el procedimiento que tenga establecido. Este trámite ya se realiza en el proyecto PMI y su vinculación a la ampliación que se detalla en este DTU será asegurada con la notificación correspondiente</p>
<p>Artículo 44.- Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores. <p>Reglamento:</p> <p>Artículo 42: atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. .. II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, III. ... 	<p>Con base en las precisiones del Reglamento de la LGPGIR, el hotel estará clasificado como pequeño generador de residuos peligrosos ya que la cantidad que se estima producirá el hotel en operación más la ampliación pretendida será de aproximadamente 7,500 Kg en promedio anual.</p> <p>El hotel PMI produce entre 3,000 y 11,500 kg al año por lo que se considera un promedio anual de 7,500 kg.</p>

DISPOSICIONES DE LA LEY	CUMPLIMIENTO DEL PROYECTO
<p>Artículo 45.- Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.</p> <p>En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.</p>	<p>Al igual que como se ha procedido en los últimos 10 años en el hotel PMI, al aprobarse la ampliación de este proyecto se continuará con la identificación, clasificación y el manejo sistemático de los residuos peligrosos y ello se realizará conforme a las disposiciones de la LGPGIR y de su Reglamento.</p>
<p>Artículo 47.- Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán de registrarse ante la Secretaría y contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.</p> <p>Aunado a lo anterior deberán sujetar sus residuos a planes de manejo, cuando sea el caso, así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables.</p> <p>La información a que se refiere este artículo deberá ser publicada en el Sistema Nacional de Información Nacional para la Gestión Integral de Residuos, conforme a lo previsto por las disposiciones aplicables en materia de transparencia y acceso a la información.</p>	<p>De ser aprobado el proyecto, en materia de impacto ambiental y, una vez que haya concluido las diversas gestiones adicionales que le permitan iniciar su construcción y operación, de acuerdo a esta disposición, el hotel promoverá su registro ante la Secretaría y llevará registro de la información solicitada en este artículo.</p> <p>El proyecto PMI ya cuenta con un registro ante la SEMARNAT como pequeño generador de residuos peligrosos con la clave 23/LV-0031/12/13. (Anexo III.1). De ser aprobado el proyecto, se actualizará el trámite correspondiente.</p>
<p>Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, al ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.</p>	<p>El diseño del proyecto considera el establecimiento de un almacén temporal de residuos, cuyo diseño y operación se ajustará a los lineamientos que al respecto establezcan las NOM's. Con su operación se evitará la mezcla de residuos, con lo cual el proyecto se ajustará a las disposiciones de este precepto.</p>

III.1.8 LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Esta Ley regula la responsabilidad ambiental que se origina de los daños ocasionados al ambiente, así como de la necesidad de reparación de los mismos cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales. Las disposiciones de este instrumento tienen por objeto la restauración y preservación del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar el derecho a un medio sano, para el desarrollo y bienestar de todas las personas y a asumir la responsabilidad que pudiera generarse por ocasionar daños y deterioro al ambiente.

Dados sus alcances, la vinculación del proyecto con esta Ley, puede resumirse a asumir la previsión del artículo 6º de dicho instrumento en los siguientes términos (Tabla III.7).

Tabla III.7
Vinculación del proyecto con las disposiciones de Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p><i>Artículo 6º.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:</i></p> <p><i>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</i></p> <p><i>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas,</i></p>	<p>Con el objeto de asegurar el aprovechamiento de esta disposición preventiva, en el capítulo V de este DTU se describen los impactos ambientales que es posible pronosticar en esta etapa de la gestión del proyecto y, en el capítulo VII se identifican y describen las estrategias para la prevención y mitigación de tales impactos; en este sentido, el promovente asume la responsabilidad de realizar cada una de las medidas que considera la estrategia respectiva y prevenir el daño que, de no asumir tal compromiso pudiera devenir y afectar al ambiente.</p>

III.1.9 LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Y SU REGLAMENTO.

Esta Ley tiene entre sus objetivos el garantizar el derecho a un ambiente sano y, como Ley General de que se trata, establece la concurrencia de facultades de la Federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y las acciones para la mitigación y adaptación del cambio climático; consecuentemente se trata de un instrumento que define obligaciones para la autoridad (Tabla III.8).

Tabla III.8
Vinculación del proyecto con las disposiciones de la Ley General de Cambio Climático

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 88. <i>Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.</i></p>	<p>La empresa promovente del proyecto compromete el cumplimiento de esta disposición en el caso de que la tipología y el volumen de las emisiones directas o indirectas que pudieran emitirse así lo demanden.</p>
<p>Artículo 89. <i>Las personas físicas o morales que lleven a cabo proyectos o actividades que tengan como resultado la mitigación o reducción de emisiones, podrán inscribir dicha información en el Registro, conforme a las disposiciones reglamentarias que al efecto se expidan.</i></p> <p><i>La información de los proyectos respectivos deberá incluir, entre otros elementos, las transacciones en el comercio de emisiones, ya sea nacional o internacional de reducciones o absorciones certificadas, expresadas en toneladas métricas y en toneladas de bióxido de carbono equivalente y la fecha en que se hubieran verificado las operaciones correspondientes; los recursos obtenidos y la fuente de financiamiento respectiva.</i></p>	<p>La empresa promovente acatará esta disposición en lo procedente a las actividades de mitigación o reducción de emisiones que implemente, particularmente para la generación de energía eléctrica mediante la suscripción de un contrato con una empresa de cogeneración mediante procedimientos, genéricamente clasificados como “producción a través del empleo de energías limpias”.</p>

III.1.9.1 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MATERIA DEL REGISTRO NACIONAL DE EMISIONES.

Este ordenamiento reglamenta a la Ley General de Cambio Climático en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones (Tabla III.9).

Tabla III.9

Vinculación del proyecto con las disposiciones de del Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia de Registro Nacional de Emisiones.

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Artículo 3.- Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los establecimientos sujetos a reporte, los siguientes:</p> <p>I...</p> <p>VI. Sector Comercio y Servicios.</p> <p>a)..</p> <p>e) Subsector turismo.</p>	<p>La empresa promovente del proyecto, como parte del subsector turismo, compromete el cumplimiento de esta disposición en el caso de que la tipología y el volumen de las emisiones directas o indirectas que pudieran emitirse así lo demanden.</p>
<p>Artículo 4: Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:</p> <p>.....</p> <p>e. Subsector turismo:</p> <p>e.1. Hoteles, moteles y similares;</p>	<p>De acuerdo a esta clasificación, la empresa promovente del proyecto se ajustará a sus alcances.</p>
<p>Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones:</p> <p>I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;</p> <p>II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;</p> <p>III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;</p> <p>IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;</p> <p>V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales;</p>	<p>La promovente se ajustará a las obligaciones derivadas de los lineamientos de este artículo según se evidencia en la relación de estrategias de mitigación y/o compensación que se detallan en el capítulo VII de este DTU.</p>

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y</p> <p>VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación.</p>	
<p>Artículo 12. La presentación del reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero ante el Registro se realizará a través de la Cédula de Operación Anual y se sujetará al siguiente procedimiento:</p> <p>I. En el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de cada año, los Establecimientos Sujetos a Reporte deberán integrar al Registro la información de sus Emisiones Directas e Indirectas generadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año inmediato anterior;</p> <p>II. La Cédula de Operación Anual se presentará en formato impreso, electrónico o a través del sitio web de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;</p> <p>III. La Secretaría contará con un plazo de 20 días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en caso de no ser así, por única vez, podrá requerir al promovente para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de 15 días hábiles contados a partir de su notificación;</p> <p>IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por reportadas las Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, y</p> <p>V. En caso de que el Establecimiento Sujeto a Reporte no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción III de este artículo, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual, únicamente en lo relativo al reporte de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.</p> <p>La información sobre Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, presentada en los</p>	<p>De ser procedente la presentación del reporte al que alude esta disposición, la empresa se ajustará al alcance detallado en el presente artículo</p>

DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<i>términos señalados, no exige a los Establecimientos Sujetos a Reporte de Llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan.</i>	

III.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET): el ordenamiento ecológico del territorio es uno de los instrumentos de la política ambiental (fracción XXIV del artículo 3° de la LGEEPA), cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación¹ 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; esta definición es transcrita de la que establece la LGEEPA en la fracción XIII de su artículo 3°.

Respecto a este instrumento la LGEEPA dispone cuatro distintos tipos de Programas: el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales (POER's), los Programas de Ordenamiento Ecológico Locales (POEL's) y los Programas de Ordenamiento Ecológico Marinos.

Del análisis anterior, queda en evidencia que, dependiendo de la naturaleza, características y fundamento de cada uno de los cuatro diferentes tipos de programas de ordenamiento ecológico antes señalados, algunos de ellos regulan el uso de suelo y las actividades productivas, en tanto que otros inducen a la regulación del uso del suelo y de las actividades productivas a través de lineamientos y estrategias orientadas a la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

La relación de estos programas, en materia del cumplimiento ambiental de sus disposiciones, con las iniciativas de obras y actividades, por parte de los gobernados se sustenta en la aplicación del derecho vigente, es decir, en la observancia de los instrumentos vigentes, entendiéndose por éstos a los instrumentos que se encuentran en vigor dentro de un ámbito territorial determinado y que el estado considera obligatorios.

Basado en lo anterior se hace el siguiente análisis de la procedencia de considerar la aplicabilidad de los programas de ordenamiento jurídicamente vigentes y cuyo alcance incide sobre el espacio territorial que ocupará el proyecto y su área de influencia.

III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT).

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)¹: este instrumento entró en vigor el 8 de Septiembre de 2012, de acuerdo a la disposición establecida en el transitorio único del Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del mismo año.

¹ Preservación: el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales (fcc. XXIV, artículo 3° de la LGEEPA).

El Decreto correspondiente se fundamenta en cuatro artículos, el segundo de los cuales establece:

ARTICULO SEGUNDO.- En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática

Se destaca en esta disposición que la observancia obligatoria vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales, esto es, a través de esa vinculación se concreta el carácter inductivo de este instrumento hacia los particulares. Además en su artículo tercero, el Decreto dispone:

ARTICULO TERCERO.- De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Esta disposición confirma el carácter obligatorio del POEGT por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, hecho que se confirma con el alcance que se define en el quinto párrafo del capítulo introductorio del POEGT, mismo que se expresa en los siguientes términos:

El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF. (El subrayado es nuestro).

Con base en lo antes expuesto, resulta obvio el carácter inductivo, para los gobernados, del POEGT y a ello se añade la limitación que surge de la escala de trabajo a la que se desarrollaron las herramientas sobre las que se constituyó este instrumento.

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran 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 la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1: 2,000,000 empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Se destaca que, independientemente del carácter inductivo del POEGT, en este apartado del DTU-r se hace un análisis de la forma cómo el proyecto se alinea a las

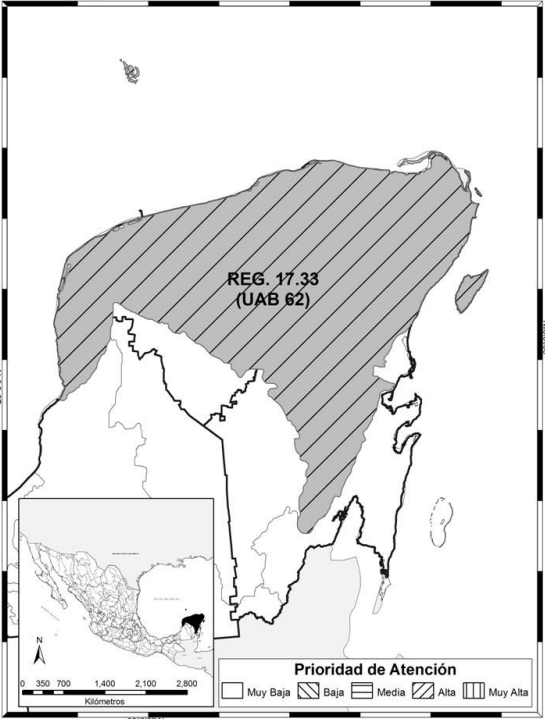
disposiciones y a las estrategias sectoriales definidas por el instrumento, esto es, cómo el proyecto ofrece coincidencias con los lineamientos inductivos del instrumento y que pudieran resultar destacables de cada uno de los tres grupos establecidos en documento del POEGT, además es conveniente precisar que la definición que presenta la guía², en relación al espacio geográfico en el cual pretende establecerse el proyecto, esto es el sistema ambiental regional (SAR), incorpora en dicha definición precisamente el carácter regional del enfoque que debe darse al documento que integre los estudios que sustenten al DTU-r y, por lo tanto, el esquema de regionalización utilizado para definir el SAR fue el que define el POEGT habiendo considerado en tal sentido las regiones y unidades ambientales biofísicas que se analizan en la Tabla III.10.

En la tesis en la que se realiza del POEGT se destaca que, solo las estrategias relativas a la protección de los recursos naturales y a la restauración, integradas al grupo I (dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio) son consideradas en el presente ejercicio pues en ellas se registran coincidencias que pudieran evidenciar la congruencia del proyecto con el POEGT, ello justificado por el hecho de que el proyecto además de que tampoco incidirá sobre el sistema social o de infraestructura urbana en los términos y alcances que define el propio POEGT, ya que su trayecto se establecerá exclusivamente sobre terrenos rurales. Por lo que se refiere a las estrategias orientadas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, resulta obvio que están dirigidas a la actuación de diferentes órdenes de gobierno y no a los particulares.

En este contexto, el proyecto se desarrollará dentro del espacio geográfico delimitado para la 62 y el análisis del alcance de las estrategias sectoriales detalladas en el POEGT pone en evidencia la absoluta coincidencia de los detalles de diseño y de la operación del proyecto con ellas (Tabla III.10); en este sentido, en la tabla siguiente se hace un análisis de coincidencias solo con aquellas que pudieran tener relación con el proyecto.

² Sistema ambiental (regional): espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socioeconómico **de la región** donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Tabla III.10
Cuadro sinóptico de las disposiciones del POEGT coincidentes con el proyecto

	<p style="text-align: center;">REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33</p> <p style="text-align: center;">Unidad Ambiental Biofísica que la compone:</p> <p style="text-align: center;">62. Karst de Yucatán y Quintana Roo</p>				
<p style="text-align: center;">Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo</p>		<p>Superficie en Km²: 59,542.35 Km²</p>	<p>Población Total: 2,982,494 hab</p>	<p>Población Indígena: Maya</p>	
<p>Estado Actual del Medio Ambiente 2008:</p>	<p>Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>				
<p>Escenario al 2033:</p>		<p>Inestable a Crítico</p>			
<p>Política Ambiental:</p>		<p>Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable</p>			
<p>Prioridad de Atención:</p>		<p>Alta</p>			
<p>UAB</p>	<p>Rectores del desarrollo</p>	<p>Coadyuvantes del desarrollo</p>	<p>Asociados del desarrollo</p>	<p>Otros sectores de interés</p>	<p>Estrategias sectoriales</p>
<p>62</p>	<p>Preservación de Flora y Fauna - Turismo</p>	<p>Desarrollo Social - Forestal</p>	<p>Agricultura - Ganadería</p>	<p>Pueblos Indígenas</p>	<p>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</p>
<p>Estrategias. UAB 62</p> <p>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</p>					
<p>A) Preservación</p>		<p style="text-align: center;">1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>Coincidencias con el proyecto: Las estrategias orientadas a la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados y que potencialmente pueden generarse por la construcción, operación, mantenimiento y/o abandono del proyecto, están orientadas a la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; las otras dos estrategias de la UAB escapan al alcance y competencia del promovente.</p>			

B) Aprovechamiento sustentable	<p>4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</p> <p>5. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</p> <p>6. Valoración de los servicios ambientales.</p>
	<p>Coincidencias con el proyecto: Si bien el proyecto incidirá en el ecosistema de selva mediana subperennifolia y pretende remover 6.37 has de su vegetación, en general no se realizará ningún otro tipo de uso consuntivo de los recursos y, respecto a la valoración de los servicios ambientales, estos se dimensionan en su plena magnitud, según queda en evidencia en el apartado IV.3 de este DTU.</p>
C) Protección de los recursos naturales	<p>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</p> <p>10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</p>
	<p>Coincidencias con el proyecto: El alcance de estas disposiciones rebasa a la competencia de la promovente ya que se trata de acciones orientadas a implantar verdaderos actos de autoridad; además la promovente como gobernado no tiene facultades para formular reglamentos de ninguna índole.</p>
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>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.</p>
E) Desarrollo Social	<p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>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.</p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>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.</p>

Las políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. En el instrumento que se analiza, su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo que asegure de mejor manera la

sostenibilidad. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala, las cuales fueron analizadas y con base en su coincidencia, se determinó la congruencia del proyecto con tales disposiciones, sin embargo, si bien el orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que desea imprimir el Gobierno Federal en cada UAB, es un hecho que son las políticas, y las estrategias establecidas en el POEGT, las que concretan esas proyecciones.

En conclusión, y sobre la base del alcance descrito en los textos antes transcritos y analizados se confirma el carácter inductivo del POEGT para el gobernado y, consecuentemente su carácter nugatorio para los efectos de este análisis vinculatorio.

Por lo que respecta a otras modalidades de Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET's), particularmente las de carácter regional o local, definidas por la LGEEPA en la fracción VI de su artículo 19, no se identificó ningún POET.

III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

De acuerdo con lo que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo^{II} (POELS), el predio de estudio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 17 (Figura III.1) denominada Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco (Tabla III.11) cuya política ambiental es determinada en este instrumento como de **conservación**, la cual es definida como:

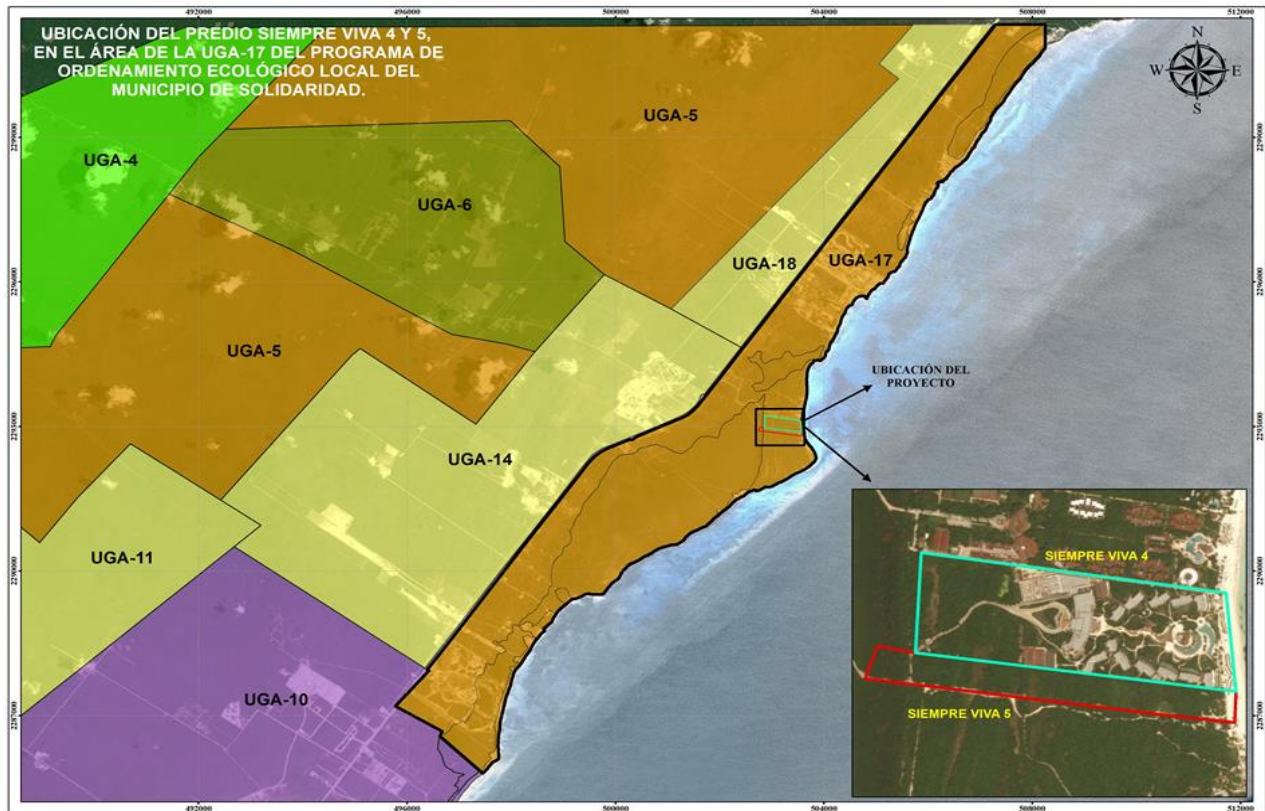
La permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para las generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades.

En el mismo sentido la vocación de uso de suelo en la UGA es **turístico**, y se define como:

Aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo; así como de la infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados para soportar esta actividad en los términos que establece la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables

En virtud de lo expuesto y considerando que el uso de suelo al que se destinará el área de estudio es turístico, se deduce que el proyecto **Ampliación Playa Maroma** es un proyecto congruente con el uso de suelo señalado en el POEL del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.

Figura III.1
Ubicación del predio en contexto con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo



La superficie de la UGA 17 es de 2,922.96 has y el diagnóstico que se hace de ella en el POELS se concreta en que en el espacio que ocupa la UGA se presenta, en varias de sus secciones, amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily; ello obligó a los redactores de este instrumento a definir nueve estrategias ambientales específicas dentro de las cuales destaca la que se refiere al mantenimiento de la cobertura de manglar y la restauración de aquellas áreas previamente alteradas y, para el uso de suelo turístico dispone 50 criterios de regulación ecológica (Tabla III.11).

Tabla III.11
Unidad de Gestión Ambiental 17. Corredor turístico Punta Brava – Xcalacoco

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		17	
NOMBRE	CORREDOR TURÍSTICO PUNTA BRAVA - XCALACOCO		
POLÍTICA AMBIENTAL	Conservación		
SUPERFICIE	2,922.96 hectáreas	Porcentaje municipal	1.47 %
ESCENARIO INICIAL	Esta unidad presenta en varias de sus secciones amplias áreas ocupadas por manglares, los que se ubican entre la costa y la vegetación de selva lo que condiciona el desarrollo turístico en la actualidad, la vegetación existente se encuentra fragmentada, y recientemente afectada por los huracanes Wilma y Emily.		
TENDENCIAS	Se prevé un crecimiento de baja densidad que permita mantener la mayor parte de la vegetación existente como parte de las áreas naturales dentro de cada desarrollo. La existencia de manglares lleva a la realización de diseños novedosos para la industria turística		
LINEAMIENTOS AMBIENTALES	La ecoeficiencia es el elemento clave que distingue a los desarrollos de esta zona, se logra una integración de los elementos naturales en el diseño de los proyectos que elimina prácticas de alto impacto ambiental. El manejo de residuos sólidos, manejo y disposición final de aguas residuales operan bajo estándares superiores a los establecidos en la normatividad vigente.		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<ul style="list-style-type: none"> ° Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran. ° El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece. ° Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable. ° Se realiza una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos ° Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos. ° Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación ° No se genera contaminación al manto freático ni al suelo. ° Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles. ° Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. ° Los desarrolladores reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos. 		
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Turística		
USOS CONDICIONADOS	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina		
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero		
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS	
	Turístico	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.	
	Marina	11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.	
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.	
	Suburbano	13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.	
	UMA's	04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.	
	Deportivo	06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.	
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.	
	Comercial	06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.	
	Reserva natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.	
Equipamiento	32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.		

Para evidenciar la viabilidad del proyecto con las disposiciones de este instrumento se realizó el análisis de cumplimiento del proyecto con los alcances de los criterios

de regulación ecológica de aplicación general (CG) (Tabla III.12), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, como lo es el espacio que ocupa el área del proyecto en operación y el pretendido espacio para su ampliación, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares y los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE) (Tabla III.13), que son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares y que en este caso corresponde a los criterios específicos de uso turístico.

Tabla III.12
Criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG)

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, considerado de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El proyecto se ajustará a lo indicado en el presente criterio, prueba de ello es que se elabora el presente DTU para ser sometido a consideración de la autoridad federal competente y, satisfechas las formalidades aplicables, obtener la autorización en materia de impacto ambiental y en materia forestal para la preparación, construcción y operación de la ampliación del proyecto PMI. En el mismo sentido, en este capítulo III del DTU, al hacer el análisis de cumplimiento de las disposiciones vinculantes se está evidenciando el cumplimiento de este criterio.
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Para dar cumplimiento a este criterio, en el anexo VII.5 (capítulo IX) del presente estudio se presentan los lineamientos del programa de rescate selectivo de vegetación, en el cual se indican 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, con lo cual se cumple con el alcance de esta disposición.
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.	Para dar cumplimiento a este criterio, en el anexo VII.6 (capítulo IX) del presente estudio se presentan los lineamientos del programa de protección de los individuos de fauna silvestre, en el cual se indican los métodos y técnicas a aplicar con base en conocimiento de las especies presentes en el área, con lo cual se cumple con el alcance de esta disposición.
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 jardinería que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	Para dar cumplimiento a este criterio, en el anexo VII.7 (capítulo IX) del presente estudio se presentan los lineamientos del programa de arborización y jardinería, en el cual se indica que el proyecto incorporará a sus áreas verdes vegetación nativa y únicamente empleará 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. La proporción a emplear entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos es de 4 a 1.
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	Este criterio se cumple con la estrategia que se presenta en este DTU para destinar más del 77% de la superficie de los terrenos involucrados en este proyecto a una política que evite el fraccionamiento del ecosistema de

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	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.	pantanos de Punta Bete a Punta Maroma, transfiriendo sus densidades e indicadores de despalme al predio formado por los terrenos Siempre Viva IV y Siempre Viva V, según se detalla en el capítulo II de este DTU; esa estrategia se sustentó en el Estudio de Zonificación que, como anexo III.2 se integra a este DTU, en el cual se evidencia que en el predio no hay áreas perturbadas y tampoco posee vegetación secundaria o de acahual, sin embargo, el diseño del proyecto se orienta a conservar la continuidad de las zonas con vegetación natural de manglar o relacionada directamente con el manglar, como es la de los terrenos La Ceiba y Zacil Ha.
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.	Como parte de las actividades del proyecto, se rescatará y aprovechará la tierra vegetal que se remueva; se hará uso del material producto del despalme y del desmonte para el mejoramiento de suelo de las áreas verdes del proyecto y, en caso de ser necesario se realizarán donaciones de dicho producto. Todo ello queda evidenciado en el capítulo II de este DTU.
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.	Las aguas residuales que se generen como resultado de la operación del proyecto, serán sometidas a tratamiento en la planta de depuración que actualmente opera en el Hotel y que también recibirá las aguas de la fracción en que ampliará sus operaciones. La descripción del sistema de tratamiento se detalla en el capítulo II de este DTU.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario	Se cumplirá con el presente criterio, ya que el diseño del proyecto prevé que la canalización del drenaje pluvial este separado del drenaje sanitario
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	El diseño del drenaje pluvial se ajustará a estos lineamientos: dispondrá de trampas para retener grasas, sólidos o sedimentos y se someterá a la aprobación de la autoridad competente con sustento en la disposición jurídica 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.	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen para la construcción del proyecto provendrán de fuentes que cuenten con las autorizaciones correspondientes y vigentes.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En el proyecto, para el control de pestes y plagas solo se hará uso de sustancias 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 del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	El área de estudio se ubica fuera de un centro de población y su superficie es mayor a las 5 hectáreas, por lo que en cumplimiento del presente criterio, en el anexo VII.8 (capítulo IX) se presenta el programa de monitoreo de desempeño ambiental del proyecto en el cual se establecen los indicadores de calidad ambiental que permitirán identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permiten medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	En ningún caso los residuos derivados de las obras se colocarán sobre la vegetación dentro del predio ni la vegetación circundante. Para el manejo adecuado de este tipo de residuos, se destinará una área dentro de la superficie que después vaya a ser utilizada, para el acopio temporal y su posterior trasladado al sitio de disposición final autorizado.
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 excluyen de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	En el proyecto no se utilizarán, bajo ninguna circunstancia, especies de flora y fauna exóticas o invasoras que estén incluidas en el listado de la CONABIO. Únicamente se podrán emplear especies exóticas que no estén incluida en el listado de la CONABIO, en las áreas modificadas. Para la conformación de áreas verdes y jardines se podrán utilizar especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona.
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.	Si bien en el predio de estudio se identificó la presencia de especies de fauna incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se considera que el presente criterio solo aplica al proyecto por lo que se refiere al arribo esporádico de tortugas marinas a la zona de playa, en tal virtud las acciones de protección que se propongan a la autoridad para proteger esta etapa del ciclo reproductivo de las tortugas se integrarán al plan de manejo ambiental que se presenta como anexo VII.8 (capítulo IX) de este DTU. Por lo que se refiere a otros elementos de la fauna, y como resultado de las observaciones y levantamiento de registros en campo como del análisis de la bibliografía, se determinó que el predio no constituye un área de anidación o reproducción de otras especies de vertebrados. Sin embargo se realizarán actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna, para evitar daño a los individuos de fauna presentes en el área.
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 sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	Debido a que el área del proyecto se ubica cerca al centro de población Playa del Carmen, se considera que no será necesario la construcción de un campamento, sin embargo en caso de ser requerido se atenderán las indicación del presente criterio.
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	Dentro de las actividades del proyecto, no se ha considerado como una opción el uso de fuego en ninguna de sus etapas, por lo que el presente criterio no aplica
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.	Durante las etapas de preparación y construcción, semestralmente se realizará un plano georreferenciado de las áreas aprovechadas dentro del predio, en el cual se especificará el tipo de vegetación afectada y su superficie; este documento será anexado a los informes de cumplimiento que la autoridad determine pertinentes.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	En virtud que este proyecto formará parte de un proyecto preexistente, no será necesaria la apertura de nuevos caminos de acceso, por lo que el presente criterio no es aplicable al proyecto.
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos	El proyecto PMI no utiliza agua de red pública, tienen dos pozos de extracción autorizados por Conagua (anexo III.3)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	las coordenadas geográficas de ambos pozos son las siguientes: Pozo 1 Latitud Norte 20°44'30.9", Longitud Oeste 086°58'41.0" Pozo 2 Latitud Norte 20°44'30.6", Longitud Oeste 086°58'41.3" En cuanto a la distancia de los pozos de extracción del hotel, están a 1.3 km del mismo De acuerdo a lo anterior se considera que se cumple con el presente criterio ecológico (Anexo III.3)
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 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.	Para prevenir el derrame de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes, en la etapa de preparación del sitio y construcción se evitará que se hagan mantenimientos preventivos en el AeP y, los mantenimientos de tipo correctivo deberán realizarse aplicando las medidas preventivas de protección al suelo, como el empleo de "kit's antiderrames"; En la etapa de operación del proyecto ampliado se deberán seguir las acciones descritas en el programa de manejo de residuos, mismo que se presenta como anexo VII.4 (capítulo IX), el cual además contiene las especificación para el adecuado manejo, almacén temporal y disposición final de los residuos peligrosos.
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.	Debido a las características del proyecto, en ninguna de sus etapas se ha previsto el uso de explosivos. Sin embargo, en el caso de ser necesario usar explosivos se dará cumplimiento al presente criterio.
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.	Los residuos peligrosos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán acopiados temporalmente en el almacén de residuos peligrosos que actualmente opera en el hotel PMI, mismo que se ajusta a las especificaciones de la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia y, como sucede actualmente, antes de que se cumpla el tiempo dispuesto por la Ley, dichos residuos serán entregados a una empresa que disponga de los permisos vigentes para el transporte, almacenamiento y disposición final de dichos residuos.
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.	De acuerdo con la especificación de este criterio, el predio de estudio se ubica en la zona costera del Municipio Solidaridad ya que se sitúa 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).	El proyecto se ajusta y se ajustará a estas disposiciones, según queda en evidencia con la descripción de las obras detallada en el capítulo II de este DTU-B.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p>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 intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto.</p> <p>Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto.</p> <p>Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas 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>	
CG-26	<p>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.</p>	<p>Durante los trabajos de campo realizados en el AeP y, lo mismo en el espacio que actualmente ocupa el hotel PMI no se detectaron indicios de vestigios arqueológicos, por lo que no será necesario obtener previo al inicio de las actividades del proyecto la autorización del INAH. En el remoto caso de hallarse algún vestigio arqueológico durante las actividades del proyecto se dará aviso inmediato a dicha institución.</p>
CG-27	<p>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.</p>	<p>El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que este no es una obra de infraestructura o equipamiento regional de interés público.</p>
CG-28	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé la necesidad de aprovechamiento de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales; sin embargo en la eventualidad de que en algún momento y por razones fuera del proceso de planeación del proyecto se requiriese emplear recursos de esta naturaleza, estos provendrán de UMA's o productores forestales autorizados.</p>
CG-29	<p>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>	<p>Previo al inicio de las obras del proyecto se realizó un estudio de mecánica de suelos, ya que el mismo es indispensable para el cálculo de la altura de los edificios. Este estudio fue realizado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.</p>
CG-30	<p>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>	<p>El presente criterio no aplica al proyecto debido a que no se tiene prevista la instalación de campamento de construcción. Sin embargo, en caso de establecerse un campamento de construcción, en cumplimiento con el presente criterio, se implementará un programa de información y capacitación ambiental para los</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		trabajadores que viven en los campamentos de construcción
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse un programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que en el predio no se ha detectado la presencia de cavernas, secas o inundadas.
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.	<p>El proyecto considera la incorporación de cuatro predios: La Ceiba y Zacil Ha, los cuales ocupan una superficie equivalente al 77.11% del área total que se considera para el proyecto; también se incluyen los predios Siempre Viva IV con 16.8 has y el predio Siempre Viva V con 6.43 has de extensión. Los dos primeros predios con una población importante de manglar, no serán afectados, por el contrario serán destinados a la conservación durante todo el lapso de vida útil del proyecto PMI. El tercer predio, Siempre Viva IV alberga al desarrollo turístico hotelero aprobado en materia de impacto ambiental desde el año 2006 con el oficio resolutivo S.G.P.A/DGIRA.DEI.0551.06 y el último, Siempre Viva V, es el que se destinará a la ampliación considerada en el presente proyecto.</p> <p>Como consecuencia de lo antes expuesto y toda vez que el Sistema Ambiental Regional integra una superficie importante el humedal denominado “Unidad de Humedales costeros Punta Bete – Punta Maroma”, caracterizado por sus poblaciones de manglar es que, el promovente asume la responsabilidad de ajustar su proyecto a las disposiciones del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y a los lineamientos de la NOM-022-SEMARNAT-2003.</p> <p>Las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre en relación a la protección de los manglares se detallan en su artículo 60 TER, en este sentido cabe destacar que en el área de establecimiento del proyecto, sus obras y/o componentes no interviene de manera directa sobre algún humedal parte del manglar, ni mucho menos considera la remoción, el relleno o el trasplante de individuos o poblaciones de individuos de manglar, por el contrario, promueve su conservación. Tampoco se prevé que pudiera afectarse el flujo hidrológico ni el flujo subterráneo de las comunidades de manglar establecidas en el SAR y ello queda evidenciado en el apartado respectivo del capítulo IV de este DTU, consecuentemente los servicios ambientales que ofrece este ecosistema no serán modificados. De acuerdo a lo anterior el proyecto respetará la integralidad del flujo hidrológico del humedal de manglar establecido en el SAR y coadyuvará a la conservación de aquellas poblaciones presentes en los predios Zacil Ha y La Ceiba. En el AeP se registra la presencia de una pequeña superficie en la cual está establecida una comunidad de mangle botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>), la cual no será alterada ni con la remoción, ni con la poda o el trasplante que pudiera afectar la integralidad del flujo hidrológico, dicha comunidad permanecerá intocada y rodeada de una franja de amortiguamiento que fortalezca su conservación. En este sentido, se asevera que no se identifica ninguna parte de la obra o alguna actividad del proyecto que pudiera incidir de manera negativa sobre la integralidad del área donde están establecidos los</p>



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>manglares ni tampoco de su zona de influencia, favoreciendo la conservación de su estructura actual; y consecuentemente no se interrumpirá la continuidad de la unidad del humedal en el contexto del SAR.</p> <p>Por lo antes expuesto se destaca que, el proyecto no violenta las prohibiciones del Artículo 60 TER de la LGVS dado que, además, no removerá ni podará vegetación de manglar, ni rellenará algún humedal de manglar, tampoco trasplantará, ni podará, ni realizará cualquier obra o actividad que pudiera afectar la integralidad de:</p> <p>a) <i>El flujo hidrológico del manglar.</i> El proyecto no afectará las áreas actualmente pobladas con manglar, particularmente las establecidas en el SAR, y su diseño no incide de manera negativa en el mantenimiento del flujo hidrológico de dicho humedal de manglar ya que las obras que se requiere realizar para la construcción de las nuevas edificaciones del proyecto, no interrumpen el flujo hidrológico superficial y subsuperficial del humedal, toda vez que se realizarán en áreas distantes de este.</p> <p>b) <i>El ecosistema y su zona de influencia.</i> La ubicación y el sembrado del proyecto NO INCIDIRÁN de manera negativa sobre el ecosistema de manglar y su zona de influencia; las características del comportamiento del flujo hidrológico en el AeP y del flujo superficial y sub superficial en el área del humedal de manglar, descritas en el capítulo IV de este DTU, evidencian su funcionamiento independiente, en razón de lo cual se afirma que, las obras del proyecto (incluida la remoción de vegetación forestal de selva mediana subperennifolia en el AeP), no afectarán al ecosistema de manglar ni a su zona de influencia, dada la distancia que media entre ambos espacios (2.56 metros) y al hecho de que los factores sustantivos del ambiente que determinan el flujo hidrológico son independientes en ambas áreas.</p> <p>c) <i>La productividad natural del ecosistema.</i> El proyecto no afecta, ni directa ni indirectamente áreas pobladas con manglares, ello equivale a afirmar que el proyecto no afectará la productividad natural del ecosistema de manglar, sobre todo si se considera que el concepto de productividad, convencionalmente aceptado es definido como la tasa a la cual la energía radiante es almacenada por la actividad fotosintética en forma de materia orgánica que puede ser utilizada como alimento; en otros términos es la tasa de conversión de energía radiante en energía química y materia orgánica. De acuerdo a estas definiciones, puede interpretarse como afectación a la productividad de un ecosistema la remoción o la poda de parte (o de todos) los individuos que conforman a los productores primarios del ecosistema y, para el caso en análisis, ésta no es la situación de lo que ocurrirá con el establecimiento del proyecto ya que éste no</p>



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>removerá individuos que forman parte del ecosistema de manglar, ni tampoco podará a este tipo de vegetación; la extracción (remoción de vegetación forestal) se centrará exclusivamente en individuos vegetales de la selva mediana subperennifolia.</p> <p>d) <i>La capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.</i> Si se entiende por capacidad de carga <u>a la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad del ecosistema de manglar</u>, entonces se puede afirmar que el proyecto no incidirá de ninguna manera sobre este atributo del ecosistema, ya que no afectará áreas pobladas con manglar, ni modificará, bajo ninguna circunstancia, la zona de influencia de éste. El diseño y la construcción del proyecto garantizan el respeto y la no intervención a las áreas actualmente pobladas de manglar.</p> <p>e) <i>Las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.</i> El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará su valor como hábitat crítico para las especies de fauna. Sin embargo, a través del diseño del proyecto y de un programa de manejo de la fauna y áreas de conservación, se pretende asegurar en todo momento, el mantenimiento de estos servicios ambientales del ecosistema de manglar.</p> <p>f) <i>Las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales.</i> El sembrado del proyecto, no afecta áreas de manglar y por tanto al mantenerlas asegura las interacciones con los ecosistemas vecinos (duna, playa y zona marino-arrecifal) que por cierto tampoco son afectadas por el proyecto.</p> <p>g) <i>O que provoque cambios en las características y servicios ecológicos del ecosistema.</i> El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará sus características y los servicios ambientales (o servicios ecológicos) que le son característicos.</p> <p>En síntesis: el diseño, establecimiento y operación del proyecto se ajusta a las disposiciones del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.</p> <p>Por lo que se refiere a los lineamientos de la NOM-022-SEMARNAT-2003, el proyecto se ajusta a tales disposiciones según se evidencia a continuación:</p> <p>Respecto a las especificaciones sustantivas de este instrumento, el proyecto se ajusta a la correspondiente al numeral 4.0 que literalmente cita: "4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En las solicitudes en materia de impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>4.6.- <i>Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</i></p> <p>Esta especificación se satisface totalmente ya que el proyecto no solo evitará vertir residuos o sustancias que contaminen los humedales del SAR dado que todos los residuos estarán sujetos a un manejo controlado, incluso las aguas residuales sean sometidas a un proceso de limpieza en una planta de tratamiento que ha estado en funcionamiento desde el año 2006, con lo cual se evitará cualquier vertido al medio natural. La estrategia orientada a evitar la degradación del ambiente natural se detalla en el capítulo VII de este DTU.</p> <p><i>“4.12.- Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulces y saladas recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.”</i></p> <p>Esta especificación se satisface a plenitud ya que por su ubicación y diseño, el proyecto no incidirá modificando o alterando el aporte hídrico continental que sostiene a la Unidad de humedales costeros Punta Bete – Punta Maroma; en el mismo sentido, dado que en esta zona la mezcla de aguas dulces y aguas saladas se favorece con el flujo subsuperficial y la cuña salina respectiva y toda vez, que este proceso natural no será afectado por el proyecto debido a que no se realizarán excavaciones, no se establecerán barreras o no desviará los patrones de flujo naturales, no se influirá negativamente en la dinámica hidrológica que favorece las condiciones que sostienen a las comunidades de manglar.</p> <p><i>“4.16.- Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.”</i></p> <p>Esta especificación se satisface íntegramente por cuanto se refiere al Humedal “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma”, ya que la distancia media que separa a este ecosistema del AeP es de:</p> <p>Área de CUSTF 1 al manglar, 11.6 m O, 11.9 m SW; área de CUSTF 2 al manglar: 224.12 m NO, 40.7 m SW; área de CUSTF 8 al manglar 451.38 m al manglar (anexo VII.3 (capítulo IX); sin embargo, en el caso de la población de botoncillo (<i>C. erectus</i>) establecida dentro del AeP, la distancia de la franja de amortiguamiento que se establecerá es rebasada por la longitud dispuesta en la especificación 4.16, por ello y con sustento en la opción que permite el numeral 4.43 de la NOM 022, el proyecto prevé la adopción y puesta en práctica de la estrategia de compensación consistente en favorecer la conservación de</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		<p>ecosistema de manglar establecido en los predios "La Ceiba" y "Zacil Ha".</p> <p><i>4.42.- Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros".</i></p> <p>Esta especificación será satisfecha 6 meses después de que sea aprobado el proyecto.</p> <p>Con base en todo lo antes expuesto, se concluye que:</p> <p>Dada la ubicación, diseño y características de la iniciativa que se somete a consideración de la DGIRA con este DTU, la ampliación del proyecto PMI no representa, bajo ninguna circunstancia, un impedimento, modificación, alteración o barrera del flujo hidrológico del humedal costero Punta Bete – Punta Maroma.</p> <p>Por las razones expuestas, se reafirma que no se afectará la integralidad del ecosistema de manglar ya que no se realizará ninguna operación de desmonte, poda o remoción del manglar; de igual forma no se modificará o alterará la función de este ecosistema como sitio de anidación, refugio, alimentación, ni alterará su capacidad de carga por lo que se mantendrá la integralidad estructural de este ecosistema de manglar.</p>
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 presente criterio no aplica al proyecto, ya que en el predio no se ha detectado la presencia de cavernas, secas o inundadas.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	En ninguna de las etapas del proyecto se dispondrán las aguas residuales en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	En cumplimiento a lo indicado en el presente criterio, en el anexo VII.4 (capítulo IX), de este DTU se presenta documento de lineamientos del plan de manejo de residuos, el cual especifica las acciones que se deberán realizar para el adecuado manejo, acopio temporal y disposición final de los residuos que generará el proyecto.
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 presente criterio no aplica al proyecto debido a que no se trata de un fraccionamiento.

Tabla III.13
Criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), para el uso de suelo turístico

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales		
CE-06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	Para el riego de las áreas verdes (jardines, campos deportivos y áreas con vegetación natural) se utilizará agua tratada proveniente de la PTAR que opera actualmente en el hotel PMI.
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que en el predio no se ha detectado la presencia de cenotes, cuevas inundadas o secas, 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	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que en el predio no se ha detectado la presencia de cenotes, cuevas inundadas, lagunas, cuevas secas, rejolladas o chuntunes.
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's, 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.	Toda vez de que el predio que considera utilizar para la ampliación del proyecto PMI (Siempre Viva V) tiene una superficie de 6.43 hectáreas y que la densidad definida en este POEL para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea, entonces en el predio se podrían construir únicamente 63 cuartos, sin embargo, en la estrategia de la promovente, basada en la disposición del criterio CG-05, se promueve evitar el fraccionamiento del ecosistema que conforman los terrenos integrados a esta iniciativa (La Ceiba y Zacil Ha), los cuales conforman parte del ecosistema de Pantanos Costeros de Punta Bete – Punta Maroma, y con el objetivo adicional de evitar el aislamiento de las poblaciones, se ha agrupado las áreas de aprovechamiento (predios Siempre Viva) con lo cual se asegura mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural, asegurando su conservación a largo plazo, transfiriendo los indicadores de densidad y despalme aplicables a los predios La Ceiba y Zacil Ha para concentrarlos en Siempre Viva IV y Siempre Viva V tal y como se detalla en el capítulo II de este DTU.
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.	Toda vez que en el predio directamente involucrado en los trabajos de ampliación del proyecto PMI existe una pequeña franja de manglar, que no será removida y sí por el contrario será protegida, ésta se incorpora al Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal que incluye además a los manglares de los predios La Ceiba Y Zacil Ha (anexo VII.3, capítulo IX)).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	<p>El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental.</p> <p>El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.</p>	
CE-15	<p>Se consideran como equivalentes:</p> <p>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.</p> <p>Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 l/día.</p>	<p>El proyecto de estudio, pretende únicamente la construcción de cuartos hoteleros, por lo que no será necesario tomar en cuenta las equivalencias presentadas en este criterio.</p>
CE-19	<p>La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.</p>	<p>Toda vez de que el predio que se adicionará (Siempre Viva V) al terreno donde actualmente opera el Hotel PMI (Siempre Viva IV) para poder realizar la ampliación de éste último, tiene una superficie de 6.32 hectáreas y que la densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea, entonces en el predio de podrán construir 63 cuartos, sin embargo, en la estrategia de la promovente, basada en la disposición del criterio CG-05, se promueve evitar el fraccionamiento del ecosistema que conforman los terrenos integrados a esta iniciativa (La Ceiba y Zacil Ha), los cuales conforman parte del ecosistema de Humedales Costeros de Punta Bete – Punta Maroma, procurando su conservación a largo plazo, transfiriendo sus indicadores de densidad y despalme para concentrarlos en Siempre Viva IV y Siempre Viva V. En este sentido, la transferencia de densidades de los terrenos La Ceiba y Zacil-Ha a los predios Siempre Viva IV y Siempre Viva V permitirá la construcción de 136 cuartos, procedentes de la densidad permitida para el terreno La Ceiba (13.6 ha) y 647 cuartos, procedentes de la densidad permitida para el predio Zacil-Ha (64.68) lo anterior ajustándose a la densidad permitida en este instrumento de vinculación (10 ctos/ha).</p>
CE-21	<p>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.</p>	<p>El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no corresponde a un fraccionamiento mixto hotelero-habitacional. El proyecto de estudio corresponde a un desarrollo hotelero.</p>
CE-27	<p>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.</p>	<p>En virtud de que el predio tiene superficie total del 6.32 hectáreas y que la superficie máxima de aprovechamiento es de 35%. Entonces se podría utilizar únicamente 2.21 hectáreas para el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido; sin embargo, dado que la estrategia de la promovente considera evitar el fraccionamiento del ecosistema de los terrenos de La Ceiba y Zacil Ha, los cuales forman parte del ecosistema</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		Pantanos Costeros de Punta Bete a Punta Maroma, destinándolos a una política de conservación a largo plazo y concentrando sus indicadores de densidad y aprovechamiento en los predios Siempre Viva IV y Siempre Viva V para poder adicionar hasta 200 habitaciones y otras instalaciones complementarias. En este sentido, en la superficie del predio Zacil-Há (64.68 ha) se permite un desmonte de 22.64 hectáreas (35%), mientras que en el predio la Ceiba (13.6 ha) el desmonte permitido es de 4.76.
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.	En el predio no existe un sustrato rocoso que tenga que ser modificado.
CE-38	El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.	El suministro de electricidad se hará mediante un contrato de autoabastecimiento con un proveedor autorizado que dispone de la infraestructura de una Central de Cogeneración.
Lineamientos para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo		
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.	La planta de tratamiento de aguas residuales contará con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de estas, de acuerdo a la normatividad vigente de la Ley de Aguas Nacionales. La planta de tratamiento de aguas residuales tiene las siguientes características: A) Dos compresores B) Desarenador para influente C) Clarificadores construidos en placa de acero al carbón. D) Tuberías de PVC E) Bomba dosificadora de químicos con tanque para acloración final F) Bomba antiespuma G) Equipo de Bombeo Duplex H) Tiempo de retención de 24 hrs. I) Cuatro conos clarificadores
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.	La planta de tratamiento de aguas residuales contará con un sistema integral de minimización, tratamiento y disposición final de estas, de acuerdo a la normatividad vigente de la Ley de Aguas Nacionales. La planta de tratamiento de aguas residuales tiene las siguientes características: A) Dos compresores B) Desarenador para influente C) Clarificadores construidos en placa de acero al carbón. D) Tuberías de PVC E) Bomba dosificadora de químicos con tanque para acloración final F) Bomba antiespuma G) Equipo de Bombeo Duplex H) Tiempo de retención de 24 hrs. I) Cuatro conos clarificadores
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.	En cumplimiento a lo dispuesto en el presente criterio el Programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales, se incluye en el Programa de manejo de residuos (Anexo VII.4, capítulo IX)

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		con cuya puesta en práctica de satisficaría el alcance de este criterio.
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.	El diseño constructivo del proyecto prevé asumir medidas ordinarias y extraordinarias para prevenir las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que en el predio no se ha detectado la presencia de cenotes y lagunas interiores o continentales.
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.	En virtud de que al interior del predio no hay cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos que puedan ser utilizados para actividades recreativas, el presente criterio no es aplicable al 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.	En ninguna de las etapas del proyecto se utilizará el manglar para el tratamiento terciario de aguas residuales.
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	En el predio de estudio no se realizarán dragados para el mantenimiento de canales interiores, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
CE-68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	El proyecto no prevé el uso de vehículos motorizados para actividades recreativas dentro del predio del proyecto, sin embargo, en caso de que esto suceda, el proyecto se apegará a lo establecido en el presente criterio.
CE-69	Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	El proyecto se apegará en todo momento a lo que establece el presente criterio.
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	Como parte de las obras y actividades del proyecto, no se ha previsto la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares. Sin embargo, en caso de requerirse su instalación se realizará y presentará de forma oportuna un Programa de Cumplimiento Ambiental,

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	para regular las emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos de acuerdo a la normatividad vigente.
CE-71	Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	En las áreas de desplante de proyecto se instalará una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.
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.	En el proyecto no se prevé el uso de maquinaria que almacene materiales pétreos o agregados, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto.
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.	Debido a las características del proyecto no se prevé la carga y mezclado de materiales pétreos, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto.
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.	Para evitar en la medida de lo posible la dispersión de partículas de polvo, se exigirá que durante el transporte materiales pétreos, estos sean humedecidos y cubiertos con una lona antidispersante que deberá sujetarse adecuadamente.
Lineamientos para la preservación y protección de la biodiversidad		
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.	Se tienen registros eventuales y esporádicos de anidaciones de tortugas marinas en la zona de playa, por lo cual, en el capítulo VII de este DTU se han previsto acciones a implementar durante la operación del proyecto orientadas a minimizar el impacto potencial que pudiera tener sobre la conducta y fisiología de estos quelonios, la presencia de personas, en caso que arriben al sitio del proyecto.
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.	En el área de estudio no se detectó la presencia de cenotes o cuevas, por lo que el presente criterio no aplica al 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.	La delimitación del predio se realizará conforme a lo establecido en el presente criterio, por lo que se permitirá el libre paso de la fauna.
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.	En virtud de que el proyecto de estudio formará parte de un proyecto preexistente, ya se cuenta con un camino de acceso que va desde la carretera federal 307 hasta el predio del cual formará parte del proyecto, por lo que no será necesario que la promotora construya un camino de acceso, en lo que respecta a los caminos al interior del predio se cumplirá con lo establecido en el presente criterio.
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.	Durante las etapas de preparación y construcción, se implementará un programa de rescate y reubicación inmediata de los individuos de fauna silvestre, el cual tendrá como primera opción ahuyentar a la fauna y en

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
		caso de ser necesaria su captura, no se mantendrán en cautiverio para evitar el estrés de los individuos, dando prioridad a su liberación casi inmediata. En la etapa de operación, la fauna podrá hacer uso del área ya que una parte del predio se conservará en estado natural.
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.	Para cumplir con lo indicado en el presente criterio, se mantendrá 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.
CE-87	Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Esta medida se satisfará para los individuos arbóreos que tengan las dimensiones acotadas en el criterio analizado.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	En cumplimiento a lo indicado en el presente criterio, el diseño del proyecto se acoplará al diseño del proyecto que ya está en operación y que colinda al Norte del mismo y del cual formara parte el proyecto de estudio.
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 promovente de la actividad.	No se llevarán a cabo actividades turísticas en las playas, dunas o post-dunas, por lo que se no aplica este criterio al proyecto.
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.	En caso de uso de los vehículos motorizados en las playas, dunas o post dunas, se asegura que se utilizarán 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.
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.	Se mantendrá libre la franja de 10 m, en ella no se prevé ningún tipo de obra permanente o temporal.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	En el predio no se ha registrado vegetación exótica o invasora.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que en predio no se registró la presencia de especies de manglar.
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	El presente no aplica al proyecto, debido a que no se construirán embarcaderos o muelles.
Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente		
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de	El presente criterio no aplica al proyecto de estudio, debido a que en el predio de estudio no se registró la presencia de cenotes o cuevas.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	
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.	Se promoverá la información, concientización y capacitación, a los diversos actores involucrados, de los diferentes programas y actividades que se lleven a cabo a lo largo de todo el proyecto
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.	En cumplimiento a los indicado en el presente criterio, en el 50% de las losas planas se establecerán roof garden, que utilizaran preferentemente especies nativas.
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.	El proyecto no tendrá incidencia en estos ecosistemas. En los límites del predio se presentan dunas de forma estructural, pero no se presentan manchones ni continuos mayores a los 150 m ² , en adición, estas dunas serán mantenidas y reforzadas con operaciones de mantenimiento de su estructura vegetal.
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.	La estructura de la duna costera se mantendrá en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.
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.	Los andadores de acceso a la playa serán construidos de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente y el presente criterio.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	Los accesos a la playa se establecerán sobre terreno natural y solo se podrán delimitar con rocas u otros ornamentos no contaminantes.
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.	La ubicación del terreno, con bajos inundables, particularmente en la temporada de lluvias o por el efecto de huracanes, obliga a desplantar las edificaciones a partir de la cota de 3.25 metros y hasta 3.50 metros.
Y CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se construirán canales interiores.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	Como parte de las obras y actividades del proyecto, no se ha previsto la instalación de plantas de premezclado, dosificadoras o similares. Sin embargo, en caso de requerirse se instalará dentro del área permitida de desmonte, abastecerá únicamente el proyecto durante su etapa de construcción, se retirará al concluir la construcción y el área ocupada por la planta se integrará al proyecto.

III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe^{III} (POEMyRGMyMC), es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El POEMyRGMyMC identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio.

Por otro lado, el POEMyRGMyMC como elemento integrador de políticas públicas permite además dar un marco coherente a las acciones que se ha comprometido México en materia de derecho marítimo, lucha contra la contaminación en los mares, protección de los recursos marinos, combate a la marginación y orientación del desarrollo hacia la sustentabilidad como signatario de gran cantidad de acuerdos internacionales.

El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) está integrada por el área marina y el área regional, mismas que se definen a continuación.

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina, en dichas áreas aplica el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente, así como las acciones generales y específicas que de acuerdo a su ubicación, establece este Programa.

Área Regional, abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

El programa de ordenamiento ecológico incluye 203 unidades de gestión ambiental, cada una incluye una ficha que contiene su toponimia, ubicación y características, como presencia de puertos y áreas de exclusión entre otros datos. Además, las fichas contienen una tabla con las acciones específicas aplicables a la UGA correspondiente. En las fichas se utiliza la abreviatura NA para indicar que una acción no es aplicable en la UGA correspondiente.

De acuerdo con el POEMyRGMyMC, el predio de estudio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 139 (Tabla III.14) que es una UGA tipo Regional de nombre Solidaridad, a la cual le aplican las acciones generales (en total son 65 acciones generales), 62 acciones específicas y los criterios de regulación ecológica para Zonas Costera Inmediata al Mar Caribe.

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con las acciones generales, acciones específicas y los criterios de regulación ecológica para Zonas Costera Inmediata al Mar Caribe.

Acciones generales y acciones específicas.

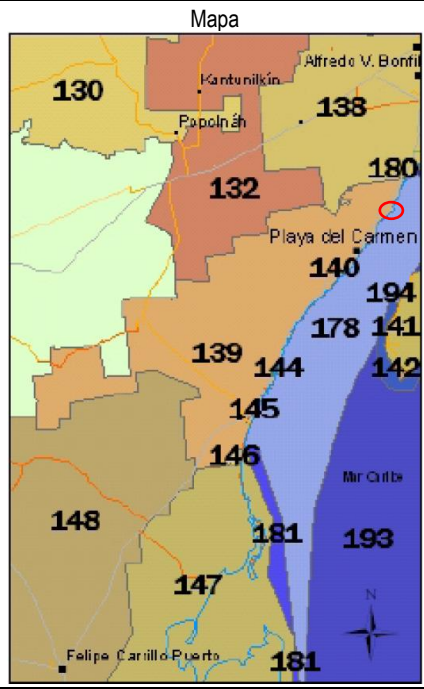
De acuerdo con lo descrito en el anexo 6 del POEMyRGMMyMC, los responsables de la instrumentación y seguimiento de las acciones generales y específicas son las autoridades estatales, municipales o la dependencia y/o entidad de la Administración Pública Federal en el ámbito de sus respectivas competencias, principalmente responsables de llevar a cabo, en el marco de sus atribuciones, las acciones descritas. Entre las dependencias listadas se encuentran las siguientes: CDI, CFE, CONANP, INAH, INAPESCA, PEMEX, SAGARPA, SCT, SE, SECTUR, SEDESOL, SEGOB, SEMAR, SEMARNAT, SEMARNAT (CONAGUA), SENER, SEP, SSA, Estados y Municipios. Es importante mencionar que esta lista no es exhaustiva y no excluye otras dependencias, entidades y autoridades que pudiesen tener atribuciones y facultades relacionadas con su instrumentación.

Con base en lo declarado en el POEMyRGMMyMC se concluye que la ejecución de las acciones generales y específicas, son de observancia para las autoridades en el ámbito de su respectiva competencia.

Si bien la promovente no tiene el alcance, las facultades y/o atribuciones para llevar a cabo las acciones generales y específicas, el proyecto “Ampliación del Proyecto Playa Maroma Inmuebles” no contravendrá o comprometerá la aplicación de dichas acciones por parte de las autoridades en el ámbito de sus respectivas competencias.

Tabla III.14

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

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL #:139							
Tipo de UGA:	Regional						
Nombre:	Solidaridad						
Municipio:	Solidaridad						
Estado:	Quintana Roo						
Población:	135237 Habitantes						
Superficie:	327,226.174 Hectáreas						
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe						
Islas:							
Puerto Turístico:	Presente						
Puerto Comercial:	Presente						
Puerto Pesquero:							
Nota:							
							
Acciones específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL #139							
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = No aplica

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas.

La Zona Costera Inmediata es definida como: la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina. Esta zona es el espacio en el cual se deben promover un conjunto extra de acciones que complementa las acciones definidas por cada UGA. Los criterios de regulación ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas (ZMC) son 14 (Tabla III.15)

Considerando que este espacio de aguas alineadas a la costa reviste particular importancia para el desarrollo de distintas actividades productivas en el ASO se establecieron cinco zonas con base en sus características generales y posibilidades de uso. En particular, el proyecto de estudio se ubica frente a la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (frente del Municipio de Solidaridad), esta zona va desde la línea de alta marea a la isobata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma en las coordenadas 20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W hasta Punta John, en las coordenadas 20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W, con una longitud aproximada de 34.17 km.

Los criterios aplican a la zona costera inmediata del municipio de Solidaridad, Quintana Roo son 25 criterios generales (SOL-G), 14 criterios de regulación ecológica para zonas de nado (SOL-N), 33 criterios de regulación ecológica para zonas de arrecifes (SOL-A) y 7 criterios de regulación ecológica para zonas portuarias (SOL-P).

A continuación se presenta la vinculación de los criterios de la Zona Costera Inmediata y la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con el proyecto de estudio, es importante mencionar que el proyecto de estudio no pretende realizar obras en el área marina (Tabla III.16).

Tabla III.15
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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 construirá ningún tipo de infraestructura en las comunidades arrecifales en ninguna de sus etapas.
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 todo caso, los estudios de impacto ambiental de obras y actividades en esta zona, deberán considerar estudios que demuestren la no afectación y pérdida de estos ecosistemas.	El proyecto no tendrá injerencia con las comunidades de pastos marinos en ninguna de sus etapas.
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 de estudio no se desarrollará en la Zona Costera Inmediata ³ , por lo que dentro de sus actividades no está planeada la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles.
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 incluye el establecimiento de puntos de anclaje.
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 otros ecosistemas representativos.	Dentro de las actividades del proyecto no se tiene previsto la recolección remoción y trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, asimismo el promovente se da por enterado de esta restricción.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avalada por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto no implica la construcción de estructuras promotoras de playa.
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.	Si bien el proyecto no pretende realizar obras en la Zona Costera Inmediata durante todas la etapas del proyecto se contará con un Plan de manejo de residuos que contendrá las especificación para el adecuado manejo, almacén temporal y disposición final de los residuos; la propuesta de acciones a seguir para prevenir el derrame de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes; y la propuesta de acciones a seguir para atender 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.
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	Se tienen registradas anidaciones esporádicas, por lo cual se han previsto acciones a implementar

³ Zona Costera Inmediata: es definida como la franja de aguas marinas acotada por el nivel de pleamar en su porción costera y la isobata de los 60 metros en su porción marina.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	durante la operación del proyecto que minimizará el impacto sobre estos quelonios en caso que arriben al sitio del proyecto. Particularmente se evitará el ingreso masivo de turistas entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.
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, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El diseño y conceptualización del proyecto no contempla realizar actividades en la Zona Costera Inmediata; en la eventualidad de que en el futuro una modificación al proyecto el proyecto considerará realizar actividades en las comunidades arrecifales o en su área de influencia, se tramitaran los permisos correspondientes, que estarán supeditados en los estudios pertinentes
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 proyecto no incluye 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 incluye actividades relacionadas con obras de canalización y dragado.
ZMC-12	Los proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberán contar con estudios de impacto ambiental que incluyan estudios específicos batimétricos, topográficos, de mecánica de suelos y geohidrológicos, donde se 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.	El proyecto no incluye la construcción u operación de muelles.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El proyecto no incluye el uso de embarcaciones. Sin embargo en caso de utilizarse embarcaciones se ajustaran a lo descrito en el presente criterio.
ZMC-14	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 áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a 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.	Esta acción es de competencia de las autoridades ambientales y rebasa las atribuciones del promovente.

Tabla III.16

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
Criterios de regulación ecológica para la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Criterios Generales		
SOL-G-1	Las obras o actividades que impliquen la extracción de arena, los dragados, rellenos, excavaciones y cualquier obra o acción que genere sedimentos en suspensión, o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino, por su impacto en la zona de influencia, deberá considerar los impactos sinérgicos potenciales de dichas obras o actividades, y en su caso, adoptar las medidas necesarias para su prevención y mitigación, de estar sujetas a autorización en materia de impacto ambiental federal.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se extraerá arena, no se harán dragados, rellenos, excavaciones o alguna otra actividad que genere sedimentos en suspensión o modifique directa o indirectamente el contorno del litoral y el fondo marino.
SOL-G-2	Promover y fomentar que en toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación, se apliquen las medidas adecuadas para el manejo de grasas, aceites, emisiones atmosféricas e hidrocarburos, que minimicen la afectación a los ecosistemas. En cuanto a los efectos de la emisión de energías como son vibración, ruido y energía lumínica provenientes de la maquinaria en uso, se acatarán las medidas de mitigación que establezca la autoridad competente.	Si bien el proyecto no pretende realizar obras en la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad ⁴ durante todas las etapas del proyecto se contará con un Plan de manejo de residuos (Anexo VII.4, capítulo IX) que contendrá las especificación para el adecuado manejo, almacén temporal y disposición final de los residuos; la propuesta de acciones a seguir para prevenir el derrame de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes; y la propuesta de acciones a seguir para atender 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.
SOL-G-3	Para aquellos eventos temporales de carácter cultural, recreativo o deportivo que se realicen en la zona marina y que requieran de instalaciones o infraestructura temporales, deberán ubicarse a una distancia mínima de 100 metros de las formaciones arrecifales, y bajo la supervisión de la autoridad competente.	En caso de requerirse instalaciones o infraestructura temporales en la zona marina estas se ubicaran a más de 100 metros de las formaciones arrecifales y bajo la supervisión de la autoridad competente.
SOL-G-4	Evitar la instalación de infraestructura que afecte la dinámica del transporte litoral, incluyendo espigones, geotubos y cualquier barrera que obstruya o modifique los cauces principales del flujo y refluo de marea para evitar el desbalance en los procesos costeros, con excepción de aquellos proyectos para fines de conservación y restauración de playas que impliquen una solución de manejo integral costero.	El presente criterio no aplica al proyecto, en virtud de que no se instalará infraestructura en Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad.
SOL-G-5	Las descargas de aguas residuales de cualquier tipo al mar o a las aguas interiores de recintos portuarios deberán cumplir estrictamente con la normatividad aplicable y con los términos de los permisos que para tales efectos se emitan.	Las aguas residuales no serán descargadas al mar o a aguas interiores, las aguas residuales generadas por las actividades del proyecto serán tratadas en la planta de tratamiento de aguas residuales del hotel y una parte de las aguas tratadas será utilizada en el riego de las áreas verdes y otra parte de las aguas tratadas será inyectada al subsuelo.
SOL-G-6	Evitar el uso de explosivos que puedan dañar formaciones arrecifales y especies asociadas.	Como ya fue mencionado, el proyecto de estudio no pretende realizar actividades u obras en la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad.
SOL-G-7	La autorización para la prestación de servicios acuáticos motorizados, incluyendo motos acuáticas, deportes de arrastre o remolque del tipo parasailing, bananas, ski, y similares, deberá	En caso de que como parte de las actividades del proyecto decida prestar servicios acuáticos, se considera la

⁴ Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad: zona va desde la línea de alta marea a la isobata de 50 m, a lo largo del litoral, desde Punta Maroma en las coordenadas 20°45'3.42"N y 86°56'55.85"W hasta Punta John, en las coordenadas 20°31'32.35"N y 87°10'24.45"W, con una longitud aproximada de 34.17 km.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	considerar la elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema, con el fin de que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes pueda regular el número máximo de embarcaciones que presten estos servicios, propiciando así condiciones de seguridad y evitando daños al ecosistema.	elaboración de estudios técnicos que determinen la capacidad de carga del ecosistema.
SOL-G-8	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, se evitará la acuicultura intensiva o con especies no nativas que implique: la acumulación de materia orgánica compuesta por los restos de alimentos y/o por las mismas materias fecales de los organismos en cultivo; contaminación producida por los agentes químicos utilizados en la construcción, en la protección contra la corrosión y/o en antifijación de organismos incrustantes, así como en pigmentos incorporados al alimento, desinfectantes y diferentes productos utilizados para el control de enfermedades; la abundancia de patógenos provocada por el mantenimiento en condiciones de monocultivo, en altas densidades y en un lugar determinado y por un tiempo prolongado que provocara el contagio de patógenos que afecten a otras especies silvestres; o el posible escape o liberación de los individuos cultivados cuando éstos han sido modificados genéticamente.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que no se realizarán actividades de acuicultura intensiva o con especies no nativas.
SOL-G-9	Promover ante las autoridades competentes la creación de "zonas de refugio" pesquero previstas en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables para la recuperación de las poblaciones y ecosistemas, incrementando el atractivo natural de las zonas.	El proyecto de estudio está dirigido al desarrollo de actividades turísticas, por lo que las actividades de pesca o el promover la creación de zonas de refugio pesquero, está fuera de los alcances del proyecto de estudio.
SOL-G-10	Las actividades de pesca se realizarán preferentemente fuera de las zonas de nado, arrecifales y portuarias.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que no se realizarán actividades de pesca.
SOL-G-11	Fomentar que los distintos tipos de actividades tanto pesqueras, como acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores.	Se promoverá que las actividades acuático-recreativas se realicen en horarios y zonas alternadas para evitar conflictos entre éstas y a través de acuerdos entre los sectores.
SOL-G-12	La pesca deportiva se realizará de acuerdo a la normatividad aplicable, conforme a buenas prácticas y con artes de pesca que minimicen el impacto a las especies capturadas.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no prevé la realización de pesca deportiva.
SOL-G-13	Los responsables de las embarcaciones mayores que transiten en el área, cumpliendo con la normatividad aplicable, dispondrán de un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar.	El presente criterio no aplica al proyecto, en virtud de que no pondrá en circulación embarcaciones mayores.
SOL-G-14	Las marinas y muelles, deberán permitir el libre paso de fauna acuática bajo sus instalaciones.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que no se construirán marinas y/o muelles.
SOL-G-15	Se evitará realizar el mantenimiento, limpieza, reparación de embarcaciones y motores, abastecimiento de combustible y achicamiento de las sentinas en aguas marinas abiertas, fuera de instalaciones portuarias o adecuadas para tal efecto, con excepción de casos de emergencia. En dicho supuesto se deberá notificar a la autoridad competente.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que este no contará con embarcaciones.
SOL-G-16	La instalación de cualquier tipo de infraestructura portuaria, previa Manifestación y Resolución de Impacto Ambiental, se realizará de tal manera que no impacte significativamente en el ambiente debido a: los cambio de flujos marinos, la obstaculización del libre paso de la fauna, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la generación de sedimentos en suspensión, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se instalará infraestructura portuaria.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SOL-G-17	Promover la señalización de las rutas para el tránsito de las embarcaciones en la zona, por parte de la autoridad competente.	Este criterio no aplica al proyecto, ya que está dirigido a la autoridad.
SOL-G-18	Promover programas de monitoreo de calidad del agua con el propósito de identificar las posibles fuentes de contaminación y establecer medidas que eviten y mitiguen daños a la salud pública y a los ecosistemas arrecifales.	Si bien el proyecto no incide en ecosistemas arrecifales, para su operación se implementarán acciones y medidas encaminadas a la prevención de la contaminación, mismas que se describen a detalle en el
SOL-G-19	Se evitará el abandono de embarcaciones.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se hará usos de embarcaciones en el proyecto.
SOL-G-20	El uso de vehículos acuáticos motorizados deberá realizarse en el marco de las autorizaciones expedidas para tal efecto, y evitando daños mecánicos a los arrecifes por encallamientos, por el golpe y arrastre de anclas o alguna parte de la embarcación o motor, derrames de aceites y combustibles, o generación o resuspensión de sedimentos.	Si bien el uso de vehículos acuáticos motorizados no forma parte de las actividades propias del proyecto, en caso de estos sean utilizados, su uso se apegará a lo indicado en el presente criterio.
SOL-G-21	Las embarcaciones utilizarán de preferencia motores de cuatro tiempos, con la finalidad de minimizar la contaminación por hidrocarburos y aceites.	En caso de utilizarse embarcaciones, estas se apegarán a lo descrito en el presente criterio.
SOL-G-22	Por motivos de seguridad de los usuarios, las embarcaciones y la integridad de los arrecifes de la zona, se evitará el acuatizaje de aeronaves.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que en ninguna de las etapas se ha previsto el acuatizaje de aeronaves.
SOL-G-23	Sólo se permite el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, con fines de protección civil y vigilancia.	En caso ser necesario el acuatizaje de hidroaviones en el área de lagunas arrecifales, únicamente se realizará bajo los fines previstos en el presente criterio.
SOL-G-24	Se evitará la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas, a excepción de aquellas que se extraigan, capturen o comercialicen en términos de la normatividad aplicable y de los permisos que para tal efecto haya emitido la SEMARNAT o la SAGARPA.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se realizarán actividades de extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna marina nativas
SOL-G-25	La captura de individuos vivos de especies exóticas sólo podrá realizarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	La captura de individuos vivos de especies exóticas no será parte de las actividades del proyecto. En caso de pretender realizase dicha acción, se hará en apego a lo establecido en este criterio.
Criterios de regulación ecológica para zonas de nado		
SOL-N-1	Las excavaciones y obras hidráulicas para conectar los cuerpos de agua interiores con el mar estarán sujetas a la autorización de impacto ambiental emitida por autoridad competente conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas aplicables. Se observan entre otros efectos potenciales causados los siguientes: la generación de sedimentos, cambios en la salinidad, aportes de materia orgánica, arrastre de contaminantes en el agua como lixiviados, plaguicidas y/o pesticidas, la limitación de la conectividad entre ecosistemas, la alteración de las propiedades bioquímicas y físicas del agua y las estructuras arrecifales.	El presente criterio no aplica al proyecto debido a que no se realizarán excavaciones y obras hidráulicas para conectar cuerpos de agua interiores con el mar.
SOL-N-2	En las áreas de mayor fragilidad ecológica, como son las zonas arrecifales, se evitarán los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	El diseño y las características del proyecto no consideran dentro de sus actividades ningún tipo de deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.
SOL-N-3	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados, se realizará de acuerdo a lo especificado en el presente criterio.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SOL-N-4	Se evitará arrojar al mar objetos, vísceras y otros residuos de la pesca.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que no se tiene previsto realizar actividades relacionadas con la pesca.
SOL-N-5	Con el propósito de prevenir la contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados, deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de estos residuos producidos durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento.	Si bien el proyecto no pretende realizar obras en la Zona Costera Inmediata al Municipio de Solidaridad durante todas las etapas del proyecto se contará con un Plan de manejo de residuos (Anexo VII.4, capítulo IX) que contendrá las especificación para el adecuado manejo, almacén temporal y disposición final de los residuos; la propuesta de acciones a seguir para prevenir el derrame de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes; y la propuesta de acciones a seguir para atender 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.
SOL-N-6	Se instalarán y utilizarán rampas o mecanismos para evitar el derrame de combustible durante el abastecimiento del mismo; asimismo se extraerán del agua los motores y embarcaciones menores que requieran de mantenimiento, con el fin de que éste sea efectuado en tierra, fuera de la ZOFEMAT y de Terrenos Ganados al Mar (TGM).	El proyecto de estudio no contempla el abastecimiento de combustibles, o el mantenimiento de motores menores y embarcaciones, por lo tanto este criterio no es aplicable.
SOL-N-7	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	Si bien el proyecto no tiene previsto que las embarcaciones sean parte del proyecto, si es probable su uso para actividades acuático-recreativas y el tránsito de estas deberá apegarse a lo descrito en el presente criterio.
SOL-N-8	El resguardo de embarcaciones menores se permitirá, siempre y cuando se haga en las zonas ya dispuestas por la autoridad competente (Cocobeach entre la latitud 20°38.240'N y 20°38.100'N; y la zona de El Recodo entre la latitud 20°37.675'N y 20°37.580'N) y no se utilicen cuerdas en la zona de playas, salvo en la zona de El Recodo.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que las embarcaciones no serán parte del proyecto.
SOL-N-9	Se evitará el tránsito de embarcaciones motorizadas fuera de los canales autorizados como canales de navegación.	Si bien el proyecto no tiene previsto que las embarcaciones sean parte del proyecto, si es probable su uso para actividades acuático-recreativas y el tránsito de estas deberá apegarse a lo descrito en el presente criterio.
SOL-N-10	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	Las actividades del proyecto evitarán el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.
SOL-N-11	Los canales de acceso a las lagunas arrecifales tienen como único propósito permitir el ingreso y salida de embarcaciones, por lo que debe evitarse cualquier otro tipo de actividades.	Se evitará el uso de canales de acceso a lagunas arrecifales para alguna otra actividad que no sea con el propósito de entrar y salir.
SOL-N-12	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	Dentro de las actividades del proyecto no se tiene previsto la remoción de pastos y flora marina, sin embargo, en caso de realizarse dicha actividad se solicitará la autorización de la autoridad competente.
SOL-N-13	Durante la época de anidación de tortugas marinas, en playas de desove, se promoverá que el amarre de las embarcaciones no se efectúe en la ZOFEMAT de las 18:00 horas a las 6:00 horas del día siguiente, para no obstruir el arribo de tortugas marinas al área de playa. A excepción de las zonas de fondeo.	Se tiene registrado anidaciones esporádicas de tortugas, por lo cual se han previsto acciones a implementar durante la operación del proyecto que minimizará el impacto sobre estos quelonios en caso que arriben al sitio del proyecto; sin embargo el proyecto no considera el manejo de embarcaciones ni el amarre de las mismas frente a sus instalaciones.
SOL-N-14	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que	Las actividades del proyecto no prevén arrojar cualquier tipo de desperdicio en los arrecifes y suelo marino, la recolección,

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	se cuente con la autorización pertinente. Asimismo se evitará arrojar cualquier tipo de desperdicio en los arrecifes y suelo marino.	remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales.
Criterios de regulación ecológica para zonas de arrecifes		
SOL-A-1	Impulsar y consolidar actividades de restauración arrecifal y rescate de corales mediante la instalación de estructuras u otros métodos para la fijación y propagación de individuos. La manifestación de impacto ambiental que en su caso se presente deberá incluir información que permita evaluar los efectos potenciales de dicha actividad. Asimismo, se desincentivará la construcción de arrecifes artificiales como promotores de playas.	El presente criterio no aplica al proyecto, debido a que esta acción no es competencia de la promovente.
SOL-A-2	Evitar la instalación, colocación o uso de estructuras permanentes, tanto flotantes como fijas, incluyendo palafitos, que permitan la estancia de visitantes en las zonas marinas.	El proyecto no incluye obras en la zona marina.
SOL-A-3	Se evitará la colocación de cualquier infraestructura o instalación que afecte la estructura o función de los arrecifes.	El proyecto no colocará infraestructura o instalaciones en la zona marina, que puedan afectar la estructura o función de los arrecifes.
SOL-A-4	Evitar y desincentivar la instalación y la construcción de infraestructura de cualquier tipo, excepto la requerida y autorizada para fines de conservación y restauración.	Esta acción no es competencia de la promovente.
SOL-A-5	Se evitará el dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra o acción que pueda dañar las zonas arrecifales.	El proyecto no ejecutará acciones de dragado, relleno, excavaciones y cualquier obra o acción que pueda dañar las zonas arrecifales.
SOL-A-6	Promover la educación ambiental y difusión de buenas prácticas ambientales entre los prestadores de servicios que realicen actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales.	El proyecto no incluye actividades recreativas asociadas a estructuras y lagunas arrecifales.
SOL-A-7	Los grupos de visitantes que practiquen buceo snorkel o SCUBA deberán utilizar guías locales (los que desarrollan de manera regular sus actividades en la zona) debidamente acreditados bajo las especificaciones de la NOM-09-TUR-2002, con el propósito de evitar malas prácticas ambientales.	En caso de practicar buceo snorkel o SCUBA en zona de arrecifes, se realizará como se indica en el presente criterio.
SOL-A-8	Se promoverá que los prestadores de servicios turístico-recreativos informen de manera verbal a los usuarios que ingresarán a un área de fragilidad ecológica por lo cual deberán evitar tocar o sustraer cualquier especie de flora y fauna, y con el propósito de evitar afectación a los arrecifes, se evitará también nadar a una distancia menor a un metro del fondo.	El presente criterio no es aplicable al proyecto debido a que este no se trata de un prestador de servicios turísticos-recreativos.
SOL-A-9	Promover como obligatorio la adquisición de seguros de responsabilidad civil o de daños a terceros, por parte de los prestadores de servicios recreativos, con la finalidad de responder de cualquier daño o perjuicio que sufran las estructuras arrecifales por encallamiento u otro tipo de impacto.	El presente criterio no es aplicable al proyecto debido a que este no prestará servicios turísticos-recreativos en zonas de arrecifes.
SOL-A-10	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas con o sin arrastre, el uso de motos acuáticas y la navegación con fines de propaganda comercial.	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras se minimizará o eliminará los deportes y actividades recreativas acuáticas motorizadas.
SOL-A-11	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras (menores a 3 metros), minimizar o eliminar los deportes acuáticos de vela y/o tabla del tipo surf, kite surf, windsurf y similares.	En las áreas con presencia de formaciones arrecifales someras se minimizará o eliminará los deportes acuáticos de vela y/o tabla.
SOL-A-12	Asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, limitando el número máximo de visitantes, para buceo libre, hasta 8 personas por Guía; para buceo autónomo diurno,	El número máximo de visitantes a la zona de arrecifes, para buceo libre y buceo autónomo diurno y nocturno se ajustará a lo indicado en el presente criterio.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	hasta 6 personas por Instructor Guía, y para buceo autónomo nocturno, hasta 4 personas por Instructor Guía.	
SOL-A-13	Propiciar la reglamentación del buceo de especialidad (nocturno, profundo, de corriente y de pecios) y el que se realice con estudiantes o buzos principiantes, bajo los estándares internacionales del sector, con el propósito de asegurar la integridad de los arrecifes. Se procurará que los usuarios cuenten con la certificación de buceo que avale los estándares de seguridad para esta actividad.	El presente criterio no aplica al proyecto de estudio, debido a que el buceo de especialidad no es parte de las actividades proyectadas.
SOL-A-14	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, y de acuerdo a la NOM-05-TUR-2003, NOM-09-TUR-2002 y la NOM-010-TUR-2001, se limitará el número de buzos que visiten cada arrecife a un máximo de visitas de acuerdo al obtenido por la capacidad de carga efectiva calculada conforme a estudios ecológicos específicos de áreas particulares del arrecife.	El presente criterio no aplica al proyecto de estudio, debido a que el buceo y el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales no son actividades que el proyecto haya previsto.
SOL-A-15	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados se llevará a cabo a una distancia mayor a 50 (cincuenta) metros de la costa y en las zonas con estructuras arrecifales de profundidades iguales o mayores a 3 metros.	El uso de kayak, pedalones y artefactos de baja velocidad no motorizados, se realizará de acuerdo a lo especificado en el presente criterio.
SOL-A-16	En la práctica de actividades acuáticas en el arrecife, se evitará el uso de bloqueadores y bronceadores no biodegradables.	En caso de realizarse prácticas acuáticas en arrecife, se evitará el uso de bloqueador y bronceador no biodegradable.
SOL-A-17	Para proteger la integridad de los arrecifes someros, las actividades acuáticas recreativas en sitios con profundidades menores a 3 metros requieren del uso permanente del chaleco salvavidas.	En caso de realizarse actividades acuáticas recreativas en arrecifes someros con profundidades menores a tres metros en uso permanente de chalecos salvavidas será obligatorio.
SOL-A-18	En las lagunas arrecifales y a menos de 100 metros de distancia de las formaciones coralinas, exceptuando los canales de navegación autorizados, se evitará la práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos como acuamotos y lanchas de arrastre para skies, paracaídas, y deslizadores.	La práctica de actividades recreativas que requieran el uso de equipos motorizados acuáticos se ajustará a lo indicado en el presente criterio.
SOL-A-19	Se evitará el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkelero masivos, dado que representan un peligro para la integridad de las estructuras coralinas arrecifales.	El proyecto no pretende el uso o colocación de plataformas que propicien el buceo y snorkelero masivo.
SOL-A-20	En la práctica de actividades recreativas como buceo libre, autónomo y natación, se evitará que los visitantes porten o usen guantes y cuchillos.	En caso de realizar actividades recreativas como buceo libre, autónomo y natación se ajustará a lo indicado en el presente criterio.
SOL-A-21	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales, las actividades de buceo libre y autónomo solamente serán con fines de observación, y se deberán realizar a una distancia mayor a un metro del fondo o de las estructuras arrecifales.	En caso de realizar actividades de buceo libre y autónomo se realizará solo con fines de observación y a una distancia mayor a un metro del fondo o de las estructuras arrecifales.
SOL-A-22	Se evitará el tránsito de cualquier tipo de embarcación sobre formaciones arrecifales y en la zona de nado.	En caso de utilizarse embarcaciones, su tránsito se ajustará a lo indicado en el presente criterio.
SOL-A-23	Todas las actividades que requieran el uso de embarcaciones motorizadas en zonas someras, deberán cumplir con los límites de velocidad establecidos por la Capitanía de Puerto, con el fin de evitar la suspensión de sedimentos en las lagunas arrecifales.	Para evitar la suspensión de sedimentos en las lagunas arrecifales, en caso de utilizarse embarcaciones motorizadas en zonas someras cumplirá con los límites de velocidad establecidos por la Capitanía de Puerto.
SOL-A-24	Para asegurar el aprovechamiento sustentable de los recursos arrecifales y evitar los daños generados por el uso de anclas, las embarcaciones sólo podrán amarrarse a las boyas designadas para tal fin, autorizadas por la autoridad competente (SCT y SEMARNAT). En caso de no existir boyas autorizadas, el anclaje de embarcaciones sólo podrá realizarse en zonas de arenales y ceibadales.	En caso de utilizarse embarcaciones en la zona de arrecife estas deberán amarrarse a las boyas designadas para tal fin, autorizadas por la autoridad competente y en caso de no existir boyas autorizadas el anclaje sólo podrá realizarse en zona de arenales y ceibadales.

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SOL-A-25	Se evitará el uso de motos acuáticas y lanchas rápidas en zonas arrecifales y de nado.	En caso de hacer uso de motos acuáticas y lanchas rápidas se evitará su uso en zonas arrecifales y de zonas de nado.
SOL-A-26	Se evitará el anclaje de embarcaciones.	El proyecto se ajustará a lo indicado en el presente criterio.
SOL-A-27	Se debe evitar la realización de torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticos a una distancia mínima de 200 metros de las zonas arrecifales someras con profundidades menores a 3 metros.	A una distancia mínima de 200 metros de las zonas arrecifales someras con profundidades menores a 3 metros no se podrán realizar torneos, concursos o eventos náuticos motorizados de superficie o subacuáticos
SOL-A-28	Se evitará la navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 metros en las lagunas arrecifales y arrecifes.	En caso de realizar navegación de embarcaciones de motor con calado mayor a 1.5 m. se evitará su navegación en las lagunas arrecifales y arrecifes.
SOL-A-29	La velocidad máxima de las embarcaciones será de 4 nudos en lagunas arrecifales y en áreas de buceo, evitando navegar por encima de los buzos que se encuentren bajo el agua.	En caso de utilizarse embarcaciones en lagunas arrecifales y en áreas de buceo, la velocidad máxima será de 4 nudos, evitando navegar por encima de los buzos que se encuentren bajo el agua.
SOL-A-30	La remoción de pastos y flora marina estará sujeta a autorización de la autoridad competente.	Dentro de las actividades del proyecto no se tiene previsto la remoción de pastos y flora marina en las zonas de arrecifes.
SOL-A-31	Se evitará la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales; salvo en los casos en los que se cuente con la autorización pertinente.	Las actividades del proyecto no prevén la recolección, remoción o trasplante de organismos vivos, muertos o materiales naturales a las zonas de arrecifes.
SOL-A-32	Durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, las embarcaciones procurarán navegar a una velocidad no superior a 4 nudos, para evitar la afectación a dicha fauna.	En caso de utilizarse embarcaciones durante el periodo de arribazón y anidación de tortugas marinas, se procurará navegar a una velocidad no superior a 4 nudos.
SOL-A-33	Se evitará tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales.	Las actividades en la zona de arrecifes se evitarán tocar, pararse, dañar, alterar, asirse, sujetarse o recargarse en las formaciones arrecifales.
Criterios de regulación ecológica para zonas portuarias		
SOL-P-1	La acumulación y disposición de materiales producto del dragado autorizado para el mantenimiento de canales interiores se hará en los sitios designados para dicha acumulación y disposición, debiendo ser acondicionados previamente para contener y filtrar los sedimentos.	En virtud de que no se tiene prevista la actividad de dragado, el presente criterio no aplica al proyecto
SOL-P-2	Las actividades de dragado que tengan por finalidad la restauración, mantenimiento, limpieza de canales y bocas deberán aplicar medidas para minimizar los efectos negativos sobre la vegetación acuática sumergida, las especies de fauna y la calidad del agua.	No se tiene previsto realizar actividades de dragado, por lo que el presente criterio no aplica al proyecto.
SOL-P-3	Se evitarán en esta zona las actividades turísticas y pesqueras.	El proyecto no promoverá las actividades turísticas y pesqueras en zonas portuarias.
SOL-P-4	En situaciones de emergencia, los recintos portuarios podrán funcionar como puertos de abrigo.	Este criterio no es aplicable al proyecto puesto que este no es un recinto portuario.
SOL-P-5	Las marinas, muelles e instalaciones de servicios asociados deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de los residuos producidos durante su construcción, operación y mantenimiento.	El proyecto no es una marina, muelle o instalación de servicios asociados, sin embargo, durante todas las etapas del mismo se contará con un Plan de manejo de residuos que contendrá la especificación para el adecuado manejo, almacén temporal y disposición final de los residuos; la propuesta de acciones a seguir para prevenir el derrame de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes; y la propuesta de acciones a seguir para atender 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. su

CLAVE	CRITERIOS ECOLÓGICOS PARA LA ZONA COSTERA INMEDIATA AL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
SOL-P-6	Se permite el tránsito y resguardo de embarcaciones menores.	El proyecto no tiene previsto el tránsito o resguardo de embarcaciones.
SOL-P-7	Las instalaciones portuarias deberán contar con un sistema de captación, recuperación y manejo de aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos, que pudieran verterse accidentalmente en el mar. Para su uso se coordinarán con las autoridades competentes.	El presente criterio no aplica al proyecto, ya que no se trata de una instalación portuaria.

III.3 DECRETOS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

En las inmediaciones del área geográfica en la cual pretende desarrollarse el proyecto de ampliación del hotel PMI, no existen espacios naturales considerados como áreas naturales protegidas.

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

En este apartado se hace un análisis concreto de las disposiciones contenidas en las NOM's que vinculan a las obras y las actividades con disposiciones de naturaleza ambiental y, por ende son aplicables o requieren ser aplicadas al proyecto para garantizar un entorno adecuado para el personal que habrá de laborar para la empresa, para los usuarios de los servicios turísticos que habrá de ofertar el hotel y para reducir a una mínima expresión el impacto global del proyecto. El análisis se desarrolla en la Tabla III.17; las NOM's que se considera que obligan al proyecto a ajustar su diseño y operación a los lineamientos de sus disposiciones vinculantes se ordenan por materia y, a continuación se detallan las acciones y/o procesos a través de los cuales se acatará dicha disposición.

Tabla III.17
Normas Oficiales Mexicanas vinculantes al proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
Campo de aplicación: agua	
Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-, en una parte, 1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Las disposiciones de esta NOM serán atendidas, particularmente en cuanto a asegurar la calidad de las aguas residuales que genere el hotel; para ello, tal y como se detalla en el capítulo II, se instalará una planta de tratamiento, cuyas aguas semitratadas, en una parte serán utilizadas en el riego de las áreas jardinadas del hotel y el resto serán inyectadas al acuífero para asegurar la inocuidad de la operación. Dichas aguas no habrán de alcanzar el límite máximo permisible que establece la NOM, para ello, tal y como se refiere en el Capítulo II de este documento se llevará el monitoreo permanente de la calidad del agua, tanto de la generada en la planta de tratamiento, como de las que fluyen por el acuífero.
Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	El abastecimiento de agua al hotel estará basado en la extracción de agua del acuífero superficial, la apertura del pozo correspondiente, lo mismo que aquellas otras perforaciones que tuvieran que realizarse durante los estudios geohidrológicos se ajustaran a las disposiciones de esta norma
Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.	Los trabajos que se desarrollen de manera periódica para el mantenimiento de los pozos de extracción de agua, se ajustarán a las disposiciones de esta NOM. La supervisión del cumplimiento respectivo será uno de los objetivos del Programa de monitoreo de desempeño ambiental (PMDA).
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SERMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para	Tal y como se mencionó en el rubro anterior, parte de las aguas residuales tratadas en la PLANTA DE TRATAMIENTO serán reutilizadas en el riego de las áreas jardinadas y en el mantenimiento del área de inundación; se reitera que estas operaciones se ajustarán a las disposiciones de esta NOM y su seguimiento será

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.	monitoreado y valorado con las características y periodicidad que se detalle en el PMDA.
NOM-015-CNA-2007. Infiltración artificial a los acuíferos.- Características y especificaciones de las obras y del agua.	La empresa promovente se compromete a ajustar la infiltración al subsuelo, de las aguas tratadas y las aguas de rechazo de la PTAR, de acuerdo a las especificaciones de esta NOM, tal y como se describe en el capítulo VII de este DTU.
Campo de aplicación: residuos peligrosos, residuos de manejo especial y residuos domésticos	
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	<p>Durante la fase de construcción se prevé la posible generación temporal de aceites gastados durante las etapas de preparación del terreno y construcción. Estos aceites podrán ser generados por la maquinaria pesada que será empleada; también se prevé la generación de otro tipo de residuos peligrosos como restos de pinturas, estopas o trapos impregnados, envases de pintura y aerosoles, etc., por ello en el Programa de monitoreo de desempeño ambiental (PMDA), se incluyen medidas regulatorias para los contratistas que trabajen para la Empresa. Se consideran también medidas concretas para su manejo y confinamiento temporal, así como para su entrega a empresas acreditadas para realizar su disposición final. Estas empresas deberán acreditar su reconocimiento por parte de la autoridad federal correspondiente para tal fin.</p> <p>Por lo que se refiere a los residuos de manejo especial y los residuos de carácter domiciliario (también identificados como residuos municipales), su manejo y disposición se ajustará a las disposiciones de la legislación local aplicable.</p>
Campo de aplicación: protección de especies	
Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.	La aplicación de las especificaciones de esta NOM será asegurada durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, particularmente para identificar el estatus de las especies de flora y fauna establecidas en el predio, si bien dentro del predio del proyecto se identificaron algunas especies listadas dentro de las categorías de riesgo de la norma antes mencionada; sin embargo, el presente documento contempla acciones para proteger y salvaguardar a los ejemplares encontrados dentro del predio.
Campo de aplicación: aire.	
NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Tal y como se describe en el capítulo VII de este DTU, la promovente compromete la observancia de las especificaciones de esta NOM; su aplicación cobrará especial relevancia durante el proceso de construcción, por ello, exigirá, a todos los usuarios de automotores con motor a gasolina que laboren en el proyecto, que sistemáticamente ofrezcan las evidencias del cumplimiento del programa de mantenimiento de sus vehículos.
NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles	En el capítulo VII de este DTU, la promovente compromete la observancia de las especificaciones de esta NOM; su aplicación cobrará especial relevancia durante el proceso de construcción, por ello, exigirá, a todos los usuarios de automotores con motor a diésel que laboren en el proyecto, que sistemáticamente ofrezcan las evidencias del cumplimiento del programa de mantenimiento de sus vehículos.
Campo de aplicación: contaminación por ruido	
Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Las molestias potenciales por generación de ruido emitido por fuentes fijas (PTAR y otros equipos –Chillers, etc.-), se prevé que potencialmente pudieran registrarse durante la operación del proyecto y que, eventualmente pudieran incidir, principalmente sobre los quelonios marinos que arriban a la zona de playa para desovar, por ello, el diseño del proyecto ubica a estos equipos en la zona más distante a la playa; de cualquier forma, durante la primera etapa de la operación se tiene previsto realizar monitoreos nocturnos para determinar el nivel de disturbio sónico (si lo hubiera) y, en esa eventualidad asumir las acciones necesarias para disminuirlos por abajo de los límites máximos permisibles.
Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos	La aplicación de las especificaciones de esta norma cobran especial relevancia durante la etapa de preparación del sitio y construcción ya que en los trabajos respectivos se prevé la utilización de los vehículos considerados en el instrumento que se analiza, por ello su observancia será obligatoria y, si bien, en el Estado y en

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
<p>automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>el Municipio de Solidaridad no se dispone de instalaciones oficiales de verificación, se requerirá a las empresas contratistas que suspendan sus operaciones a partir de las 19:30 horas para evitar que el ruido cause disturbios que pudieran incidir en la biota de hábitos nocturnos.</p>
<p align="center">Campo de aplicación: protección al ambiente y contaminación atmosférica</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental.-Lodos y biosólidos.-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.</p>	<p>La producción de lodos será resultado de la operación de la Planta de tratamiento, durante su funcionamiento se llevará un estricto control de los residuos que se generen, asegurando que estos se ajustarán a los lineamientos de la NOM, lo mismo que su disposición final.</p>
<p align="center">Campo de aplicación: protección de ecosistemas</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar (1)</p>	<p>Desde su emisión este instrumento ha sido cuestionado respecto a su legalidad dado que evidencia diversas Inconsistencias jurídicas, dentro de las cuales destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establece prohibiciones cuando éstas son materia de las leyes. Una NOM debe establecer especificaciones y lineamientos técnicos. • Establece especificaciones basadas en la LAN, cuando no se refiere a ésta en su fundamento jurídico. Del mismo modo, no contempla las atribuciones de la CNA, definidas en la reforma a la LAN de 2004. • Hace referencia para su aplicación a un instrumento inexistente (Programa de Manejo Cuencas Hidrológicas Globales) • Invade competencias constitucionales de los municipios, ya que sujeta el ejercicio de sus facultades a la previa autorización de la Federación, aún más, establece sanciones a servidores públicos municipales que no acaten la disposición • No protege la totalidad de los manglares, excluye a los manglares en áreas urbanas •No contempla la definición de casos de excepción <p>Lo anterior resulta más grave aún ante el hecho de que, de acuerdo con las disposiciones del artículo 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, este instrumento no ha sido sometido al proceso de revisión quinquenal que ordena dicho precepto lo que podría estar comprometiendo su vigencia y aplicabilidad, según se desprende de la transcripción de sus párrafos cuarto y quinto de dicho precepto:</p> <p><i>“Las normas oficiales mexicanas deberán ser revisadas cada 5 años a partir de la fecha de su entrada en vigor, debiendo notificarse al secretariado técnico de la Comisión Nacional de Normalización los resultados de la revisión, dentro de los 60 días naturales posteriores a la terminación del período quinquenal correspondiente. De no hacerse la notificación, las normas perderán su vigencia y las dependencias que las hubieren expedido deberán publicar su cancelación en el Diario Oficial de la Federación (el subrayado es nuestro). La Comisión podrá solicitar a la dependencia dicha cancelación.</i></p> <p>Párrafo adicionado DOF 20-05-1997</p> <p><i>Sin perjuicio de lo anterior, dentro del año siguiente a la entrada en vigor de la norma, el comité consultivo nacional de normalización o la Secretaría podrán solicitar a las dependencias que se analice su aplicación, efectos y observancia a fin de determinar las acciones que mejoren su aplicación y si procede o no su modificación o cancelación.”</i></p> <p>Párrafo adicionado DOF 20-05-1997</p> <p>Sin desconocer el alcance de los planteamientos antes expuestos y asumiendo sin conceder o prejuzgar la validez jurídica del instrumento, así como conservando los Derechos del promovente a salvo de cualquier interpretación diferente al del alcance de la Ley invocada, se destaca que el proyecto se ajustará a todas las disposiciones que le sean aplicables por el marco normativo vigente y vinculante. En tal sentido y dado que, en el polígono que conforma al Sistema Ambiental se registra la presencia de humedales de manglar, el análisis de las disposiciones de esta NOM es imprescindible para evidenciar, numeral por numeral, la absoluta carencia de efectos negativos sobre dichos ecosistemas.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
	<p>Se anticipa que la importancia ambiental de los ecosistemas de manglar es asegurada en cuanto a su conservación por el proyecto, por ello esta iniciativa considera como un objetivo asegurar la conservación del 100% de la zona de manglar existente en el SAR.</p>
<p>4.0 Especificaciones El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; • La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; • Su productividad natural; • La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; • Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; • La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; • Cambio de las características ecológicas; • Servicios ecológicos; • Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros). 	<p>Respecto al alcance de esta especificación, es conveniente reiterar que el proyecto, en su conceptualización integral considera la incorporación de cuatro predios: "La Ceiba" y "Zacil Ha", los cuales ocupan una superficie equivalente al 77.11% del área total que se considera para su desarrollo; también se incluyen los predios "Siempre Viva IV" con 16.8 has y el predio "Siempre Viva V" con 6.43 has de extensión. Los dos primeros predios contienen una población importante de manglar y no serán afectados, por el contrario serán destinados a la conservación durante todo el lapso de vida útil del proyecto PMI. El tercer predio, Siempre Viva IV alberga al desarrollo turístico hotelero aprobado en materia de impacto ambiental desde el año 2006 y el último, Siempre Viva V, es el que se destinará a la ampliación considerada en el presente proyecto.</p> <p>Como consecuencia de lo antes expuesto y toda vez que el Sistema Ambiental Regional integra una superficie importante el humedal denominado "Pantanos costeros Punta Bete – Punta Maroma", caracterizado por sus poblaciones de manglar es que, el promovente asume la responsabilidad de ajustar su proyecto a las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT- 2003.</p> <p>El alcance y las especificaciones de esta NOM en relación a la protección de los manglares se concreta en 43 numerales cuyo análisis se detalla en los siguientes párrafos, en este sentido cabe destacar que en el área de establecimiento del proyecto, sus obras y/o componentes no interviene de manera directa sobre algún humedal, o sobre parte de los manglares que lo pueblan, ni mucho menos considera la remoción, el relleno o el trasplante de individuos o poblaciones de individuos de manglar, por el contrario, promueve su conservación. Tampoco se prevé que pudiera afectarse el flujo hidrológico ni el flujo subterráneo de las comunidades de manglar establecidas en el SAR y ello queda evidenciado en el apartado respectivo del capítulo IV de este DTU, consecuentemente los servicios ambientales que ofrece este ecosistema no serán modificados. De acuerdo a lo anterior el proyecto respetará la integralidad del flujo hidrológico del humedal de manglar establecido en el SAR y coadyuvará a la conservación de aquellas poblaciones presentes en los predios Zacil Ha y La Ceiba. Se reitera que en el AeP se registra la presencia de una pequeña superficie en la cual está establecida una comunidad de botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>), la cual no será alterada ni con la remoción, ni con la poda o el trasplante que pudiera afectar la integralidad del flujo hidrológico, dicha comunidad permanecerá intocada y rodeada de una franja de amortiguamiento que fortalezca su conservación. En este sentido, se asevera que no se identifica ninguna parte de la obra o alguna actividad del proyecto que pudiera incidir de manera negativa sobre la integralidad del área donde están establecidos los manglares ni tampoco de su zona de influencia, favoreciendo la conservación de su estructura actual; y consecuentemente no se interrumpirá la continuidad de la unidad del humedal en el contexto del SAR.</p> <p>Por lo antes expuesto se destaca que, el proyecto no violenta las especificaciones de numeral 4.0 de la NOM-022 en análisis dado que, además, no removerá ni podará vegetación de manglar, ni rellenará algún humedal de manglar, tampoco trasplantará, ni podará, ni realizará cualquier obra o actividad que pudiera afectar la integralidad de:</p> <p>a) <i>El flujo hidrológico del manglar.</i> El proyecto no afectara las áreas actualmente pobladas con manglar, particularmente las establecidas en el SAR, y su diseño no incide de manera negativa en el mantenimiento del flujo hidrológico de dicho humedal de manglar ya que las obras que se requiere realizar para la construcción de las nuevas edificaciones del proyecto, no interrumpen el flujo hidrológico superficial y subsuperficial del humedal, toda vez que se realizarán en áreas distantes de este.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
	<p>b) <i>El ecosistema y su zona de influencia.</i> La ubicación y el sembrado del proyecto NO INCIDIRÁN de manera negativa sobre el ecosistema de manglar y su zona de influencia; las características del comportamiento del flujo hidrológico en el AeP y del flujo superficial y sub superficial en el área del humedal de manglar, descritas en el capítulo IV de este DTU, evidencian su funcionamiento independiente, en razón de lo cual se afirma que, las obras del proyecto (incluida la remoción de vegetación forestal de selva mediana subperennifolia en el AeP), no afectaran al ecosistema de manglar ni a su zona de influencia, dada la distancia más próxima es de 15 m y la más lejana es de 178 m entre ambos espacios y al hecho de que los factores sustantivos del ambiente que determinan el flujo hidrológico son independientes en ambas áreas.</p> <p>c) <i>La productividad natural del ecosistema.</i> El proyecto no afecta, ni directa ni indirectamente áreas pobladas con manglares, ello equivale a afirmar que el proyecto no afectará la productividad natural del ecosistema de manglar, sobre todo si se considera que el concepto de productividad, convencionalmente aceptado es definido como la tasa a la cual la energía radiante es almacenada por la actividad fotosintética en forma de materia orgánica que puede ser utilizada como alimento; en otros términos es la tasa de conversión de energía radiante en energía química y materia orgánica. De acuerdo a estas definiciones, puede interpretarse como afectación a la productividad de un ecosistema la remoción o la poda de parte (o de todos) los individuos que conforman a los productores primarios del ecosistema y, para el caso en análisis, esta no es la situación de lo que ocurrirá con el establecimiento del proyecto ya que este no removerá individuos que forman parte del ecosistema de manglar, ni tampoco podara a este tipo de vegetación; la extracción (remoción de vegetación forestal) se centrará exclusivamente en individuos vegetales de la selva mediana subperennifolia.</p> <p>d) <i>La capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.</i> Si se entiende por capacidad de carga <u>a la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad del ecosistema de manglar.</u> entonces se puede afirmar que el proyecto no incidirá de ninguna manera sobre este atributo del ecosistema, ya que no afectará áreas pobladas con manglar, ni modificará, bajo ninguna circunstancia, la zona de influencia de éste. El diseño y la construcción del proyecto garantizan el respeto y la no intervención a las áreas actualmente pobladas de manglar.</p> <p>e) Las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje. El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará su valor como hábitat crítico para las especies de fauna. Sin embargo, a través del diseño del proyecto y de un programa de manejo de la fauna y áreas de conservación, se pretende asegurar en todo momento, el mantenimiento de estos servicios ambientales del ecosistema de manglar.</p> <p>f) Las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales. El sembrado del proyecto, no afecta áreas de manglar y por tanto al mantenerlas asegura las interacciones con los ecosistemas vecinos (duna, playa y zona marino-arrecifal) que por cierto tampoco son afectadas por el proyecto.</p> <p>g) O que provoque cambios en las características y servicios ecológicos del ecosistema. El proyecto no afecta áreas de manglar, por lo tanto no afectará sus características y los servicios ambientales (o servicios ecológicos) que le son característicos.</p> <p>En síntesis: el diseño, establecimiento y operación del proyecto se ajusta a las especificaciones del número 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
<p>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.</p>	<p>El proyecto o prevé la necesidad de realizar obras de canalización o de interrupción del flujo o del desvío de agua en el humedal o en su zona de influencia, por lo que no se vislumbra ningún riesgo para su dinámica e integridad ecológica.</p>
<p>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.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé ni considera la apertura de ningún tipo de canal que pudiera afectar individuos de manglar, por lo que esta especificación es satisfecha.</p>
<p>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.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé ni considera la apertura de ningún tipo de canal que pudiera afectar individuos de manglar, por lo que esta especificación es satisfecha.</p>
<p>4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé dentro de sus componentes ningún tipo de infraestructura marina fija, tales como diques, rompeolas, muelles, marinas, bordos, ni cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica, por lo que se cumple con la especificación contenida en este numeral de la NOM-022.</p>
<p>4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p>	<p>Dentro de los componentes del proyecto no se considera la construcción de ningún tipo de bordo colindante con el humedal de manglar, por lo que no habrá posibilidad de bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal.</p>
<p>4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p>Durante las diferentes etapas de operación del proyecto se tomarán las medidas necesarias para evitar que pudieran ejecutarse acciones (de manera directa o indirecta) que propiciaran la degradación del humedal "Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma.</p>
<p>4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé la utilización ni el vertimiento de agua que alimente al humedal "Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma", por lo que esta especificación se cumple a cabalidad.</p>
<p>4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	<p>Durante la preparación del sitio y la construcción, se prohibirá y se mantendrá una estrecha vigilancia, para evitar que se tome o se viertan aguas residuales hacia el humedal y que pudiera alterar el equilibrio ecológico del ecosistema. La supervisión del cumplimiento de esta prevención estará a cargo del profesional responsable del cumplimiento ambiental de los trabajos.</p> <p>Durante la operación y el mantenimiento del proyecto, las descargas de aguas servidas provenientes de los diferentes servicios (cuartos de hotel, sanitarios, etc.), serán tratadas previo a su inyección al subsuelo, aprovechando la PTAR que opera en el Hotel PMI desde el año 2008, con lo cual se evitará que dichas aguas residuales pudieran influir negativamente, aún de manera indirecta sobre el ecosistema de manglar.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
<p>4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</p>	<p>Dado que no se vertiran aguas residuales a la unidad hidrológica, no será procedente la tramitación de ninguna solicitud de autorización sobre el particular, con lo cual se cumple la prevención de esta especificación.</p>
<p>4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	<p>Para el abastecimiento de agua a la nueva infraestructura del desarrollo, se utilizarán los pozos de extracción ya autorizados desde 2007, cuya autorización fue tramitada y autorizada en materia de impacto ambiental con el oficio N° SGPA/DGIRA/DG/1443/07.</p>
<p>4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tomar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.</p>	<p>Bajo ninguna circunstancia se introducirán individuos de poblaciones que pudieran resultar perjudiciales al resto de la biota presente en el SAR, con lo cual se satisface el alcance de esta especificación.</p>
<p>4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>Toda vez que el diseño del proyecto, la selección del sitio para su establecimiento y las características de su operación no incidirán sobre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y/o de las mareas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada en el ecosistema de manglar, forma parte de una de las estrategias descritas en el capítulo VII de este DTU; por ello asegurar el cumplimiento de esta prevención será materia de la responsabilidad del supervisor respecto del cumplimiento de las obligaciones que adquiera la promovente al recibir la autorización de impacto ambiental respectiva. Con ello se asegura el cumplimiento de esta especificación.</p>
<p>4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.</p>	<p>En el diseño y operación del proyecto no se prevé la apertura de ninguna vía de comunicación que pudiera cursar sobre el humedal; la vía de acceso por la cual se ingresará al predio en el cual se establecerá la infraestructura de ampliación del proyecto fue abierta desde hace 10 años (2008). Con base en esto, la especificación indicada en este numeral queda cumplida.</p>
<p>4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.</p>	<p>En el diseño y operación del proyecto no se prevé la apertura de ninguna vía de comunicación que pudiera cursar sobre el humedal; la vía de acceso por la cual se ingresará al predio en el cual se establecerá la infraestructura de ampliación del proyecto fue abierta desde hace 10 años (2008). Con base en esto, la especificación indicada en este numeral queda cumplida</p>
<p>4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.</p>	<p>Los servicios que pudieran requerir la utilización de postes, ductos, torres o líneas, ya están establecidos y permiten la operación del hotel PMI; de hecho recientemente se autorizó en materia de impacto ambiental la bajada del cableado de conducción eléctrica de postes, existentes desde el año 2006 para alojarlos en ductos que fueron colocados en el subsuelo del camino de acceso (oficio S.G.P.A./DGIRA.DEI.0551.06)</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
<p>4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</p>	<p>Esta prevención se satisface íntegramente por cuanto se refiere al Humedal "Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma", ya que la distancia media que separa a este ecosistema del AeP es de XXX m; sin embargo, en el caso de la población de botoncillo (<i>C. erectus</i>) establecida dentro del AeP, la distancia de la franja de amortiguamiento que se establecerá es rebasada por la longitud dispuesta en la especificación 4.16, por ello y con sustento en la opción que permite el numeral 4.43 de esta misma Norma, el proyecto prevé la adopción y puesta en práctica de la estrategia de compensación consistente en favorecer la conservación de ecosistema de manglar establecido en los predios "La Ceiba" y "Zacil Ha".</p>
<p>4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.</p>	<p>El diseño constructivo del proyecto prevé que la obtención de los materiales para construcción, se realice en los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen, con ello se cumplirá con la especificación de este numeral.</p>
<p>4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé, bajo ninguna circunstancia el relleno, el desmonte, la quema y/o la desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en componentes del proyecto que impliquen la pérdida de vegetación; se reitera, el proyecto no prevé la afectación de la biota del humedal costero denominado "Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma", ni de ningún otro ecosistema similar, con ello se atiende esta prohibición a cabalidad.</p>
<p>4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</p>	<p>El proyecto no considera el establecimiento de ninguna zona de tiro o de disposición de materiales de dragado (de hecho, no se realizarán dragados), en sitios de la unidad hidrológica que pudieran obstruir el flujo hidrológico del humedal. De haber necesidad de disponer de un espacio para disposición final de este tipo de materiales, se hará en las áreas que indique la autoridad competente, con ello se satisface la prevención de esta especificación.</p>
<p>4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.</p>	<p>Los residuos sólidos que se generen en cualquiera de las etapas del proyecto, serán dispuestos en los rellenos sanitarios que la autoridad municipal disponga, pero nunca serán depositados en algún humedal; con ello se cumple con la prohibición contenida en esta especificación.</p>
<p>4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.</p>	<p>Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.</p>
<p>4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización</p>	<p>Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	El diseño del proyecto no prevé ni considera la apertura de ningún tipo de canal que pudiera afectar individuos de manglar, por lo que esta especificación es satisfecha.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	Dada la naturaleza del proyecto y el alcance de la especificación contenida en este numeral, esta no le es aplicable al proyecto.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	La infraestructura que considera el proyecto de ampliación del hotel PMI, NO SE ESTABLECERÁ DENTRO DE NINGÚN HUMEDAL COSTERO, ello ocurrirá en el predio Siempre Viva V, poblado con vegetación de selva mediana subperennifolia, por ello se asegura que esta especificación se satisface totalmente.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	El diseño de la operación del proyecto, no prevé la realización de ningún tipo de actividades de turismo náutico en ningún humedal costero en zonas de manglar, por ello se satisface el alcance de la especificación contenida en este numeral.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	El diseño de la operación del proyecto, no prevé la utilización de motores fuera de borda en ningún humedal costero en zonas de manglar, por ello se satisface el alcance de la especificación contenida en este numeral.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del	El diseño de la operación del proyecto, no prevé la realización de actividades de ecoturismo, sin embargo si en el futuro, la demanda de los usuarios de los servicios del hotel demandan este tipo de amenidades, estas se ajustarán a lo dispuesto por este numeral, previa solicitud de modificación del proyecto en materia de impacto

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
<p>sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.</p>	<p>ambiental, por ello se satisface el alcance de la especificación contenida en este numeral.</p>
<p>4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.</p>	<p>Dada la ubicación del humedal, en relación a la del hotel actualmente en operación y la de las obras de ampliación, descritas en el capítulo II de este DTU y que se caracterizan por que el área de establecimiento del proyecto está ubicada entre la línea de costa y el humedal de manglar, NO HABRÁ NECESIDAD, BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA de abrir nuevos caminos de acceso que incidan dentro del humedal; con base en ello se asegura el cumplimiento cabal de esta especificación.</p>
<p>4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.</p>	<p>El diseño del proyecto no prevé ni considera la apertura de ningún tipo de canal que pudiera afectar individuos de manglar, por lo que esta especificación es satisfecha.</p>
<p>4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.</p>	<p>El diseño, la naturaleza y la ubicación del proyecto NO PREVEN el manejo de ganado, ni el incremento del tránsito vehicular, más allá del propio de una oferta de espacio de hospedaje mayor al actual, por espacios que no sean el camino de acceso en operación desde hace 10 años y que actualmente comunica al hotel PMI con la carter Chetumal – Puerto Juárez.</p>
<p>4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.</p>	<p>El proyecto prevé dentro de las medidas compensatorias orientadas a sostener el equilibrio de las áreas de manglar del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma”, desarrollar acciones orientadas a el manejo y la conservación del ecosistema forestal de los predios “La Ceiba” y Zacil Ha”, particularmente enfocadas a la protección de las poblaciones de manglar en esos espacios, las cuales se detallan en el anexo VII.3 (capítulo IX) de este DTU, con ello se satisface el alcance de esta especificación.</p>
<p>4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>Se reitera que, aunque el presente documento no conforma un informe preventivo sino un DTU, el proyecto prevé dentro de las medidas compensatorias orientadas a sostener el equilibrio de las áreas de manglar del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma”, desarrollar acciones orientadas a el manejo y la conservación del ecosistema forestal de los predios “La Ceiba” y Zacil Ha”, particularmente enfocadas a la protección de las poblaciones forestales en esos espacios, las cuales se detallan en el anexo VII.3 (capítulo IX) de este DTU, con ello se satisface el alcance de esta especificación</p>
<p>4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.</p>	<p>Se reitera que el proyecto prevé dentro de las medidas compensatorias orientadas a sostener el equilibrio de las áreas de manglar del ecosistema “Pantanos de Punta Bete – Punta Maroma”, desarrollar acciones orientadas al manejo y la conservación del ecosistema forestal de los predios “La Ceiba” y Zacil Ha”, particularmente enfocadas a la protección de las poblaciones forestales, incluidas las de manglar en esos espacios, las cuales se detallan en el anexo VII.3 (capítulo IX) de este DTU, con ello se satisface el alcance de esta especificación.</p>
<p>4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de</p>	<p>Para satisfacer el alcance de esta especificación, en el anexo VII.3 (capítulo IX) de este DTU se presenta el programa conservación, restauración o rehabilitación del ecosistema forestal de los predios “La Ceiba y Zacil Ha”, dentro de los cuales se desarrollan comunidades de manglar.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	DESCRIPCIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LINEAMIENTOS VINCULANTES
línea de base para determinar las acciones a realizar.	
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	En las primeras actuaciones previstas dentro del programa de conservación, restauración o rehabilitación del ecosistema forestal de los predios "La Ceiba" y Zacil Ha", no se considera la revegetación, sin embargo, en el momento que ello tuviera que ser considerado, se acatará cabalmente esta especificación.
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	En las primeras actuaciones previstas dentro del programa de conservación, restauración o rehabilitación del ecosistema forestal de los predios "La Ceiba" y Zacil Ha", no se considera la revegetación, mucho menos con el empleo de individuos de especies exóticas, sin embargo, en el momento que ello tuviera que ser considerado, se acatará cabalmente esta especificación.
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	Los trabajos de compensación en los predios "La Ceiba y Zacil Ha", están considerados para realizarse en un escenario de largo plazo, el cuál supera el lapso que indica la especificación.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	Para satisfacer el alcance de esta especificación, se integra a este DTU el estudio integral de la unidad hidrológica (anexo III.4)
4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente (2/).	Esta especificación es asumida por el promotor de este proyecto para proponer la medida compensatoria consistente en ejecutar el programa conservación, restauración o rehabilitación del ecosistema forestal de los predios "La Ceiba y Zacil Ha", como sustento de la excepción de la aplicación del numeral 4.16 de esta NOM, únicamente respecto a la distancia establecida en la misma para la población de manglar (<i>C. erectus</i>) ubicada en el AeP.
<p>1/ PUBLICADA EN EL D.O.F. DE FECHA 10 DE ABRIL DE 2003. 2/ DOF 07/05/2004. ACUERDO que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	

III.5 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

III.5.1 PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

El Programa de Desarrollo Urbano del municipio de Solidaridad (PDUSol)^{IV} es, a nivel nacional, uno de los primeros instrumentos de planeación del desarrollo urbano que alinea sus estrategias a las de un ordenamiento ecológico del territorio; en el Componente ecológico y sustentabilidad, detallado en el capítulo III de dicho PDUSol cita que: "*Quizá una de las variables más importantes de esta nueva manera de tratar el desarrollo urbano sea la componente ecológica del Programa. Para considerar en todo momento esta variable, partimos de las aportaciones que, en esta materia, nos proporciona el Programa de Ordenamiento*

Ecológico Local (POELS) y, en absoluta congruencia con dicho planteamiento, el PDUSol reafirma: “Todos los planteamientos de: zonificación, densidades, usos, preservación, y otros ingredientes que incorporó el POEL constituyeron el punto de partida para todos los planteamientos particulares que se hicieron en la integración de este programa”.

Con base en lo anterior, en el apartado III.2.2 que define a las Políticas de Desarrollo Urbano, el PDUSol 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 consideraron 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. En este sentido, la consideración respecto a la autorización de proyectos y obras se ajustará a la programación establecida en el PDUSol y en su esquema de etapas de desarrollo. Sin embargo, la autoridad municipal podrá hacer modificaciones a estos criterios básicos ante dos situaciones:

El PDUSol prevé que el municipio hará el esfuerzo de desarrollar indicadores y parámetros que le permitan evaluar el impacto sobre su medio ambiente local, de manera tal que sus acciones y políticas se vean reflejados directamente en la calidad de vida de los habitantes del Municipio, a través de un ambiente limpio y sano. Estos indicadores de desempeño deben ser ambientales, económicos y sociales y sistematizados a través de la Bitácora Ambiental del POELDSol, que además cuenta con un comité integrado por autoridades de los tres órganos de gobierno y representantes de diversos sectores como las organizaciones civiles, académicos, empresarios y ejidatarios, entre otros.

Así, con esta herramienta se fomentará la vinculación de los diversos instrumentos de política ambiental y urbana que se aplican en el Municipio de Solidaridad como el Ordenamiento Ecológico y los Programas de Desarrollo Urbano. Para ello, el PDUSol previene que no haya contraposición entre ambos instrumentos de planeación en su aplicación, sino que sean complementarios como parte de una estrategia territorial integral que considere aspectos ambientales, económicos y sociales para el desarrollo de la entidad y del municipio Solidaridad.

Lo anterior sustenta la estrategia de Zonificación del Desarrollo (apartado 3.6) del PDUSol, la cual ordena el territorio con base en los usos del suelo requeridos para cumplir con la estrategia propuesta. En esta zonificación se respetan los criterios establecidos por el POELS y, en tal sentido en cada una de las zonas urbanas se puede contener una o más UGA'S, y es prioridad manifiesta en dicho PDUSol el respetarlas.

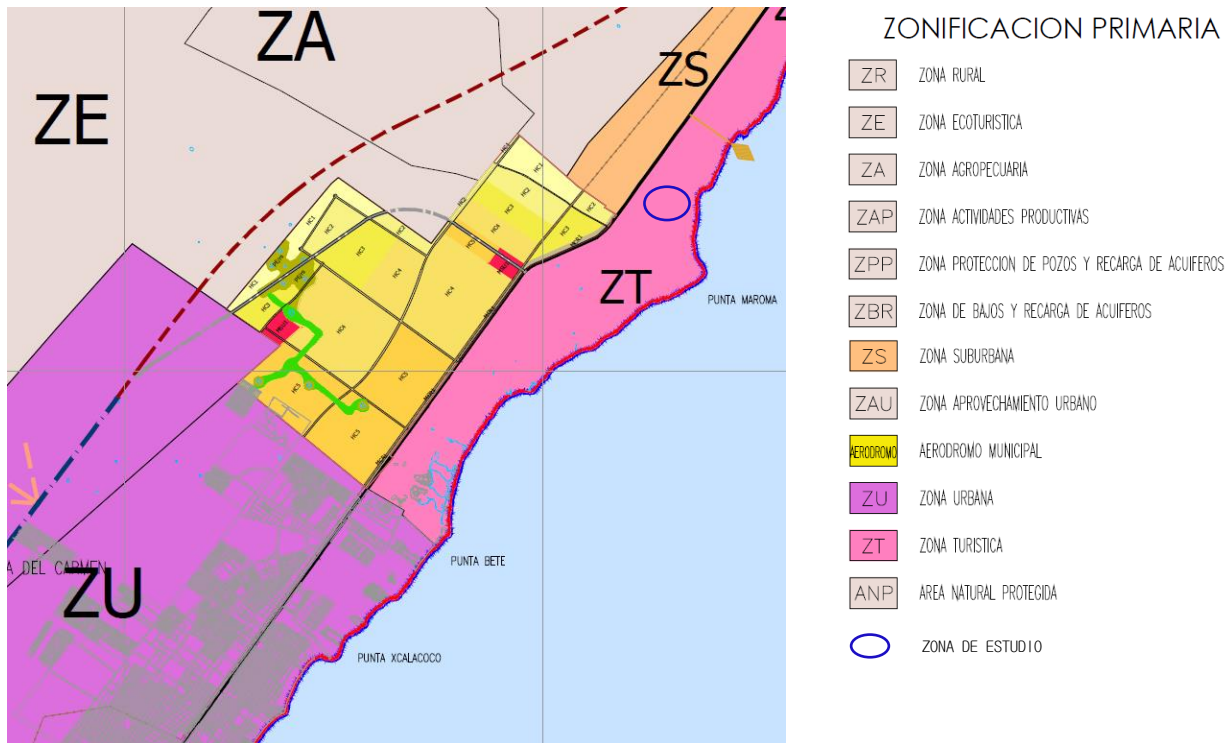
Con base en lo anterior al definir bajo qué norma se registrarán las iniciativas de desarrollo urbano en la Zona Turística (apartado 3.6.12 del PDUSol), el instrumento cita que estas zonas corresponden a las UGAS 15, 16 y 17 del POELS y por lo tanto se registrarán en su totalidad por los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POELS).

De acuerdo con todo lo antes expuesto y las especificaciones complementarias que establece el PDUSol, el predio del proyecto que considera este DTU se ubica la una de las zonas turísticas del Municipio (Figura III.2), las cuales son definidas como aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio.

Con base en todo lo antes expuesto y derivado de la especificación concreta del PDUSol, el análisis vinculatorio realizado en este capítulo del DTU respecto de los criterios

aplicables del POELS para la UGA 17 (páginas 36 a 53), se concluye que el proyecto Ampliación Playa Maroma Inmuebles es congruente con ambos instrumentos de regulación y planeación del desarrollo.

Figura III.2
Ubicación del predio en el contexto de la Zonificación primaria del Programa Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad



Con base en el análisis de los criterios del ordenamiento ecológico realizado en el apartado correspondiente, se concluye que el proyecto Ampliación Playa Maroma Inmuebles es congruente con ambos instrumentos de regulación (Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo y Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo).

III.6 LITERATURA CITADA

- ⁱ Anón. 2012. ACUERDO por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Diario Oficial de la Federación, 7 de septiembre de 2012.
- ⁱⁱ Diario Oficial del estado de Quintana Roo. Tomo II Número 42 Extraordinario. Séptima Época. 25 de mayo de 2009. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.
- ⁱⁱⁱ Diario Oficial de la Federación. Tomo DCCX Número 17. 24 de noviembre de 2012. Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.
- ^{iv} Diario Oficial del estado de Quintana Roo. Tomo III Número 110 Extraordinario Bis. Primera Época. 20 de diciembre de 2010. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio Solidaridad, Quintana Roo.

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

CAPITULO IV

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

DTU-B

**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**

MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. Descripción del sistema ambiental regional (SAR) y Señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región	1
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO	2
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR).....	4
IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad del sistema ambiental del SAR.....	10
IV.2.2 Medio abiótico	15
IV.2.2.1 Clima.....	15
IV.2.2.2 Geomorfología	16
IV.2.2.3 Geología y edafología.....	17
IV.2.2.4 Hidrología superficial y subterránea	17
IV.2.3 Medio biótico	19
IV.2.3.1 Vegetación.....	20
IV.2.3.1.1 Flora potencial (Trabajo de gabinete)	24
IV.2.3.1.2 Flora registrada (trabajo de campo)	25
IV.2.3.1.3 Análisis de diversidad.....	32
IV.2.3.2 Fauna.....	39
IV.2.3.2.1 Metodología	47
IV.2.3.2.2 Resultados del trabajo preliminar	54
IV.2.3.2.3 Resultados del trabajo en campo	55
IV.2.3.2.4 Análisis de la información recabada en campo.....	65
IV.2.3.2.5 Especies indicadoras de la calidad del ambiente.....	83
IV.2.4 Medio socioeconómico	84
IV.2.5 Paisaje	89
IV.2.5.1 Fragilidad visual.....	94
IV.2.5.2 Calidad del paisaje	95
IV.2.5.2.1 Características intrínsecas del AeP.....	96
IV.2.5.2.2 Calidad visual del entorno inmediato	97
IV.2.5.2.3 Calidad del fondo escénico	98
IV.2.5.3 Visibilidad.....	99
IV.2.5.4 Capacidad de absorción del paisaje.....	101
IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO	103
IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	118
IV.5 FACTORES AMBIENTALES	130
IV.6 LITERATURA CONSULTADA	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1 Coordenadas del área de establecimiento del proyecto “Ampliación del Proyecto de Playa Maroma Inmuebles”.....	3
Tabla IV.2 Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo.....	13
Tabla IV.3 Tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR	14
Tabla IV.4 Superficies de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional	21
Tabla IV.5 Especies potenciales con estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN	24
Tabla IV.6 Coordenadas de los sitios de muestreo de flora	26
Tabla IV.7 Tamaño de muestra e intensidad de muestreo	27
Tabla IV.8 Riqueza específica registrada por punto de muestreo	29
Tabla IV.9 Especies de flora registradas en los muestreos en campo (SAR y AeP).....	30
Tabla IV.10 Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo en el AeP	36
Tabla IV.11 Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en el AeP	36
Tabla IV.12 Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo en el AeP	36
Tabla IV.13 Índice de diversidad de Shannon para el AeP.....	38
Tabla IV.14 Índice de diversidad de Shannon para el SAR	38
Tabla IV.15 Coordenadas de los puntos de muestreo para el registro de los grupos faunísticos.....	49
Tabla IV.16 Datos generales de las especies registradas durante el muestreo en el SAR	56
Tabla IV.17 Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el SAR.....	56
Tabla IV.18 Especies de aves registradas durante el muestreo en el SAR	58
Tabla IV.19 Especies de mamíferos registrados durante el muestreo en el SAR	59
Tabla IV.20 Datos generales de las especies registradas durante el muestreo en el AeP	61
Tabla IV.21 Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el AeP	61
Tabla IV.22 Especies de avifauna registradas durante el muestreo en el AeP	62
Tabla IV.23 Especies de mastofauna registradas durante el muestreo en el AeP.....	64
Tabla IV.24 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de herpetofauna registradas en el Sistema Ambiental Regional	68
Tabla IV.25 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de aves registradas en el SAR	69
Tabla IV.26 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional.....	70
Tabla IV.27 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de herpetofauna registradas en el AeP	71
Tabla IV.28 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de aves registradas en el AeP	72
Tabla IV.29 Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de mamíferos registrados en el AeP.....	73
Tabla IV.30 Rango de valores del Índice de Shannon y su interpretación	75
Tabla IV.31 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la herpetofauna del SAR.....	76
Tabla IV.32 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la avifauna del SAR	77

Tabla IV.33 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la mastofauna del SAR	78
Tabla IV.34 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la herpetofauna del AeP	78
Tabla IV.35 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la avifauna del AeP	79
Tabla IV.36 Determinación de los índices de equidad y dominancia para la mastofauna del AeP	79
Tabla IV.37 Valores de abundancia, riqueza e índices de diversidad obtenidos para la VSa/SMQ a nivel SAR y AeP para cada grupo faunístico	80
Tabla IV.38 Población total de residencia lugar de nacimiento según sexo en el Municipio Solidaridad ..	85
Tabla IV.39 Factores utilizados para medir la fragilidad del paisaje	94
Tabla IV.40 Modelo de calidad visual del paisaje (Solari y Cazorla, 2009)	96
Tabla IV.41 Localidades cercanas al AeP	99
Tabla IV.42 Factores del paisaje determinantes de la CAV (Yeomans, 1986)	101
Tabla IV.43 Factores del paisaje determinantes de la CAV del SAR y AeP	102
Tabla IV.44 Clasificación de los servicios ambientales	103
Tabla IV.45 Contenido de carbono en especies que se afectarán	105
Tabla IV.46 Valores de K según tipo y uso de suelo	110
Tabla IV.47 Volumen de escurrimiento anual	111
Tabla IV.48 Ecuaciones para calcular R	114
Tabla IV.49 Valores de erosionabilidad	116
Tabla IV.50 Valores de protección de la vegetación (factor C)	118
Tabla IV.51 Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación	119
Tabla IV.52 Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al SAR	120
Tabla IV.53 Especies endémicas registradas en campo	122
Tabla IV.54 Comparativo de los valores obtenidos para cada atributo de calidad ambiental	124
Tabla IV.55 Factores y subfactores del ambiente	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1 Ubicación de la Región Hidrológica N°32, Cuenca y Subcuenca de Quintana Roo	3
Figura IV.2 Ubicación Geográfica del proyecto “Ampliación del Proyecto de Playa Maroma Inmuebles” ...	4
Figura IV.3 Proceso metodológico seguido para la delimitación y descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR)	7
Figura IV.4 Sistema Ambiental Regional para el proyecto de Ampliación del Proyecto Playa Maroma Inmuebles	9
Figura IV.5 1980 sección Punta Bete – Punta Maroma	11
Figura IV.6 2004. Uso del suelo y crecimiento de infraestructura de diversos tipos	12
Figura IV.7 Comparativo de tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR	14
Figura IV.8 Diversidad de especies vegetales registradas en México y en el mundo	20
Figura IV.9 Distribución de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional	21
Figura IV.10 Uso de suelo y vegetación presente en la superficie del predio sujeto a ampliación	23
Figura IV.11 Metodología para la caracterización de la composición florística	24

Figura IV.12 Distribución de los sitios de muestreo en el SAR y en el Área de Establecimiento del Proyecto.....	26
Figura IV.13 Familias registradas durante el muestreo de vegetación	30
Figura IV.14 Abundancia de las especies registradas	31
Figura IV.15 Curvas de acumulación de especies con tres estimadores para el AeP	33
Figura IV.16 Obtención del índice de valor de importancia	35
Figura IV.17 Riqueza de especies de los países megadiversos para distintos grupos taxonómicos.....	40
Figura IV.18 Diversidad de especies animales en México y en el mundo	41
Figura IV.19 Diagrama de la metodología empleada para la identificación de especies faunísticas en el SAR y el AeP.....	48
Figura IV.20 Ubicación de los puntos de muestreo de los grupos faunísticos	49
Figura IV.21 Tipos de transectos realizados a lo largo del proyecto para el registro de individuos de especies faunísticas	50
Figura IV.22 Equipo necesario para el manejo y manipulación de reptiles peligrosos.....	51
Figura IV.23 Captura e identificación de aves mediante el uso de redes ornitológicas	51
Figura IV.24 Captura e identificación de murciélagos mediante la instalación de redes de niebla	52
Figura IV.25 Colocación de trampas tipo Sherman para el registro de mamíferos pequeños	53
Figura IV.26 Registro de mamíferos medianos y grandes mediante la instalación de trampas Tomahawk	53
Figura IV.27 Instalación de cámaras trampa para el registro de especies con hábitos crepusculares y nocturnos	54
Figura IV.28 Curvas de acumulación de la riqueza de herpetofauna registrada en el Sistema Ambiental Regional.....	68
Figura IV.29 Curvas de acumulación de la riqueza de aves registradas en el Sistema Ambiental Regional	69
Figura IV.30 Curvas de acumulación de la riqueza de mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional.....	70
Figura IV.31 Curvas de acumulación de la riqueza de la herpetofauna registrada en el AeP	71
Figura IV.32 Curvas de acumulación de la riqueza de aves registradas en el AeP	72
Figura IV.33 Curvas de acumulación de la riqueza de mamíferos registrados en el AeP.....	73
Figura IV.34 Diversidad alfa de los grupos faunísticos registrados en la VSa/SMQ a nivel SAR y el AeP	81
Figura IV.35 Paisaje actual del AeP.....	91
Figura IV.36 Elementos del paisaje (Burdel y Baudry, 2011)	92
Figura IV.37 Mosaico paisajístico del SAR	93
Figura IV.38 Vista del AeP	95
Figura IV.39 Componentes del paisaje presente en el AeP	97
Figura IV.40 Calidad visual del entorno del AeP.....	98
Figura IV.41 Visibilidad en el área de establecimiento de proyecto.....	100
Figura IV.42 Zonas para valores de erosividad en México	115
Figura IV.43 Comparativo de la calidad ambiental del SAR con respecto a las RTP's y el valor idóneo	126
Figura IV.44 Uso de suelo donde se ve la distribución del manglar	129

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

El contenido del presente capítulo conforma la línea de base o el estado del ambiente donde pretende establecerse el proyecto, antes de cualquier obra o actividad considerada en la iniciativa que se integra a dicho DTU, también reconocido convencionalmente como “tiempo cero” (T_0), cuya trascendencia deriva de que el corolario que resultante de todo su contenido concreta el diagnóstico de la calidad del ambiente en el cual pretende establecer el proyecto y del sistema ambiental regional correspondiente.

En el mismo sentido se destaca que del análisis de la información recopilada para conformar los diversos apartados de este capítulo derivará la identificación y selección de los factores ambientales que podrían ser afectados por los componentes del proyecto, lo cual se abordará en el capítulo V de este documento.

Por lo antes expuesto, para abordar correctamente este capítulo fue preciso desarrollar un trabajo exhaustivo de recopilación de información, así como realizar diversas operaciones de muestreo en campo, todo ello tendiente a obtener los principales insumos para dirigir el análisis de los diversos elementos constitutivos del ambiente hacia la determinación del estado que guarda la integridad funcional y la capacidad de carga del sistema ambiental regional.

Respecto a lo antes expuesto, particular importancia tiene la conceptualización del termino sistema ambiental regional (SAR), para asumirlo como lo recomienda la guía, esto es como un conjunto de elementos del ambiente (factores ambientales), relacionados entre sí y que permiten que dicho sistema funcione como un todo.

Así, el desarrollo del proceso de integración de este capítulo consideró en primera instancia, el de realizar una correcta delimitación del sistema ambiental regional (SAR), y la identificación de sus condiciones actuales, para así poder realizar un diagnóstico de la calidad ambiental del área de establecimiento del proyecto y del sistema ambiental regional, detallando las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región asociada al mismo.

La definición del sistema ambiental regional (SAR) y su aplicación, utilizada en el procedimiento de la evaluación del impacto ambiental, obligó identificar y caracterizar un espacio geográfico en el cual pretende insertarse un proyecto determinado, con el cual interactuará estrechamente. La singularidad de este proceso hace que el binomio ambiente-proyecto, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos en el ecosistema, lo cual solo es posible si existe previamente una valoración de las características de ese espacio geográfico y de su delimitación, utilitaria, pero precisa.

Con el objetivo de conocer la aplicabilidad del concepto de SAR adoptado en este documento, en los siguientes párrafos se describe la metodología utilizada, por medio de la cual se logró delimitar, describir y comprender, su estructura y su función; de manera colateral se estableció el área de influencia del proyecto y el área de establecimiento del proyecto, todo ello con la finalidad de hacer una correcta identificación de sus características y condiciones ambientales, y las principales tendencias de desarrollo y deterioro.

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE SE PRETENDE ESTABLECER EL PROYECTO

La delimitación de un área de estudio es importante, ya que en ella podemos analizar cómo funcionan las interacciones entre los factores abióticos y bióticos que en un espacio geográfico específico se pueden desarrollar, y no solo en la superficie donde se pretende establecer o desarrollar el proyecto.

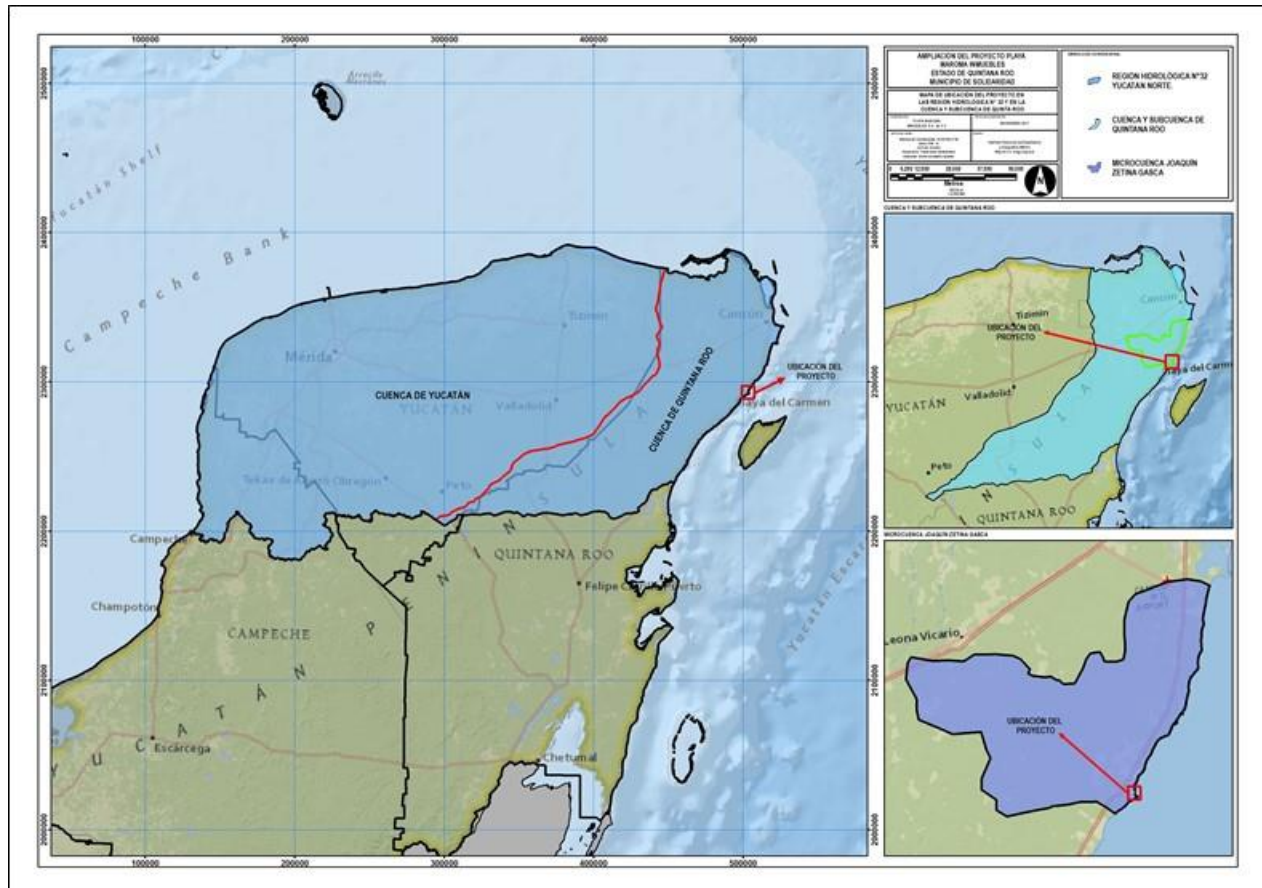
Paralelamente y de manera coincidente con la definición del concepto de cuenca hidrológica forestal detallado en la fracción XI del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se extrapola el alcance del significado del concepto sistema ambiental regional al de la cuenca hidrológica forestal dado que el DTU integra tanto a los contenidos de una manifestación de impacto ambiental (MIA) como a la de un estudio técnico justificativo (ETJ); consecuentemente la demarcación del área de estudio debe ser realizada considerando el territorio de las cuencas, subcuencas y microcuencas hidrológico-forestal, donde se pretende realizar el proyecto o la de espacios homólogos que se caractericen por la continuidad de la uniformidad de sus factores ambientales más conspicuos.

El proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica RH N°32 denominada: "Yucatán Norte"; esta región abarca los estados Quintana Roo y parte de Yucatán y Campeche, con una superficie de 56,443 km², esta superficie representa el 3.9 veces el territorio del Estado de Quintana Roo; la RH está conformada por dos cuencas: la cuenca de Quintana Roo y la cuenca de Yucatán. La cuenca en donde se ubica el área del proyecto es la denominada cuenca de Quintana Roo, ubicada al norte de la entidad, ocupa el 31% de la superficie estatal, y está formada por una sola subcuenca con el mismo nombre.

Como es característico en casi toda la península, no se registra la presencia de escurrimientos o corrientes superficiales permanentes, debido a las particularidades de sus suelos y al tipo de clima que favorecen, en el primer caso elevada infiltración en el terreno y, en el segundo aspecto una alta evapotranspiración, además de que la mayor extensión del territorio quintanarroense es de características topográficas planas.

Esta subcuenca está conformada a su vez por 12 microcuencas y el proyecto se ubica en la microcuenca denominada Joaquín Zetina Gasca (figura IV.1).

Figura IV.1
Ubicación de la Región Hidrológica N°32, Cuenca y Subcuenca de Quintana Roo

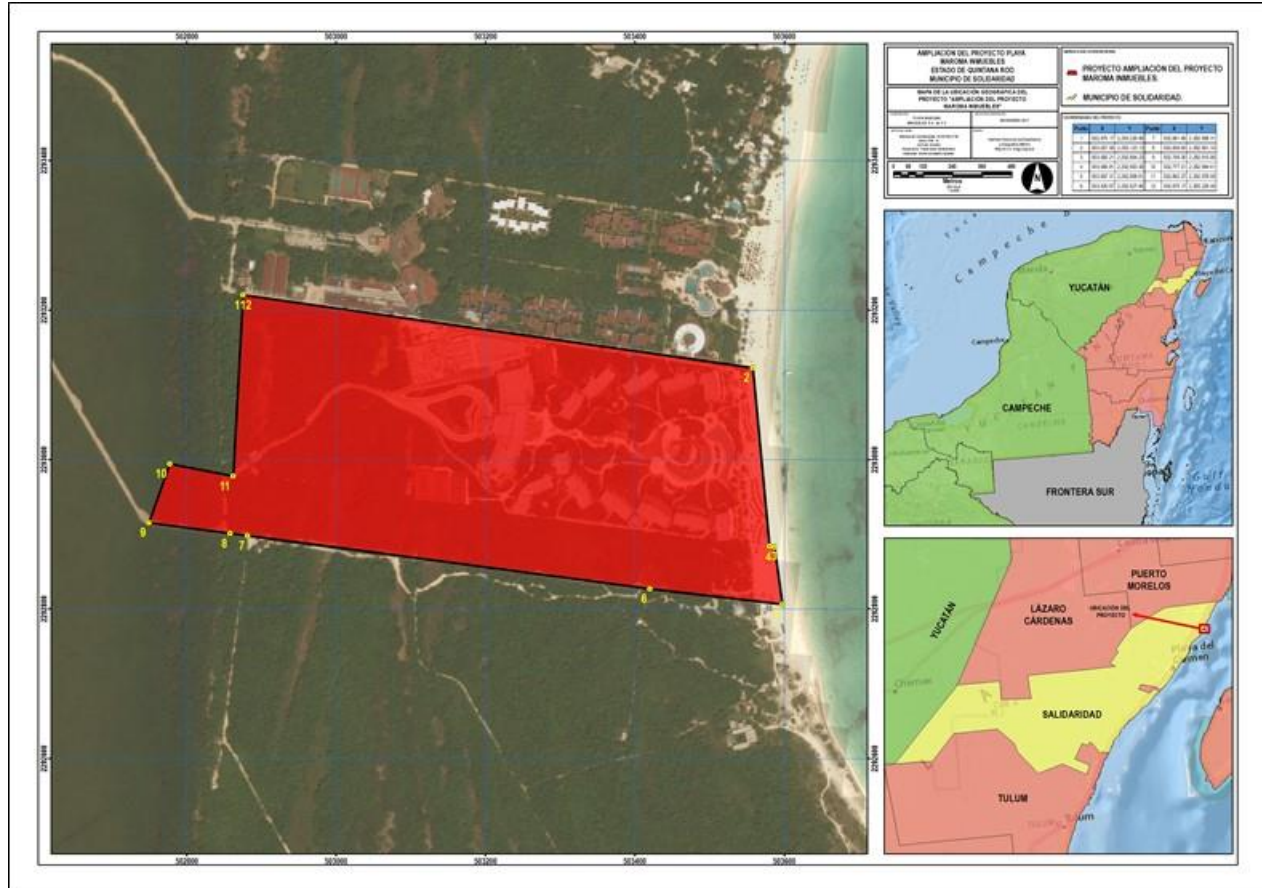


El proyecto denominado “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles” se ubica al noreste de la Región Hidrológica N°32 y sus respectivas cuenca y subcuenca, en un área de 23.23 has, en la cual se pretenden realizar obras de cuartos y jardinería (Tabla IV.1 IV.1 y figura IV.2).

Tabla IV.1
Coordenadas del área de establecimiento del proyecto “Ampliación del Proyecto de Playa Maroma Inmuebles”

Punto	X	Y	Punto	X	Y
1	502,875.17	2,293,220.48	7	502,881.46	2,292,898.31
2	503,557.58	2,293,123.13	8	502,858.00	2,292,901.33
3	503,580.21	2,292,884.23	9	502,749.30	2,292,915.86
4	503,586.81	2,292,883.36	10	502,777.21	2,292,994.61
5	503,597.31	2,292,806.61	11	502,862.27	2,292,978.08
6	503,420.07	2,292,827.46	12	502,875.17	2,293,220.48
Superficie total: 23.23 hectáreas					

Figura IV.2
Ubicación Geográfica del proyecto “Ampliación del Proyecto de Playa Maroma Inmuebles”



IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

Uno de los objetivos principales de los trabajos orientados a la integración de este capítulo, fue el de realizar una correcta interpretación del concepto Sistema Ambiental Regional (SAR) y de la delimitación del espacio físico en la cual se encuentran evidencias de sus factores constitutivos más conspicuos. En adición, resultó importante identificar las condiciones actuales de su integridad funcional, para con ello realizar un diagnóstico ambiental del entorno donde se pretende desarrollar el proyecto, detallando las principales tendencias de desarrollo y deterioro de la región, asociadas a dicho desarrollo.

La definición de SAR, y su aplicación en el procedimiento de evaluación de impacto ambiental, obliga a identificar y caracterizar un área geográfica en el cual pretenda insertarse un proyecto determinado y su interacción con el ambiente. La particularidad de este proceso hace que el binomio ambiente-proyecto, alcance su concreción objetiva en términos de valoración de sus efectos en el ecosistema. Siendo esto posible solo si existe previamente una valoración de las características de ese espacio geográfico y de su delimitación utilitaria, pero precisa.

Es preciso mencionar que ni la LGEEPA, ni su reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental, nos da una definición de lo que puede entenderse como Sistema Ambiental Regional. Sin embargo la Guía para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) para el trámite de Uso de Suelo Forestal Modalidad Regional, plantea lineamientos para

definir o delimitar un SAR, con base en la congruencia y detalle con que se identifiquen y se caractericen cada uno de los elementos constitutivos del ambiente presentes en dicha área geográfica, con un soporte de interpretación técnica que permita el análisis orientado a la integración del proyecto-ambiente.

En todo sistema ambiental se reconoce una organización vital en un espacio geográfico, en el cual, los seres vivos (vegetación y fauna) interaccionan entre sí y con los factores físicos de dicho espacio, el cual no solo constituye el hábitat si no también el soporte que suministra sus requerimientos eco-fisiológicos, de ahí que el significado asumido en este estudio para el concepto de sistema ambiental regional (en adelante llamado SAR) se ajusta a la definición de sistema: como conjunto de elementos que interactúan de manera dinámica hacia un objetivo único; en este sistema la sinergia de las externalidades que inciden sobre él, y resulten en un efecto mayor del que se registra aisladamente de manera individual; la organización del sistema tiene una autonomía en su proceso de regulación y ajuste que hace posible conservar su integridad estructural a lo largo de un periodo prolongado de tiempo, esta biostasia representa la capacidad del sistema para reaccionar ante agresiones externas restituyendo su equilibrio estructural. Lo anterior representa una visión ecológica del concepto, el cual es asumido en los textos especializados sobre la materia como ecosistema.

El término del SAR en la conceptualización geográfica podría homologarse como una unidad natural y se traduce en una visión más tradicional, se concentra en la estructura del espacio, en la organización de patrones y arreglos de su distribución de sus principales componentes, en su localización, extensión y distribución, de los cuales dependen de las relaciones entre los factores bióticos y abióticos de ese espacio organizado, considerando siempre sus cauces y las leyes que las rigen.

Por otro lado desde una perspectiva holística es un hecho que la cobertura geográfica o un área territorial determinada no solo se caracteriza por su uniformidad, también se define por los sub-sistemas naturales de muy diversa magnitud y complejidad, desarrollados interrumpidamente para presentarse bajo la forma de arreglos complejos, compuesto por unidades dispuestas en una estructura de jerarquías, en el cual se articulan el funcionalmente uno con otros en un arquitectura ecológica propia de los ecosistemas.

Es por ello que, la división secuencial de la observación del territorio en porciones más pequeñas de extensión pero con análisis de mayor detalle y subordinadas entre sí, constituye uno de los pasos más importantes en el proceso de desarrollo de una línea de base para alcanzar un diagnóstico que describa sus atributos, sus propiedades y los procesos que ahí se presentan. Así desde el objetivo de este trabajo, esa porción, relativamente pequeña del territorio conforma lo que el marco jurídico denomina "Sistema Ambiental Regional":

- **Región:** espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.
- **Sistema Ambiental Regional (SAR):** es una expresión objetiva inventariable y cartografiable de un espacio geográfico, considerando la uniformidad y la continuidad de sus componentes (bióticos y abióticos), y de sus procesos ambientales significativos; en dicho espacio geográfico la presencia de características propia de la región ecológica en el cual se ubica, define precisamente su carácter regional.

Si bien se reconoce que hay acepciones que establecen que los ecosistemas, carecen de límites definidos y que por lo tanto conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde "el ecosistema no tiene escala ni soporte espacial definido", y tampoco dispone de una

especificidad en el tiempo, con referencia a la escala de las actividades y transformaciones humanas del medio natural, para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema (ubicado en un espacio geográfico) de referencia, el cual al tener límites territoriales, permite determinar el ámbito de análisis de la estructura y el funcionamiento de uno o más subsistemas constitutivos.

Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientando a concretar la necesidad de delimitar el sistema ambiental regional, lo cual se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de las unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de un área del territorio con validez para proyectar el impacto que generara el proyecto. Por lo tanto a través de esta noción de SAR es viable identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencias que caracteriza la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto.

La conceptualización del SAR se asume en este estudio para disponer de una herramienta operativa, dado que no es posible establecer límites artificiales a los procesos ecológicos que caracterizan a un ecosistema y a lo difuso de los límites (Ecotonosⁱ). Se buscó alcanzar una expresión territorial objetiva, inventariable y cartografiable, la cual puede ajustarse al concepto de sistema ambiental regional donde se ubica el proyecto. Incorporando los atributos (sinergia, biostasia y resiliencia) que le caracterizan desde un enfoque ecológico.

Con el objetivo de conocer la aplicabilidad del concepto de SAR adoptado en este documento de unificación, en los siguientes párrafos se describe la metodología utilizada, por medio de la cual se logró delimitar, describir y comprender, su estructura y su función, de manera colateral se estableció el área de influencia del proyecto y el área de establecimiento del proyecto, todo ello con la finalidad de hacer una correcta identificación de sus características y condiciones ambientales, y las principales tendencias de desarrollo y deterioro.

- **Descripción y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto**

Como se indicó al inicio de este documento, el Sistema Ambiental Regional (SAR) debe ser definido por las áreas hidrológicas en donde se encuentra ubicada el área del proyecto, sin embargo, por la gran extensión territorial de la misma, y para que el espacio del sistema ambiental sea homogénea y se realice un análisis adecuado de los factores que presentan interacción en ésta área, se considerarán otros parámetros para delimitar y analizar las características del área en donde se pretende establecer el proyecto.

La base de la delimitación se fundamenta en una regionalización ecológica, la cual comprende unidades territoriales sintéticas integradas a partir de los principales factores del medio biofísico (clima relieve, vegetación, suelos, etc.) y la interacción entre estos factores que determinan la homogeneidad que tiene un espacio geográfico determinado. Para emplear los criterios referidos anteriormente fue preciso ahondar en el estudio de la estructura y función del medio, analizando parámetros físicos tales como climas (temperatura y precipitación), suelos, fisiografía, geología y vegetación, entre otras (Gómez-Orea, 1999); para ello la metodología empleada usó como plataforma de su análisis, un sistema de información geográfica (SIG), cuyos principales elementos constitutivos están integrados por la cartografía disponible, los reportes y trabajos de campo que se han realizado del área donde se ubica el

ⁱ **Ecotono:** Es un lugar donde los componentes ecológicos están en tensión. Es la zona de transición entre dos o más comunidades ecológicas distintas.

proyecto y los resultados de la interpretación de las superposiciones de imágenes que delimitan áreas uniformes basadas en parámetros específicos ya mencionados anteriormente.

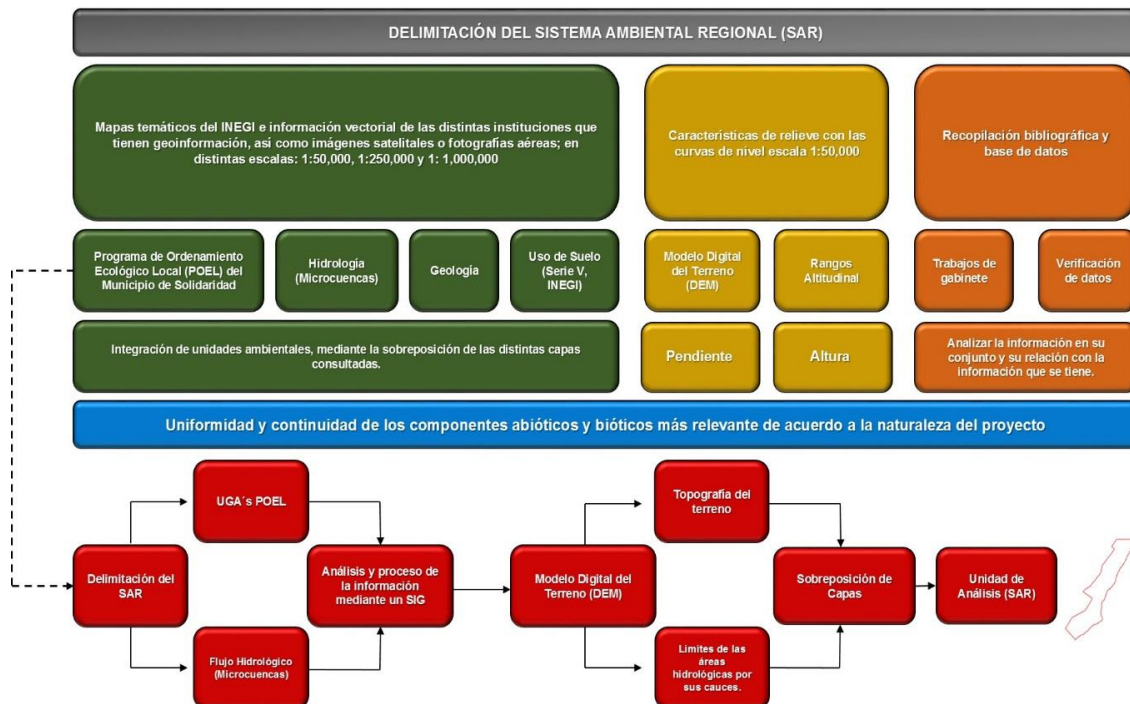
Este procedimiento se desarrolló en dos fases: la primera fue la recopilación de la información cartográfica de la ubicación del proyecto (información vectorial), de los factores bióticos y abióticos más relevantes para definir las unidades ambientales, cuyos límites permitieran definir el espacio del SAR; todo lo anterior para delimitar una unidad ambiental significativa que nos permita englobar características bióticas y abióticas para definir un área en donde estos dos medios tengan una interacción uniforme y continua.

El acopio de la información, tuvo como fuentes principales la información cartográfica y documentada del Instituto Nacional de Estadística Geográfica (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Servicio Geológico Mexicano (SGM); además de las visitas al área de estudio del equipo técnico del consultor, lo que permitió identificar y seleccionar los principales factores ambientales de utilidad para la delimitación del SAR (figura IV.3).

El análisis de la información se inició con la estructuración e integración de la información cartográfica en un sistema de información geográfica (SIG), el cual permitió interpolar las diversas capas temáticas de los aspectos ambientales como son: el Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad, Geología, Hidrología (cuenca, subcuenca y microcuenca) y los usos de suelo, así como el establecimiento de interacciones de manera horizontal y vertical entre estos elementos, para identificar y determinar los límites del SAR y el área de influencia del proyecto. Para complementar los trabajos cartográficos, se analizó la información que se obtuvo en gabinete, que consistió en la revisión de trabajos referentes a los factores abióticos y bióticos (vegetación y fauna), realizados en el estado, en la región o en el espacio local en donde pretende desarrollarse el proyecto.

Figura IV.3

Proceso metodológico seguido para la delimitación y descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR)

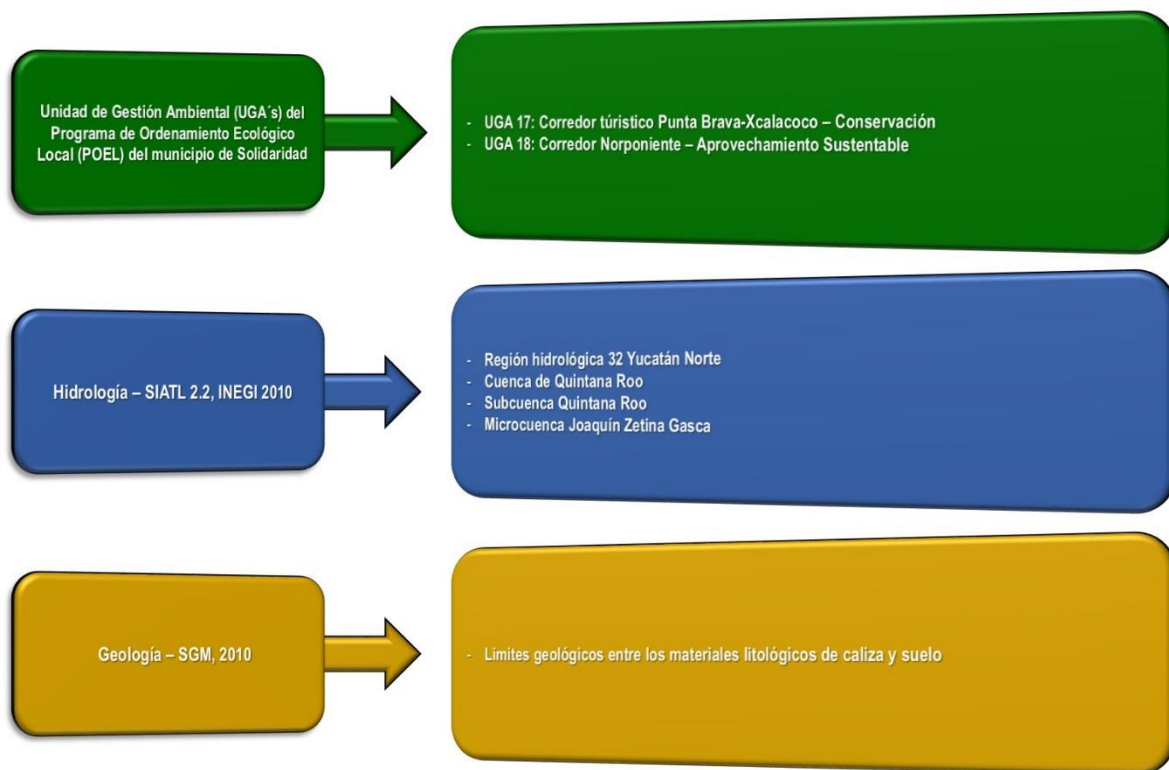


Las consideraciones antes mencionadas permitieron establecer las bases para delimitar el sistema ambiental regional (SAR), que se caracteriza por presentar uniformidad y continuidad de los componentes abióticos más destacables, de acuerdo a la naturaleza del proyecto y a la geomorfología del territorio; en este sentido las unidades de gestión ambiental, la hidrología y geología fueron los factores que sustentaron la delimitación del SAR.

De lo anterior, debemos resumir que la delimitación del SAR consistió en un análisis cartográfico del área de estudio, para lo cual se requirió el uso de la siguiente información vectorial de las cartas temáticas disponibles en los sistemas de geoinformación de la CONABIO, INEGI, SEMARNAT y SGM:

- ≈ Unidades de Gestión Ambiental (UGA's): escala 1:100,000 (SEMARNAT, 2009)
- ≈ Hidrología: escala 1:50,000 (INEGI, 2010 - SIATL 2.2)
- ≈ Geología: escala 1:250,000 (SGM, 2010)

Los criterios tomados en cuenta para la delimitación del SAR como una unidad homogénea fueron los siguientes:



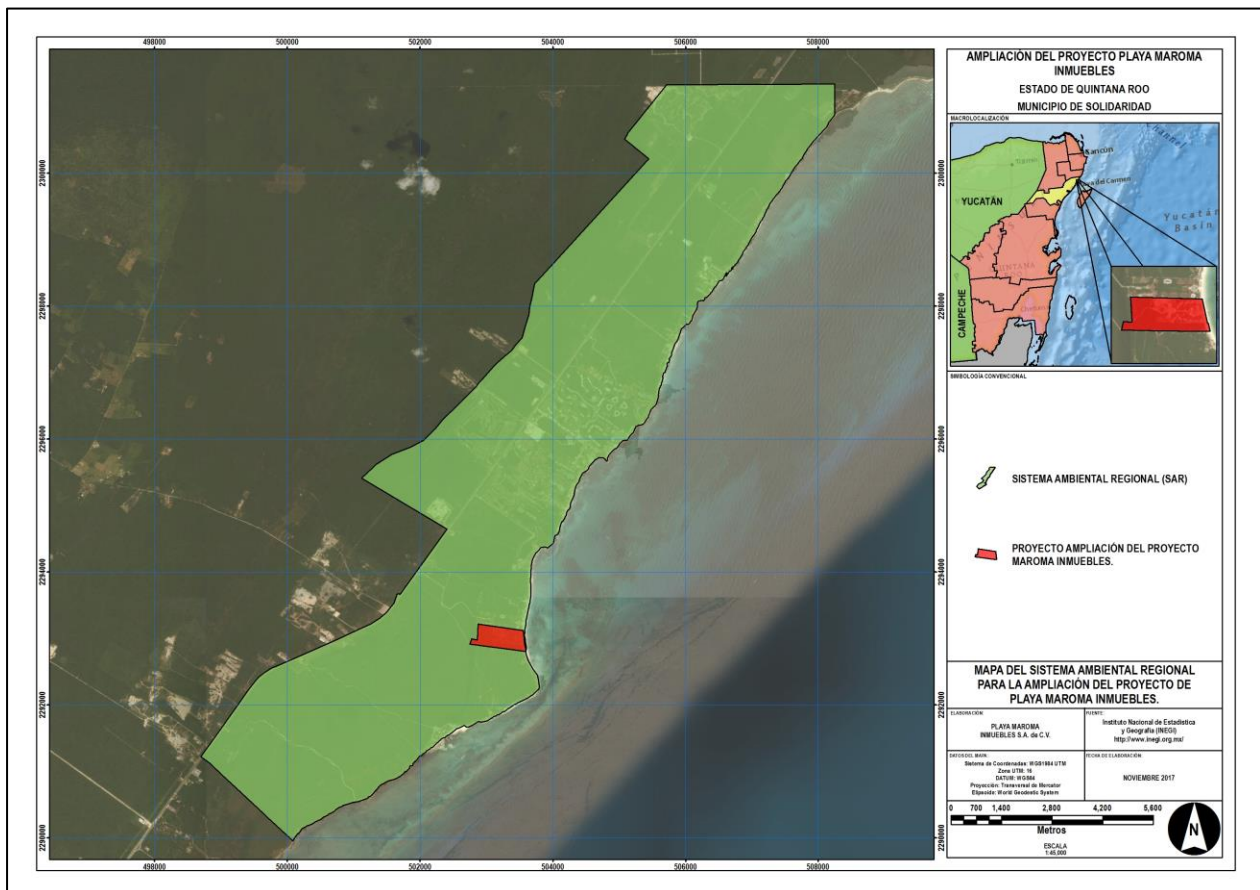
Las unidades de gestión ambiental (UGA's) conforman el área mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales, política territorial, y esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos finos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad. Derivado de lo dicho anteriormente se decidió que el espacio ocupado de las UGA's 17 y 18 sea la base para la delimitación del sistema ambiental, ya que estas unidades vinculan el medio natural, social y de productividad, estableciendo una unidad homogénea en donde se engloban las características y problemáticas ambientales de un espacio geográfico.

Derivado del análisis de los límites de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) 17 y 18 del POEL de Solidaridad, se sobre posicionaron cada una de las capas cartográficas de los factores abióticos para establecer un límite natural con el de las y de ésta manera establecer un área uniforme y continua, sintetizando las características ambientales del espacio geográfico donde se ubica el proyecto (figura IV.4), obteniendo como resultado una unidad homogénea que conforma el espacio terrestre del Sistema Ambiental Regional (SAR) con una superficie de 2,996.35 has, las coordenadas se anexan en un archivo Excel (Anexo IV.1).

La orientación con la que se ha delimitado esta área, está caracterizada por la dinámica en los factores ambientales que pueden ser afectados por el proyecto, en menor medida aquellos que puedan incidir sobre el proyecto propiciado efectos que se evidencien en factores ambientales diferentes a los que originaron los efectos.

La delimitación del sistema reside en la regionalización físico-geográfica, que consiste en el análisis, clasificación y cartografía de los complejos físico-geográficos individuales, los naturales y los modificados por las actividades humanas, esto incluye la comprensión sobre la composición, estructuras, relaciones, diferenciación y desarrollo de dichos complejos.

Figura IV.4
Sistema Ambiental Regional para el proyecto de Ampliación del Proyecto Playa Maroma Inmuebles



Otros espacios de mención particular son: las Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales (ANP's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's) y Regiones

Marinas Prioritarias (RMP's), siendo espacios relevantes en el análisis del SAR, ya que estos presentan características ambientales que les confieren atributos para recomendar su conservación sin ser jurídicamente vinculantes.

Referente a la ubicación del SAR a las áreas de estas regiones; éste no se traslapa en ninguna ANP, RTP o AICA, sin embargo, el SAR forma parte, mínima, pero se ubica dentro del espacio geográfico de la RHP-105 Corredor Cancún Tulum y en la RMP-Provincia Caribeña, perteneciente a la región Pta. Maroma Nizuc (anexos IV.2 a IV.6).

IV.2.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD DEL SISTEMA AMBIENTAL DEL SAR

El turismo en México representa una importante fuente de aportación al PIB, y dentro de éste sobresale la actividad turística del estado de Quintana Roo, que en el 2012 captó el 38.9% del total de divisas que ingresaron al país por concepto de turismo; y entre el porcentaje de visitantes en el estado de Quintana Roo, el destino Riviera Maya recibe el 44% del total, superando a Cancún con el 43% (SECTUR, 2013¹).

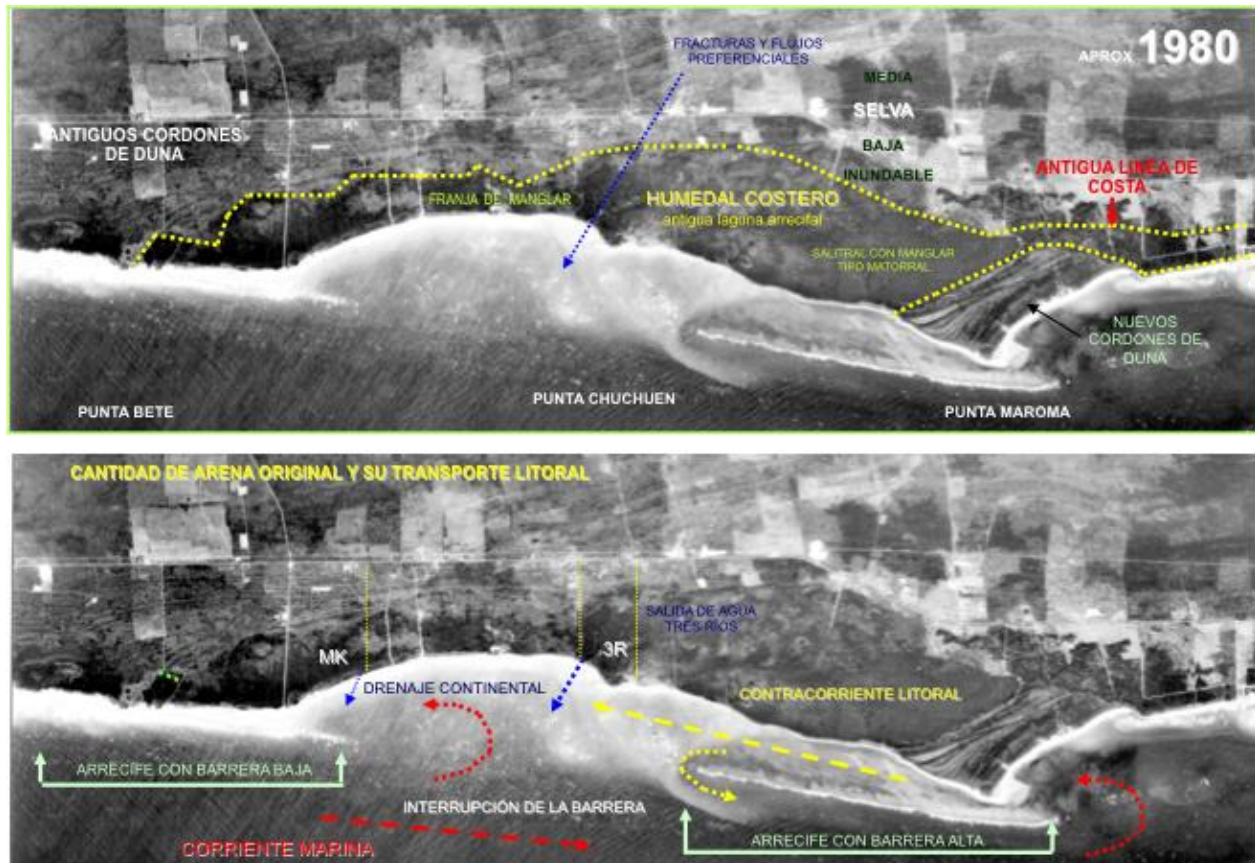
Estos índices económicos ponen en evidencia el dinamismo del desarrollo turístico en esta región del país, sin embargo, también es una realidad que, en las etapas iniciales de este crecimiento, el desarrollo de los proyectos se ajustó a las necesidades de un mercado creciente, soslayando la importancia de la preservación del ambiente en el marco del desarrollo sostenible; en estas condiciones, el crecimiento de la infraestructura turística rebasó al surgimiento de los instrumentos de regulación ambiental. En el período de 20 años transcurridos de 1980 a 2000, el crecimiento del sector turístico en la zona costera de este Estado, se caracterizó por carecer de un marco jurídico ambiental, regulador del establecimiento de las obras y de las actividades que ahora encontramos a todo lo largo del litoral.

El análisis retrospectivo considerado a partir de 1980, evidencia que el área del SAR ubicada en la zona centro norte del Estado de Quintana Roo, pertenece a una unidad fisiográfica costera en la cual el litoral es de tipo arenoso y expuesto al efecto del oleaje y de los fenómenos hidrometeorológicos; esta unidad muestra dos zonas de acumulación y acreción litoral (Punta Bete y Punta Maroma) cuya existencia derivó del efecto de las estructuras coralinas bordeantes que formaron un ambiente de baja energía, en el caso de Punta Bete, la formación coralina es incipiente y propicia la formación de una zona de acumulación en forma de punta o tómbolo; por lo que se refiere a Punta Maroma el arrecife está mejor estructurado y forma una típica cresta arrecifal que permite la existencia en el continente, de una zona de acreción litoral caracterizada por la formación de cordones litorales. Entre ambas zonas de acumulación, existe una zona con forma de bahía o ensenada donde la playa es arenosa y la dinámica costera se caracteriza por un transporte litoral dominante en sentido perpendicular a la línea de costa y un transporte longitudinal de poca magnitud y predominante en sentido N-S (Juanes, et al., 2004)².

El ecosistema arrecifal tipo bordeante existe solo frente a las dos puntas, la causa de esa interrupción se origina en el efecto que ocasiona la descarga importante de agua dulce subterránea.

En la zona marina de este sistema ambiental se identificaban 6 tipos de ambientes (pastos marinos, arenal, rompiente, posterior, transición barlovento, escalón y, adyacente a la zona marina, en la porción continental se reconocían cuatro tipos de ecosistemas paralelos a la línea de costa: duna costera, humedales de manglar, un ecotono duna-manglar y una zona de selva mediana subcaducifolia (Juárez, et al., 2006³) (figura IV.5),

Figura IV.5
1980 sección Punta Bete – Punta Maroma

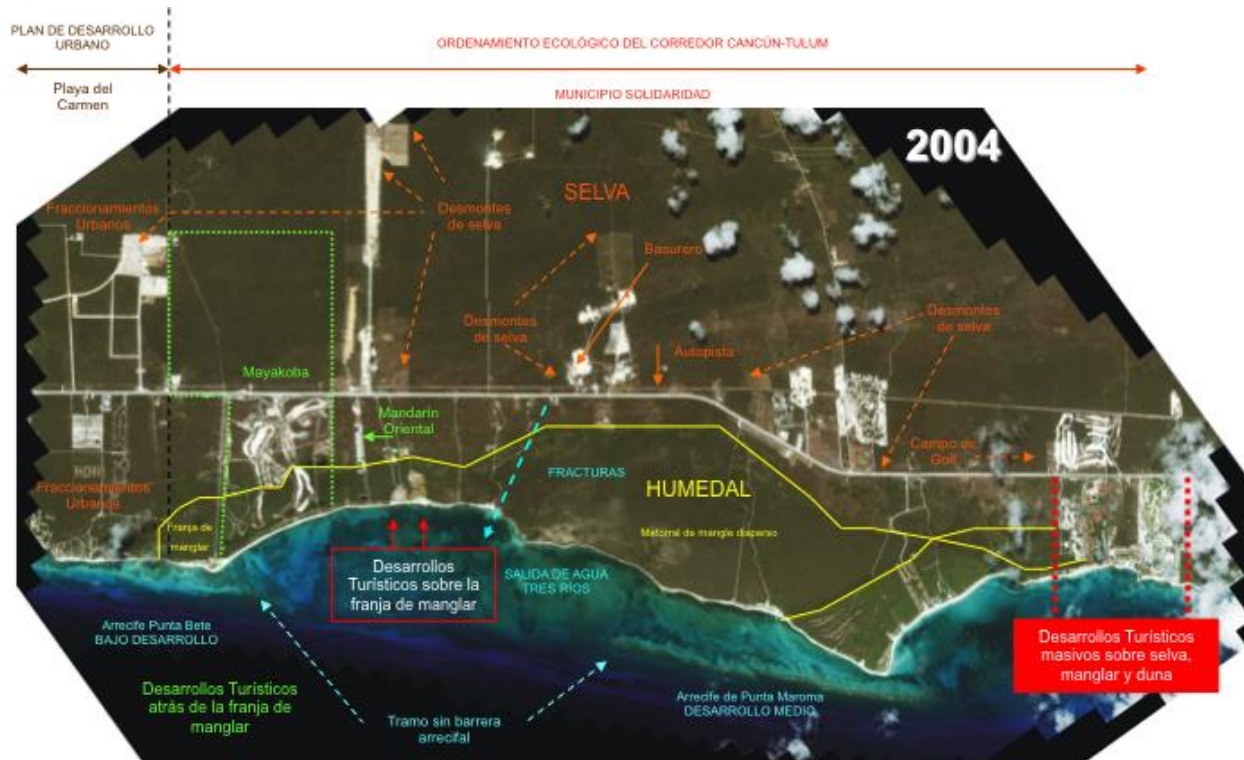


Este diseño ambiental se ha mantenido en su estructura, sin embargo la actividad antrópica, intensificada en la década de los años 70 propició modificaciones importantes: la construcción de la carretera Cancún-Chetumal rompió la continuidad del ecosistema de selva en sentido perpendicular a la línea de costa; el moldeado de la topografía con material de relleno sobre el que se construyeron los primeros desarrollos turísticos y las vialidades de acceso a esas construcciones o a terrenos ganaderos, carentes de un diseño hidráulico apropiado incidieron sobre el drenaje superficial y subsuperficial lo cual afectó algunas zonas del humedal; de igual forma se destaca la fragmentación o la interrupción de la continuidad de los ecosistemas, por ejemplo los de manglar, selva o duna con la construcción de infraestructura carente de la regulación ambiental necesario, ello debió inducir un proceso de desplazamiento de la fauna hacia áreas mejor conservadas.

La operación de los desarrollos turísticos a partir de la década de los 80 implicó: la extracción de agua del acuífero para consumo humano y otros usos propios de esa actividad, la inyección de aguas residuales crudas que necesariamente debieron contaminar a los mantos freáticos y el incremento del cambio de uso de suelo forestal. Este crecimiento sin orden empezó a revertirse a partir de la segunda mitad de la década de los años 90.

Al inicio del nuevo siglo, el panorama ambiental de esta región geográfica comprometía la integridad funcional de sus ecosistemas y su capacidad de carga (figura IV.6).

Figura IV.6
2004. Uso del suelo y crecimiento de infraestructura de diversos tipos



La entrada en vigor del primer esfuerzo de ordenamiento ecológico del territorio en 1994 abría la posibilidad de iniciar una nueva etapa para reorientar el crecimiento económico y urbanístico de la región, sin embargo la utilidad de este esfuerzo fue marginal, entre otras razones porque no existían las condiciones que permitieran su aplicabilidad jurídica, por ejemplo al realizar las evaluaciones de impacto ambiental; además, este instrumento no fue asumido ni aplicado con el alcance que debieron darle las autoridades de los tres órdenes de gobierno, incluso eran frecuentes las contraposiciones entre los lineamientos del POET y del programa de desarrollo urbano del municipio.

Las modificaciones a la LGEEPA en 1988 y la entrada en vigor de un nuevo reglamento en materia de impacto ambiental en el año 2000 fueron los factores que propiciaron que pudieran iniciarse esfuerzos regulatorios que han ido modificando el escenario inicial antes descrito; paralelamente el surgimiento de una conciencia ambiental creciente entre la sociedad, el desarrollo de cuadros técnicos y el fortalecimiento de la herramienta de EIA ligada a un nuevo enfoque del POET para aterrizarlo a nivel del territorio municipal en estrecha vinculación con el PDU correspondiente, así como una acción cada vez más efectiva de la institución responsable de la vigilancia y protección al ambiente (PROFEPA) ha favorecido la aplicación de medidas tendientes a reorientar el esfuerzo por asegurar la sostenibilidad del desarrollo, sin embargo el “pago” por ese aprendizaje, traducido en decisiones imprecisas o insuficientes, coadyuvó a retardar el verdadero desarrollo sostenible en la región.

En este contexto, en el espacio geográfico del SAR, aún existen indicadores de perturbación de origen antrópico derivado de asentamientos humanos, infraestructura turística y apertura de vías de comunicación sin sustento ambiental que se concretan en una tasa, inicialmente (1979 a 1990), creciente de cambio de uso de suelo que afectó a la cubierta forestal de selva y de los humedales; a la fecha aún subsisten las huellas de

estos trabajos, sin embargo, en este caso, la orientación del flujo hidrológico en un sentido perpendicular hacia el mar, impidió que los terraplenes de esas vías se constituyeran en barreras que afectaran la estabilidad de ese ecosistema.

A fin de obtener un valor descriptivo congruente con el escenario antes descrito, se recurrió a la obtención de la tasa anual de cambio de uso de suelo, conforme a los indicadores básicos de desempeño ambiental que ofrece el SNIAⁱⁱ y a partir de un análisis en retrospectiva de las modificaciones en el uso de suelo que ha experimentado el SAR a través del tiempo (tabla IV.2), teniendo como fuente de información las cartas puestas a disposición por el INEGIⁱⁱⁱ:

- 1980: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I, escala 1:250 000. México. 2003.
- 2002: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV, escala 1:250 000. México. 2011.
- 2013: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V, escala 1: 250 000. México. 2013.

Tabla IV.2
Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo

ID	USO DE SUELO	1980		2002		2013	
		Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
1	Información agrícola-pecuaria		0%	548.47	18%		0%
2	Cuerpos de agua		0%	0.02	0%	0.02	0%
3	Manglar	815.59	27%	887.74	30%	972.05	32%
4	Pastizal cultivado	375.84	13%		0%	548.47	18%
5	Selva mediana subperennifolia	699.67	23%	1,560.12	52%	89.14	3%
6	Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea	1,105.25	37%		0%	728.29	24%
7	Selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva		0%		0%	644.25	22%
8	Desprovisto de vegetación		0%		0%	14.13	0%
TOTAL		2,996.35	100%	2,996.35	100%	2,996.35	100%

La tasa anual de cambio de uso de suelo se calculó con la fórmula:

$$r = \left(\left(\left(\frac{S2}{S1} \right)^{1/t} \right) * 100 \right) - 100$$

Dónde:

- r = tasa anual.
- S2 = superficie final.
- S1 = superficie inicial.
- T = tiempo transcurrido entre fechas.

Ahora bien, debido a que la nomenclatura entre las series cartográficas se ha modificado y se han ido incorporado nuevas clasificaciones para los usos de suelo, se

ⁱⁱ <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia>

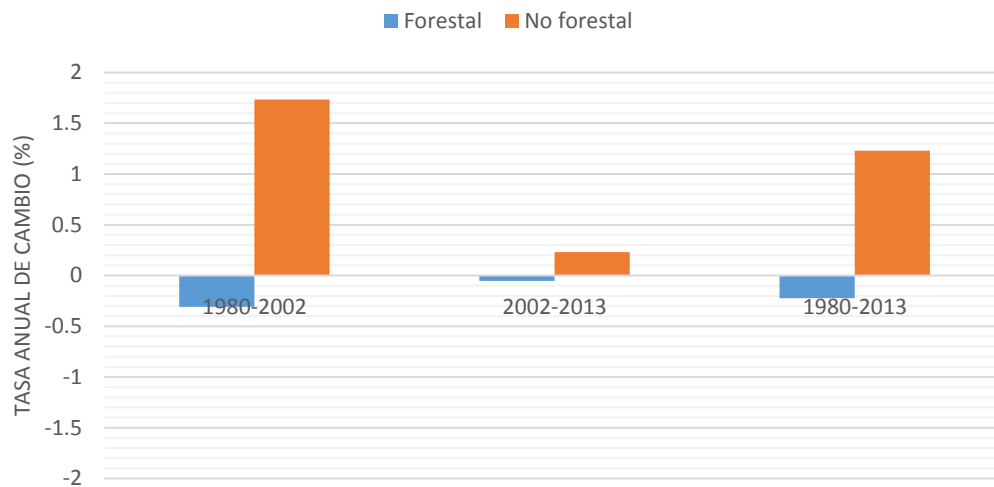
ⁱⁱⁱ <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/default.aspx>

recurrió a conjuntar la superficie ocupada por vegetación forestal (manglar y selva mediana subperennifolia, considerando sus estados secundarios) y la no forestal (pastizal cultivado, superficie agrícola-pecuaria, cuerpos de agua y superficie desprovista de vegetación). De forma que a partir de ello se obtuvo el valor de la tasa anual de cambio para la vegetación natural presente en el SAR (tabla IV.3 y figura IV.7).

Tabla IV.3
Tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR

Tipo de vegetación	SUPERFICIE (Ha)			TASA ANUAL DE CAMBIO (%)		
	1980	2002	2013	1980-2002	2002-2013	1980-2013
Forestal	2,620.51	2,447.86	2,433.73	-0.30931846	-0.05260764	-0.22382153
No forestal	375.84	548.49	562.62	1.73304217	0.2314719	1.2300358
Total	2,996.35	2,996.35	2,996.35			

Figura IV.7
Comparativo de tasas anuales de cambio de uso de suelo en el SAR



Derivado del ejercicio anterior, puede apreciarse que la mayor tasa de decremento de la superficie forestal y de incremento en los usos de suelo no forestales, corresponde al periodo de tiempo anterior al 2002; en tanto que la tasa de cambio obtenida para el periodo de tiempo más reciente, si bien ha seguido la misma tendencia de decremento para la superficie forestal e incremento de usos no forestales, ésta ha sido en un grado mucho menor, reflejando un imparable desarrollo de las actividades antrópicas pero con mayor tendencia a la regulación de las mismas en *pro* del mantenimiento de la calidad ambiental del área.

También favorece este escenario la resiliencia de los tres ecosistemas presentes en el SAR (el manglar, la selva mediana y la duna costera); los registros bibliográficos (2005, 2008 y 2012) de su diversidad y la riqueza de sus componentes ponen en evidencia que se trata de espacios con perturbación pero con resiliencia elevada.

El resultado de lo anterior es un sistema ambiental regional que aún conserva alrededor del 80% de su superficie cubierta por vegetación forestal; no obstante, un poco más de la mitad de ésta corresponde a vegetación secundaria (arbustiva y arbórea) de selva mediana subperennifolia, poniendo en evidencia el proceso de sucesión que ha tenido

lugar gracias a la resiliencia del propio ecosistema y a que existe actualmente un mayor control sobre el aprovechamiento de los servicios que éste ofrece, a través de leyes federales, NOM's, el desarrollo de la evaluación de impacto ambiental y particularmente de los programas de ordenamiento ecológico. En atención a esto último, en el diseño del proyecto se optó por la *transferencia de densidades* entre predios ubicados dentro de la misma UGA^{iv}, es decir, concentrar la superficie de desmonte en una sola área, lo que se traduce en una menor fragmentación sobre predios diversos y permite preservar las áreas de conservación más extensas, toda vez que la superficie que se pretende para CUSTF en este proyecto, se encuentra actualmente ceñida en parches sin una continuidad entre éstos y el resto de la vegetación forestal del entorno, imposibilitando el flujo de la fauna y su verdadera ocupación como hábitat, a diferencia de los predios La Ceiba y Zacil-Há desde donde se haría la transferencia de densidades y que serán destinados como área de conservación en perpetuidad, al presentar una mejor calidad ambiental con respecto al (AeP).

En este sentido, en los siguientes rubros se describe a detalle el estado actual de las características funcionales y estructurales del AeP (“estado cero” o “línea base”), tanto de los factores abióticos como bióticos. Cabe también enfatizar, como se aclara en otras partes del presente documento, en que el proyecto no incidirá sobre la superficie con vegetación de manglar, a fin de que éste mantenga sus características actuales.

IV.2.2 MEDIO ABIÓTICO

En éste apartado se realizó el estudio y análisis de los factores abióticos con los que el proyecto puede tener interacción y que a su vez pudieran limitar el desarrollo del mismo, así como aquellos componentes que pudieran ser afectados de manera directa o indirecta por el proyecto, de esta forma en los siguientes párrafos se analizan los siguientes componentes: clima, fenómenos meteorológicos, geomorfología, suelo (geología y edafología), hidrología, y los tipos de suelo presentes en el SAR.

IV.2.2.1 CLIMA

Resulta obvio que el establecimiento del proyecto, difícilmente podría incidir en propiciar alteraciones al régimen climático que caracteriza a esta región y al sistema ambiental regional, principalmente por la reducida superficie de afectación que ocasionará sobre la cubierta forestal del sistema ambiental regional (0.22% de las 2,996.35 has de extensión del SAR); sin embargo el tipo de clima, su estabilidad, el efecto que éste tiene sobre el biotopo de las poblaciones (de flora y de fauna) que pueblan el SAR y los efectos de proporciones considerables que llegan a ocasionar los huracanes que, con cierta regularidad afectan el litoral quintanarroense, favorecen atributos de fragilidad y vulnerabilidad, particularmente en la vegetación del humedal, que es preciso considerar para prevenir impacto acumulativos irreversibles, traducidos en daños al ambiente.

De acuerdo al sistema de clasificación climática de Wladimir Köppen modificada por García (2004)⁴, en México se presentan cuatro zonas climáticas, siendo las de mayor representación las zonas A, B y C, a diferencia de la zona E, la cual se encuentra sólo en áreas muy reducidas del país; por otra parte y de acuerdo a la base de datos del INEGI⁵, el estado de Quintana Roo se encuentra dentro de la zona climática A, con dos tipos de clima, siendo predominante el clima cálido subhúmedo y en menor proporción el cálido húmedo, este último se localiza exclusivamente en la isla de Cozumel. En ese sentido, la superficie del SAR así como la superficie del predio en el que se llevará a cabo el proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles”, presenta el **clima cálido subhúmedo** con clave **Aw1 (x)**.

^{iv} Regulado por Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana (2009).

Este clima presenta una temperatura media anual mayor de 22°C, la temperatura del mes más frío es mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual y una precipitación al año de 1'000 mm que se concentra en el período que va de mayo a octubre, con máximos en junio y septiembre y una disminución relativa importante llamada sequía intraestival o canícula, en agosto. La formación de ciclones se registra a fines de verano y principios de otoño, época en que las costas de Quintana Roo son afectadas por estas perturbaciones atmosféricas.

Por su parte, en el área de establecimiento del proyecto^v el registro de la temperatura media normal es de 25.8°C, con una máxima normal anual de 30.6°C y una mínima normal anual de 21.0°C.

Por lo que se refiere a los fenómenos meteorológicos, es reconocido el hecho de los efectos catastróficos ocasionados por huracanes y por tormentas tropicales; algunos casos icónicos resultaron los huracanes Gilberto (1988) y Wilkma (2005), los cuales ocasionaron serias afectaciones a la infraestructura turística y a los diferentes ecosistemas del territorio quintanarroense. Durante los últimos cinco años (2012 al 2016) y de acuerdo a la base de datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN)⁶, solo, impactaron a las costas del Estado dos huracanes uno de categoría uno y dos tormentas tropicales con afectación directa al estado de Quintana Roo.

Cabe distinguir que estas características climatológicas inciden en la definición y establecimiento de la tipología de la cubierta vegetal, la cual está constituida de manera dominante a lo largo y ancho del sistema ambiental regional por la selva mediana subperennifolia y la vegetación característica humedales costeros, este último conformado mayoritariamente por manglares y, en menor medida por tulares. Este tipo de selva se distribuye al noroeste, oeste y suroeste del área en estudio; la pérdida de follaje durante la sequía, -entre 25 y 50 %-, se debe probablemente al carácter somero de los suelos derivados de la riqueza de materiales calizos, cuyo drenaje es muy rápido, tanto por la inclinación del terreno como por su permeabilidad. La selva media subperennifolia está constituida por dos estratos: medio y superior, bien diferenciados cuya altura varía de 8 a 25 m. Entre las especies arbóreas dominantes destacan las siguientes: *Brosimum alicastrum*, ramón; *Manilkara zapota*, chicozapote y *Metopium brownei*, chechén (Pennington y Sarukhán, 1999)⁷.

IV.2.2.2 GEOMORFOLOGÍA

El Estado de Quintana Roo forma parte de una masa compacta muy poco fracturada denominada losa de Yucatán, con escasas corrientes superficiales pero abundantes ríos subterráneos y afloramientos llamados “ojos de agua”. Esta característica, vinculada al carácter topográfico prácticamente plano y a la alta permeabilidad de los suelos, enriquecen las corrientes subterráneas que descargan al Mar Caribe favoreciendo un ambiente propicio para el desarrollo de la biota acuática, dentro de la cual destacan celenterados coloniales que forman arrecifes de características importantes.

Es importante destacar el fenómeno particular de la Península de Yucatán, propiciado por las características geomorfológicas citadas en el párrafo precedente y por el régimen pluvial, todo lo cual propicia que cuando el agua se filtra por el suelo se enriquece con CO₂ y se vuelve ligeramente ácida, actúa entonces como agente erosivo de la roca caliza del subsuelo, la cual, en algunos lugares se debilita en extremo y se producen

^v Los registros fueron tomados de la estación climatológica 23163 que administra la CONAGUA y que se ubica en el territorio del Municipio de Solidaridad.

hundimientos que dejan al descubierto las aguas subterráneas. De este modo se forman los característicos cenotes del estado, los cuales tienen importancia ambiental por la riqueza faunística, endemismos y aislamientos que han contribuido a considerarlos como ecosistemas frágiles y vulnerables; al respecto, se destaca que, en el área de establecimiento del proyecto (AeP), no existe ningún cenote, sin embargo, en el SAR hay varios registros sobre el particular.

En otro sentido, la susceptibilidad a la presencia de sismos es baja, en comparación a otras regiones del país, ello es consecuencia de su ubicación geográfica lo que se traduce en la ausencia de registros históricos de sismos durante los últimos 80 años, en esta zona no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Lo antes expuesto obligará a que el proceso constructivo de la ampliación del proyecto PMI requiera como un requisito previo, la realización de un estudio de mecánica de suelos que ayude a identificar la posibilidad eventual de un hundimiento (formación de un cenote) y, en su caso, asumir las medidas preventivas correspondientes.

IV.2.2.3 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA

El territorio nacional se divide en cuatro regiones y quince provincias fisiográficas (INEGI, 1990)⁸. En ese sentido, la evolución y las características geológicas del estado de Quintana Roo están estrechamente relacionadas a la historia de la provincia fisiográfica XI denominada Península de Yucatán, que abarca también los estados de Campeche y Yucatán, además de la parte norte de Guatemala y noreste de Belice, la cual consistiesen una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo del Mar Caribe desde hace millones de años; este origen ha favorecido la litología y edafología particular de esta región del territorio nacional.

Por lo que se refiere a la edafología, el Estado presenta suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la entidad se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos con abundante contenido de fragmentos de roca de 10 a 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil y regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de coraza calcárea yucateca. Los tipos de suelo que se identifican son: litosoles, rendzinas, gleysoles, luvisoles, vertisoles, solonchaks, regosoles y nitosoles. En términos de extensión superficial, los primeros dos son de amplia predominancia sobre los restantes; al respecto tanto la superficie del SAR como la del AeP, presenta un grupo de suelo denominado Rendzina (INEGI, 2004⁹, 2015¹⁰), estos tipos de suelos presentan las siguientes características: son suelos someros que caracterizan a climas semiáridos, tropicales o templados; tienen una capa superficial abundante en materia orgánica (entre 6 y 15%) muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Las rendzinas generalmente son suelos arcillosos y con profundidad por debajo de los 25 cm; sin embargo, llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Son moderadamente susceptibles a la erosión, particularmente cuando permanecen desnudos después de la remoción de su cubierta vegetal.

Si bien este tipo de suelos, son en extremo frágiles, si resulta importante considerar su vulnerabilidad a la erosión, si no se asumen medidas protectoras para evitar que queden expuestos a la intemperie por largos períodos de tiempo.

IV.2.2.4 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Con fines administrativos, la CONAGUA ha definido 731 cuencas hidrológicas, que se encuentran organizadas en 37 Regiones Hidrológicas (RH), las cuales

representan los límites naturales de las grandes cuencas de México y se emplean para el cálculo del agua renovable. De acuerdo a un estudio hidrológico realizado por el INEGI (2002)¹¹, la provincia fisiográfica XI Península de Yucatán está conformada por cuatro Regiones Hidrológicas; de las cuales, el estado de Quintana Roo solo incide en dos: la RH32 Yucatán Norte (Yucatán) y la RH33 Yucatán Este (Quintana Roo), la cual es de carácter internacional debido a que se extiende hasta la república de Guatemala y Belice.

El SAR se localiza dentro de la RH32 Yucatán Norte. Esta Región Hidrológica cuenta con una extensión territorial de 58,135 km² y la precipitación anual estimada durante el periodo de 1981-2010 fue de 1,143mm. Abarca el estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche. Está conformada por dos cuencas higrológicas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, de las cuales el SAR se ubica dentro de la denominada Quintana Roo y en su subcuenca del mismo nombre.

En esta cuenca no existen corrientes superficiales; solo pequeñas lagunas de uso recreativo; por lo que se podría decir que la totalidad del flujo hidrológico en el estado es subterráneo; al respecto el registro del 2016 (CONAGUA, *op. cit*), indicaba que disponía de 6'187.2 hectómetros cúbicos promedio de agua al año, lo que lo ubica en el cuarto lugar nacional y, por ende, como uno de los estados con disponibilidad alta; esto es reflejo de la abundancia de sus acuíferos; en este sentido en Quintana Roo existen tres acuíferos para la administración del agua de acuerdo con la división nacional, pero para fines prácticos, se considera como uno solo, del cual se extrae el 100% de agua subterránea destinada para todos los usos.

Hidrología subterránea: estos acuíferos se encuentran o en equilibrio o sobreexplotados. Hay zonas geográficas que requieren especial cuidado en la extracción, principalmente en la isla de Cozumel y la zona de captación de Cancún, donde una sobreexplotación provocaría la disminución de la reserva de agua dulce y el ascenso del agua salobre (intrusión salina), con la consecuente contaminación y deterioro de su calidad.

El acuífero de Quintana Roo es de alta permeabilidad en la mayor parte de la entidad, excepto en su área suroeste, que es de permeabilidad media, así como en una pequeña franja al norte. Se trata de un acuífero de tipo freático, es decir, de poca profundidad, con características hidráulicas heterogéneas. La mayor parte de la superficie estatal es de llanuras con notable desarrollo cárstico, que deja al descubierto los cenotes; en tanto que en el área de lomeríos la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada y no se observa desde la superficie.

El acuífero se explota con cientos de pozos y norias (CONAGUA, 2014)¹²; de los primeros, destacan las baterías que abastecen los desarrollos turísticos de Cancún, Playa del Carmen y Cozumel, cuyo diseño y construcción se realizó con especial cuidado para prevenir la intrusión salina. Aun cuando el acuífero recibe abundante recarga, su uso intensivo está relativamente restringido, debido a que bajo el agua dulce existe una cuña de agua marina en los acuíferos costeros (INEGI, 2012)¹³.

Calidad del agua: La cantidad de sólidos disueltos en el agua subterránea varía en la entidad dentro del rango de 300 a 2'950 partes por millón (ppm); decrece gradualmente de la costa hacia tierra adentro, es mayor de 1'500 ppm en una faja de cinco kilómetros a partir del litoral, y de 450 a 2'000 en el resto; el espesor saturado de agua dulce decrece hacia la costa; es menor de 60 m en una franja de 40 km; 50 a 100 m en el resto de la llanura y de 160 m en el área de lomeríos (INEGI, 2012, *Op. Cit.*).

Contaminación: la porosidad del cars, los conductos del acuífero

y la ausencia de material filtrante permiten el acceso de todo tipo de contaminantes al subsuelo y su rápida propagación. Es así como las aguas residuales descargadas directamente al terreno y las fosas sépticas mal construidas contaminan el agua subterránea con micro organismos fecales, materia orgánica, nitrógeno, compuestos químicos y detergentes, entre otros (INEGI, 2012, *Op. Cit.*). No obstante, la considerable recarga del acuífero y las características hidráulicas facilitan el rápido tránsito de los contaminantes, pero debido a que en los núcleos de población se alternan las descargas y las extracciones, gran parte del agua residual infiltrada circula a los pozos por efectos del bombeo en lugar de seguir la trayectoria natural del flujo; por fortuna, si se eliminan los factores de la contaminación la calidad del agua puede recuperarse a corto plazo.

Características del agua subterránea por zona geohidrológica:

en el Estado se han identificado cuatro zonas geohidrológicas 1. Cerros y valles 2. Cuencas escalonadas 3. Planicie interior 4. Costas bajas; adicionalmente, y por su condición geográfica, se encuentra la isla de Cozumel. El SAR se ubica en el espacio geográfico de la región denominada Planicie interior en la cual el acuífero es libre y se encuentra sub explotado; la dirección del flujo del agua subterránea es hacia el este en su parte media, al oeste cerca de Yucatán y al norte en los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres. Tiene una profundidad de 20 a 50 metros hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas; su espesor medio es de 19 metros. El agua es de buena calidad, excepto en las costas, donde los sólidos disueltos muchas veces rebasan las 4'000 ppm.

Estas características definen muchos de los atributos del ambiente biótico por lo que su preservación y aprovechamiento debe caracterizarse por la sustentabilidad con que se realice; si bien, de acuerdo a los datos oficiales, el recurso hídrico subterráneo en la región en la cual incidirá el proyecto esta sub explotado. También es una realidad el aporte permanente e incremental de contaminantes, con especial referencia a los espacios del SAR con desarrollo importante de infraestructura turístico-hotelera.

IV.2.3 MEDIO BIÓTICO

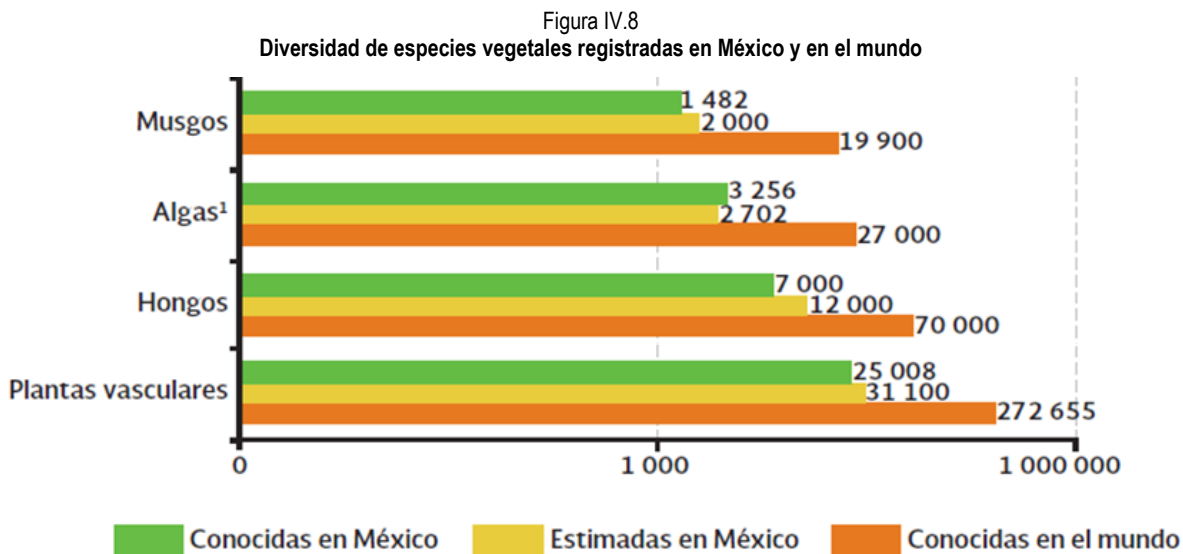
El análisis de la información que conforma el presente apartado parte de la recopilación de información bibliográfica de especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades, complementado con el levantamiento de registros de muestreos realizados en campo para sustentar las estimaciones de la calidad ambiental del SAR y del AeP, pasando por la determinación del estatus actual ("tiempo cero" o "línea de base"). En estos trabajos recibió especial importancia la identificación del estatus de riesgo de las diferentes especies identificadas, toda vez que de ello pudieran derivar indicadores de endemismos, vulnerabilidad o fragilidad de las poblaciones presentes en el territorio a ocupar. Los diferentes sistemas de clasificación de estas especies, además de la clasificación que hace la Ley General de Vida Silvestre y que se concreta en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se detallan en el anexo IV.7 de este capítulo.

Con los muestreos en campo se verificó la presencia de las especies de flora y fauna presentes en el SAR y el AeP con la finalidad de presentar un análisis confiable de las características particulares de cada especie vegetal y faunística. Se recopiló información complementaria para conocer su categoría de protección a nivel nacional e internacional, su distribución geográfica, su importancia biológica, gremio trófico, estacionalidad, estratificación vegetal, también se determinó a que región biogeográfica pertenecen y si se encuentran bajo protección de acuerdo al comercio internacional, todo ello para identificar la vulnerabilidad o la fragilidad de la biota en el estatus del ecosistema antes de que se realice la ampliación solicitada.

IV.2.3.1 VEGETACIÓN

De acuerdo a la información recabada (CONABIO, 2017)¹⁴, México es el quinto país de mayor riqueza biótica, junto con Brasil, Colombia, China e Indonesia, por lo cual se les conoce como países mega diversos; nuestro país cuenta con un registro de 25 mil especies de plantas vasculares, lo que equivale aproximadamente al 9.1% de las 272 mil especies descritas en el mundo (figura IV.8). En este sentido el estado de Quintana Roo, dispone de un registro de 507 a 850 especies de plantas vasculares.

Dicha diversidad, es resultado de su compleja topografía y geología, su diversidad de climas y microclimas presentes en todo el territorio; además de su ubicación geográfica.



¹ En el caso de las algas, el número de especies conocidas actualmente es mayor al número estimado de especies en el país.

Fuente: Coordinación de información y Servicios Externos, CONABIO, SEMARNAT, 2012.

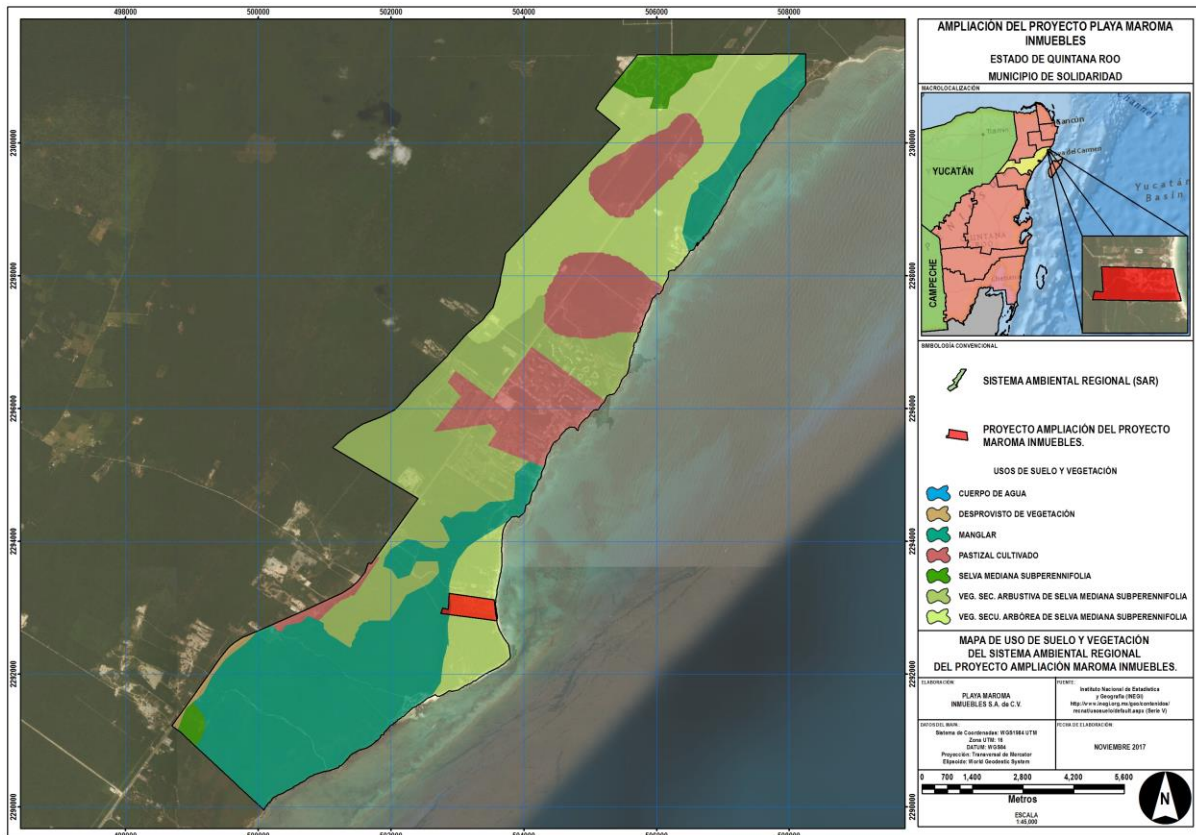
De acuerdo con Tello, H. A. y Castellanos, E. O. (2011)¹⁵, en el estado se identifican doce comunidades vegetales, cuya distribución está determinada por el clima, las características geológicas, los tipos de suelo, la topografía y la presencia del mar Caribe; éstas son la selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja espinosa subperennifolia, selva baja subcaducifolia y selva baja caducifolia, palmar, manglar, sabana, vegetación de dunas costeras, petén y tular.

Como se ha mencionado anteriormente el SAR comprende una superficie de 2,996.35 ha; la cual, de acuerdo a la serie V del INEGI, se encuentra conformada por una superficie desprovista de vegetación correspondiente al 0.47% de la superficie total del SAR, una pequeña superficie correspondiente al 0.001% de cuerpos de agua y cinco tipos de vegetación: 18.30% de pastizal cultivado, 32.44% de manglar, 2.98% de selva mediana subperennifolia, 21.5010 de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia y 24.31% de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, a lo anterior se adiciona la superficie de la duna costera, cuya anchura es variable a lo largo del cordón litoral (tabla IV.4; figura IV.9).

Tabla IV.4
Superficies de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional

Clave	Descripción	Superficie (ha)
ADV	Desprovisto de vegetación	14.12
PC	Pastizal cultivado	548.47
SMQ	Selva Mediana Subperennifolia	89.14
VM	Manglar	972.05
VSa/SMQ	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	644.25
VSA/SMQ	Vegetación Secundaria arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	728.29
H ₂ O	Cuerpo de agua	0.02
DC	Duna costera	Muy variable
Total		2,996.35

Figura IV.9
Distribución de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional



Los tipos de vegetación encontrados en el SAR se describen brevemente a continuación:

Los **manglares (VM)**, son asociaciones vegetales que presentan una alta adaptabilidad a condiciones de estrés (SAGARPA, 2010¹⁶), originadas por inundaciones permanentes y alta salinidad (Valdez, M. e Islebe, G.A., 2011¹⁷), así como variaciones de temperatura y de pH. Esta comunidad vegetal se desarrolla en climas del tipo BS

y AW, en suelos generalmente inundados de origen calcáreo y con alto contenido de turba originado por la retención de materia orgánica; durante la época de sequía, comprendida durante el periodo de noviembre-abril, los suelos se secan y forman blanquizales que presentan suelos hipersalinos (Flores, J. S., *et al*, 2010¹⁸).

Su distribución en el estado de Quintana Roo se extiende a lo largo de toda la costa, en mayor proporción desde la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'án hasta Xcalak. Sus componentes vegetales alcanzan alturas desde 80 cm hasta más de 15 metros, algunas especies logran alcanzar alturas de hasta 25 metros y debido a su composición florística se pueden distinguir cuatro tipos: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) (Díaz, A.E., 2011¹⁹). Siendo el mangle rojo (*R. mangle*) el más frecuente y bien conocido por sus raíces aéreas en forma de zancos.

El **pastizal cultivado (PC)**, también conocido como **pastizal inducido** es un tipo de agroecosistema modificado por el hombre para el aprovechamiento del ecosistema en actividades agrícolas y pecuarias. Esta comunidad generalmente se encuentra dominada por gramíneas o gramínoideas que aparecen como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Con el paso de los años en el estado de Quintana Roo es muy común el pastoreo de bovinos en pastizales cultivados, a costa de una creciente pérdida de la cobertura vegetal selvática. Este agroecosistema ocupa amplias áreas con desarrollo rural y en particular aquellas con presencia de relieve ondulado y monticular, con suelos someros, como son los casos de la rendzina y el litosol; en algunos casos suele ocupar pequeñas áreas planas con suelos ligeramente más profundos como el luvisol y en menor medida en algunas partes con presencia de suelos anegables como el vertisol y el gleysol (SAGARPA, 2010).

La selva mediana subperennifolia (SMQ), de acuerdo a Flores, J. S., *et al*, (2010), esta comunidad vegetal es la más extensa de la Península de Yucatán. Suele desarrollarse en sitios con suelos profundos y con altos contenidos de materia orgánica. Este tipo de vegetación cubre la mayor superficie del estado de Quintana Roo y puede llegar a alcanzar una altura de 15 a 25 metros (Valdez, M. e Islebe, G. A., 2011).

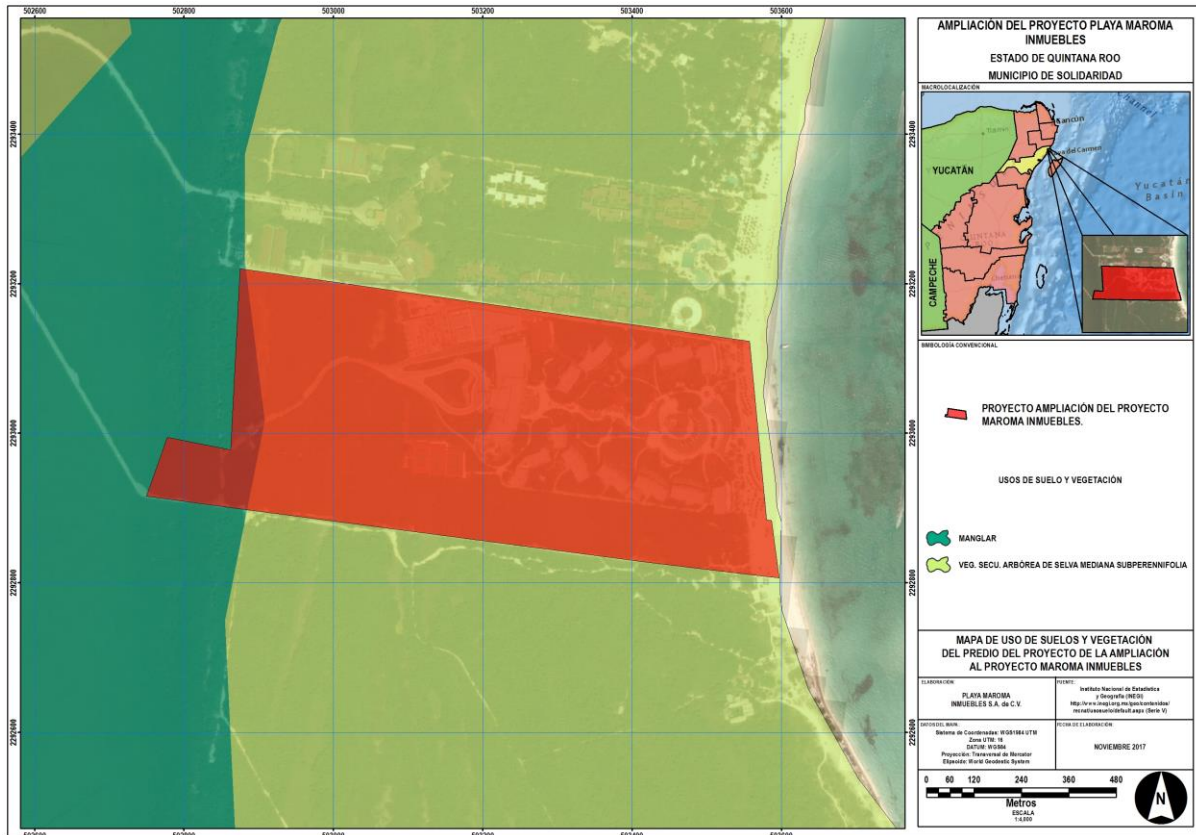
Se caracteriza porque alrededor del 25 al 50% de los árboles que se desarrollan en este tipo de vegetación pierden sus hojas en lo más acentuado de la época seca; suele desarrollarse en áreas extensas con clima cálido que presente temperatura media anual superior a los 20°C, así como clima subhúmedo con precipitación anual media poco superior a los 1,200 mm y sobre suelos de caliza pulverulenta en regiones poco habitadas y cultivadas. El árbol dominante en este tipo de vegetación es el zapote o chicozapote (*Achras zapota*), al que se asocia con frecuencia la caoba, el pucté (*Bucida buceras*), el ramón, etc. (Miranda, F. y Hernández, E. 1963²⁰).

Por lo regular los bosques y selvas carecen de comunidades constituidas únicamente por vegetación primaria, tal es el caso de este tipo de vegetación; la cual presenta variaciones de vegetación secundaria arbustiva (VSA/SMQ) y arbórea (VSA/SMQ). Estos dos subtipos de vegetación son incluso de mayor abundancia en el SAR, las cuales ocupan una superficie de 21.50% y 24.30% respectivamente, a diferencia de la Selva Mediana Subperennifolia, cuya superficie solo constituye el 2.97%.

Es importante mencionar que en la superficie del predio solo se registra la presencia de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia

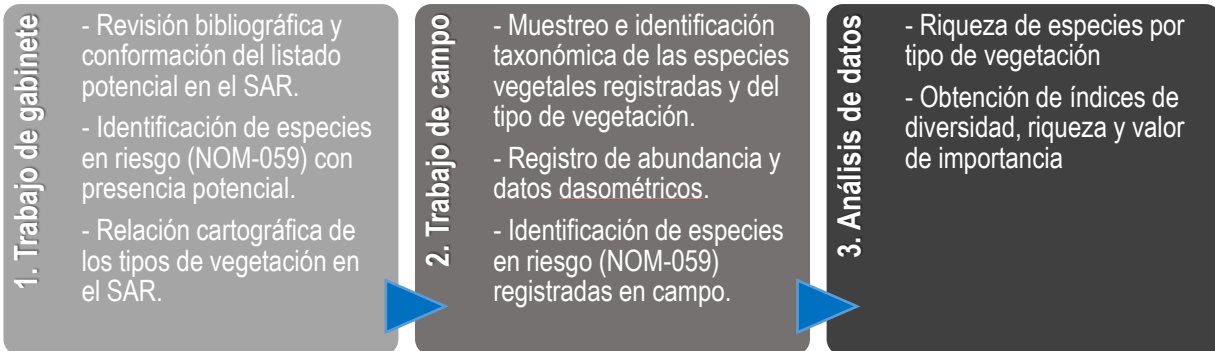
(VSA/SMQ); la cual, de acuerdo a Rzedowski (1978), se caracteriza por presentar rasgos intermedios entre los bosques tropicales perennifolios y caducifolios, en cuanto a fisonomía y requerimientos climáticos. También existe una pequeña superficie de Manglar (VM) que no será considerada en la solicitud de Cambio de Uso de Suelo (CUS) ya que no se pretende remover para llevar a cabo los trabajos de ampliación (figura IV.10)

Figura IV.10
Uso de suelo y vegetación presente en la superficie del predio sujeto a ampliación



Ahora bien, la caracterización de la composición florística fue desarrollada en tres etapas (Figura IV.11), en primera instancia se realizó la recopilación bibliográfica, a partir de la consulta de bases de datos nacionales y de reportes de información de la región, de las especies vegetales con potencial de presencia en el SAR previamente delimitado, de acuerdo con los tipos de vegetación presentes en él. En la segunda etapa se realizó un monitoreo en campo para verificar la información recabada y determinar las especies vegetales presentes en la superficie del predio sujeta a Cambio de Uso de Suelo (CUS). Finalmente, en la tercera etapa, los resultados arrojados por el trabajo de campo, fueron analizados estadísticamente.

Figura IV.11
Metodología para la caracterización de la composición florística



IV.2.3.1.1 FLORA POTENCIAL (TRABAJO DE GABINETE)

La recopilación bibliográfica de la flora con presencia potencial en el SAR, derivó de la consulta de fuentes especializadas: artículos indexados, tesis y de la base de datos de CONABIO en su portal de acceso a la información. A partir de ello, se obtuvo el registro de 71 especies potenciales, las cuales se agrupan en 37 familias; las mejor representadas son Fabaceae con 13 especies y Arecaceae con 6 (Anexo IV.8 Listado potencial de flora). De las 71 especies potenciales, 10 se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con estatus todas de amenazadas, tres de ellas endémicas y 7 no endémicas (tabla IV.5), dos especies diferentes a las 10 antes citadas se encuentran relacionadas en la lista roja de la IUCN.

Tabla IV.5
Especies potenciales con estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en la lista roja de la IUCN

	Familia	Especie		Estrato	Estatus de riesgo ^{1/}		Distribución
		Nombre científico	Nombre común		NOM-059	IUCN	
1	Annacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	arbóreo	A		Nativa, No endémica
2	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	arbóreo	A		Endémica ^{2/}
3		<i>Gaussia maya</i>	Palma blanca	arbóreo	A	VU	Nativa, No endémica
4		<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Kuká	arbóreo	A		Nativa, No endémica
5		<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	arbóreo	A		Nativa, No endémica
6	Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle blanco	arbóreo	A	LC	Nativa, No endémica
7		<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	arbóreo	A	LC	Nativa, No endémica
8	Fabaceae	<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin	arbóreo	SE	NT	Endémica ^{2/}
9	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	arbóreo	SE	EN	Nativa, No endémica
10	Nolinaceae	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Despeinada	arbóreo	A		Endémica ^{2/}
11	Rizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle rojo, xtabché	arbóreo	A	LC	Endémica ^{2/}
12	Verbenaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	arbóreo	A	LC	Nativa, No endémica

1/: para ver definición ampliada de cada categoría de estatus, ver anexo IV.7
2/: Especies endémicas a la Península de Yucatán.
NOM: A: estatus de amenazada; SE: Sin estatus; IUCN LC: Preocupación menor; NT: Casi amenazada; EN: en peligro.

La información bibliográfica y los trabajos de muestreo en campo permitieron determinar que la cobertura forestal del SAR está formada por tres tipos característicos de vegetación: la vegetación propia del humedal, en la cual los manglares son el componente carismático, la selva mediana subperennifolia y la vegetación halófila de duna costera.

La vegetación del humedal está conformada por un manglar mixto con una altura promedio de sus individuos de 8 a 8.5 m, mismo que coincide con reportes del año 2006 (Juárez, P.J., et al, 2006)²¹, lo cual pudiera indicar una estabilidad de este componente del ecosistema; dominan las poblaciones de *Conocarpus erectus* y *Rhizophora mangle* con densidades de 2,300 y 2,075 individuos por hectárea, también se registran individuos de *Laguncularia racemosa*, *Manikara zapota* y *Thrinax radiata* (Anón, 2005)²².

La vegetación de selva mediana subperennifolia muestra evidencias de vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Se identifican en este tipo 26 especies arbóreas agrupados en 12 familias con dominancia de *Vitex gauymeri*, *Piscidia piscipula* y *Bursera sp*, esta composición pudiera indicar que la selva mantiene una alta diversidad y que la reducción de su superficie para diversos objetivos solo han causado efectos negativos en sitios puntuales. Monitoreos realizados en sitios aledaños (muy próximos al SAR), 2n 2008, 2011 y 2012 (Cabrera C. E. 2012)²³ indican que los cambios en este componente del ecosistema han sido de relativa importancia, particularmente en el comportamiento del área basal, la cual ha variado entre 0.58m²/ha (*P. piscipula*) y los 0.55 m²/ha (*V. Gaumeri*), sin embargo el autor reconoce que esos valores corresponden a un período de observación muy corto pero que indican que las especies continúan contribuyendo a la estructura característica de este tipo de vegetación.

La vegetación halófila de duna costera está presente en todo el cordón litoral del SAR y está formada por especies pioneras derivado de las afectaciones recurrentes ocasionadas principalmente por tormentas y huracanes, los reportes consultados aportan registros de poblaciones compuestas por alrededor de 40 especies agrupadas en 23 familias, con cobertura de entre 45 a 60%. En este tipo de vegetación se distinguen cuatro estratos: arbóreo (que tiene la menor cobertura) en el cual domina la presencia de *Coccoloba uvifera*, *Pouteria campechiana* y *Thrinax radiata*, arbustivo con 10% de cobertura y 11 especies, herbáceo con 67% de cobertura y 35 especies y el rastrero con 20% de cobertura y 10 especies. La riqueza de este componente del ecosistema del SAR no puede considerarse significativa ya que reportes de subsistemas similares en el Estado (Sian Ka'an) indican poblaciones casi cinco veces mayores (Espejel, 1986)²⁴.

Con base en lo anterior, se realizó la corroboración en campo de la presencia de dichas especies, a través de un muestreo *in situ*, mismo que constituye la base para el análisis de los indicadores de diversidad e importancia, la precisión del tipo de vegetación que caracterizan el área de interés y una interpretación de la calidad ambiental en la línea base.

IV.2.3.1.2 FLORA REGISTRADA (TRABAJO DE CAMPO)

Para corroborar los registros bibliográficos y enriquecer el conocimiento de la biota florística, el trabajo de muestreo fue ejecutado tanto dentro del área de establecimiento del proyecto (AeP) (en las áreas sujetas a CUSTF), como fuera de éste, dentro del SAR. Se utilizaron unidades muestrales de 600 m², este tamaño de parcela de muestreo se empleó con la finalidad de abarcar las diferentes condiciones de

vegetación y con esto hacer más representativa la operación. En este sentido, se distribuyeron aleatoriamente 9 puntos o sitios de muestreo dentro el AeP y 9 en el SAR, en el mismo tipo de vegetación por afectar (selva mediana subperennifolia).

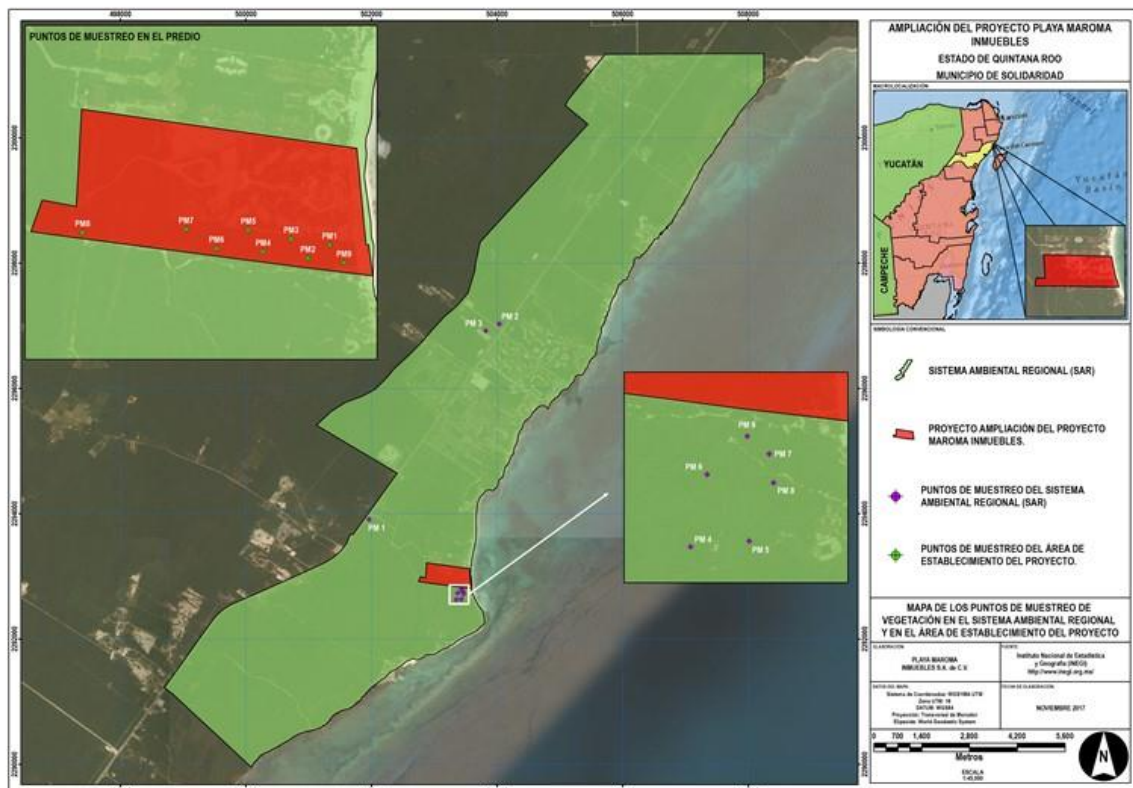
La ubicación de cada uno de los puntos de muestreo quedó definida por las coordenadas tomadas en el sistema UTM, datum de referencia WGS 84, zona 16 Q, de los 9 sitios del AeP y los 9 del SAR, se presentan en la tabla IV.6 (figura IV.12).

Tabla IV.6
Coordenadas de los sitios de muestreo de flora

Coordenadas del muestreo en el SAR				Coordenadas del muestreo en el AeP			
PUNTOS DE MUESTREO	X	Y	TIPO DE VEGETACIÓN	PUNTOS DE MUESTREO	X	Y	TIPO DE VEGETACIÓN
PM_1	501961.38	2293913.85	SMQ	PM1	503491.00	2292883.00	SMQ
PM_2	504035.00	2297033.00	SMQ	PM2	503437.00	2292850.00	SMQ
PM_3	503817.78	2296924.10	SMQ	PM3	503395.00	2292898.00	SMQ
PM_4	503349.65	2292631.31	SMQ	PM4	503326.00	2292866.00	SMQ
PM_5	503432.49	2292639.48	SMQ	PM5	503289.00	2292920.00	SMQ
PM_6	503373.00	2292734.00	SMQ	PM6	503210.00	2292874.00	SMQ
PM_7	503461.00	2292763.00	SMQ	PM7	503135.00	2292922.00	SMQ
PM_8	503467.00	2292722.00	SMQ	PM8	502878.00	2292914.00	SMQ
PM_9	503430.00	2292788.00	SMQ	PM9	533526.00	2292839.00	SMQ

SMQ = Selva Mediana Subperennifolia

Figura IV.12
Distribución de los sitios de muestreo en el SAR y en el Área de Establecimiento del Proyecto



a) Diseño e intensidad de muestreo

Se utilizó el diseño de muestreo aleatorio simple, con sitios de dimensiones fijas de tipo circular de 600 m². El muestreo aleatorio es aplicable a la descripción muestral de cualquier población, cuya estructura permite el acceso a la muestra para todos los individuos que la integran, a los que previamente se les ha asignado una misma probabilidad de selección. Este método se emplea cuando las unidades muestrales son de tamaño constante, es decir, cuando la misma regla probabilística se aplica a todas (Prodan, *et al.*, 1997).

De acuerdo con lo anterior, el tamaño de muestra correspondió a 0.54 ha de selva mediana subperennifolia, tanto para el AeP como para el SAR. Lo que derivó en una intensidad de muestreo de 8.46% y 0.61% en el AeP y SAR respectivamente (tabla IV.7).

En este sentido, se define como intensidad de muestreo a la relación porcentual de la superficie de la muestra con respecto a la superficie total, calculada por:

$$f = \frac{S_m}{S_t} 100$$

Donde:

f = Intensidad de muestreo en porcentaje

S_m = Superficie de la muestra

S_t = Superficie total

Así, en dicha expresión matemática, la intensidad de un muestreo y la superficie total guardan una relación inversamente proporcional, por lo que entre más grande es el área, la intensidad de muestreo disminuye y viceversa, entre más pequeña es el área, la intensidad de muestreo aumenta, debido a que en áreas muy pequeñas (1 a 3 ha) el tamaño del error de muestreo es normalmente muy alto, y se requiere entonces de un número mayor de sitios y por ende mayor superficie, para obtener estimaciones representativas (Spitler, 1995²⁵). En este contexto, Ramírez-Delgado (2011²⁶) recomienda emplear una intensidad de muestreo de 1.5% para superficies entre 6.1 y 10 Ha (como lo es el AeP) y del 0.5% cuando se tienen superficies mayores de 50 ha. Por lo que partiendo de la intensidad de muestreo empleada en el AeP (8.46%), pudo superarse el mínimo recomendado en la bibliografía para esta área, a fin de alcanzar un nivel de confianza^{vi} del 95% tal como será descrito más adelante; en tanto que cabe enfatizar que en el SAR, el trabajo de campo que se concentró en las áreas con el mismo tipo de vegetación que el área de CUS, empleó el mismo número y dimensión de sitios de muestreo para salvaguardar la representatividad estadística y parámetros comparativos del presente estudio.

Tabla IV.7
Tamaño de muestra e intensidad de muestreo

Área de estudio	Tipo de vegetación	Superficie total (Ha)	N° de Puntos de muestreo	Superficie por PM (Ha)	Superficie muestreada (Ha)	Intensidad de muestreo	Intensidad de muestreo recomendada por Ramírez, 2011	
							(% del área total)	
AeP	SQM	6.37	9	0.06	0.54	8.46%	De 6.1 a 10 Ha	1.5%
SAR	SQM	89.14	9	0.06	0.54	0.61%	>50 Ha	0.5%

SMQ = Selva Mediana Subperennifolia

^{vi} Nivel de confianza: es la probabilidad con la que el método dará una respuesta correcta. El nivel de confianza hay que interpretarlo como que disponemos de un método que en cierto porcentaje de casos acierta y en el resto falla (Barón López y Téllez Montiel, 2004).

Cabe mencionar que durante el muestreo, además del registro de especies e individuos para determinar su densidad y frecuencia relativa, se tomaron también las principales variables dasométricas (altura, diámetro y cobertura de copa) de los árboles y arbustos que se encontraron, para determinar la condición de la vegetación a través de cálculos ecológicos, cualitativos y cuantitativos, que serán requeridos en los diversos capítulos del presente documento técnico.

b) Suficiencia de muestreo

No obstante lo anterior, la intensidad de muestreo (como un porcentaje del área total) no es necesariamente un buen indicador de la validez de un inventario forestal, ya que el porcentaje de error correspondiente a los parámetros del área (densidad de árboles, área basal, volumen) es más importante (Hughell, 1997²⁷); por lo que la suficiencia estadística del muestreo fue evaluada a través del modelo matemático propuesto por Dauber, Erhad, 1995²⁸ y Carrera 1996²⁹, desarrollado específicamente para estudios en ecología vegetal y muy utilizada cuando se realiza un muestreo al azar:

Donde:

n = número de puntos de muestreo con suficiencia estadística

t = valor que define el nivel de confianza, obtenido a partir de las tablas "t de Student".

$s\%$ = es el coeficiente de variación de la población (también denominado CV)

$E\%$ = error admisible

$$n = \frac{t^2 s\%^2}{E\%^2}$$

El Coeficiente de variación (CV o $s\%$), deriva de:

Donde:

s = Desviación estándar

\bar{x} = Promedio

$$CV = \frac{s * 100}{\bar{x}}$$

Y el error admisible, es obtenido a partir de la siguiente expresión, siendo generalmente aceptado en ecología vegetal un error del 20% (Mostacedo y Fredericksen, 2000³⁰), no obstante, el muestreo motivo del presente estudio se realizó con un error menor (10%).

$$E\% = t \frac{s\%}{\sqrt{n}}$$

En relación a lo anterior, cabe mencionar que la determinación del número adecuado de puntos de muestreo (n), es la base para realizar un buen estudio ecológico; si bien es sabido que entre más sean es mejor debido a que el porcentaje de error en el muestreo disminuye, generalmente existen limitaciones financieras y de tiempo, por lo que existen métodos como el antes mencionado, a los que los biólogos y ecólogos recurren como auxiliares en la determinación del número adecuado de muestras, para que el muestreo sea estadísticamente representativo y que los datos tengan una distribución normal (Bautista *et al.*, 2011³¹; Mostacedo y Fredericksen, 2000). De esta forma, el modelo anterior permite la determinación de n en virtud tanto de la composición homogénea o heterogénea de los datos levantados en campo, al considerar el coeficiente de variación (CV); de la representatividad estadística, al considerar la distribución normal de los datos (prueba t student); y el error admisible de 10% a un nivel de confianza de 95%.

En este sentido, el modelo aplicado evidencia la suficiencia estadística de los 9 puntos de muestreo levantados en el AeP para la caracterización de la composición florística de la selva mediana subperennifolia (Tabla IV.8; Anexo IV.9).

$$n = \frac{3.4596 * 287.9319}{110.6810}$$

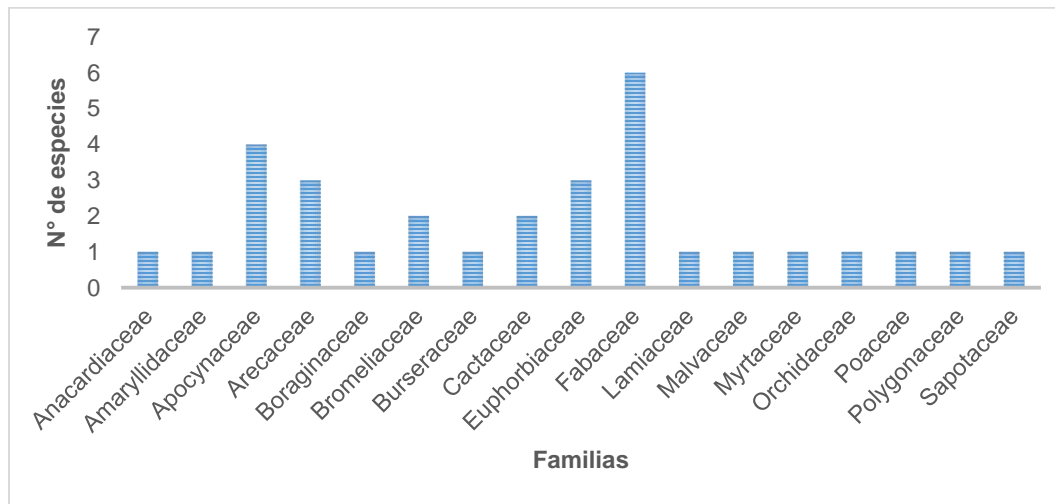
Tabla IV.8
Riqueza específica registrada por punto de muestreo

Punto de muestreo (PM)	Individuos por PM
PM1	136
PM2	128
PM3	121
PM4	171
PM5	184
PM6	117
PM7	139
PM8	124
PM9	124
Total	1244
Promedio (x)	138.22
Desviación estándar (s)	23.4543
Coefficiente de variación (s%)	16.9686
95% de probabilidad t (8 grados de libertad)	1.860
Error estándar (S)	7.8181
Error admisible (E%)	10.5205
Tamaño de la muestra (n) con suficiencia estadística	9

c) Resultados del muestreo

Derivado del trabajo de campo, se obtuvo el registro total de 19 especies vegetales en el AeP, de las cuales 17 fueron registradas también en otros sitios dentro del SAR, en este último espacio también se registrarán 12 especies más, es decir que en el SAR se registraron 29 especies totales, lo anterior considerando los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo (tabla IV.9). Las familias mejor representadas corresponden a Fabaceae y Apocynaceae, por 6 y 4 especies respectivamente (figura IV.13), y el estrato más diverso fue el arbóreo con el 71% de las especies registradas. En tanto que las especies más abundantes tanto en el AeP como en el SAR corresponden a *C. readii*, *T. radiata*, *M. fluribunda* y *M. brownei*, en ese orden (figura IV.14 y Anexo IV.10. Base de datos de vegetación).

Figura IV.13
Familias registradas durante el muestreo de vegetación



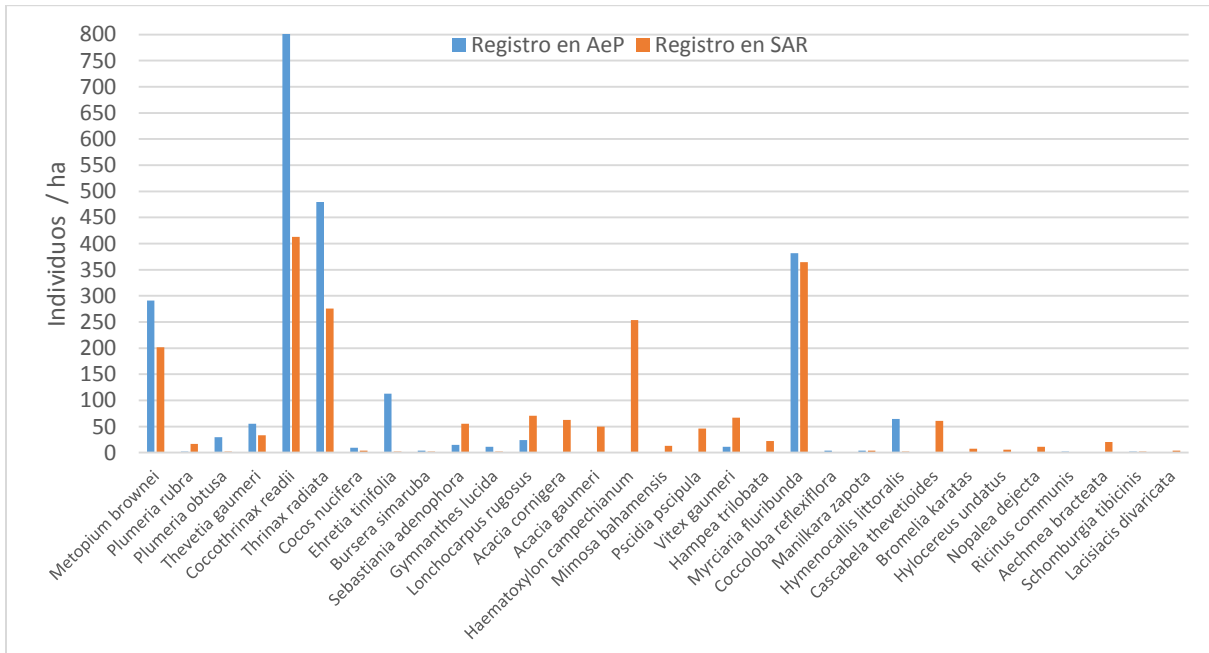
Con respecto a las especies con estatus de riesgo, se registraron dos especies de palmas (*Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*) con estatus de amenazadas (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y están presentes tanto en el AeP como en el SAR; además de otras dos especies (*Acacia gaumeri* y *Vitex gaumeri*) incluidas en la lista roja de la UICN con el estatus de “casi amenazada” (NT) y “en peligro” (EN) respectivamente, y 4 especies con distribución endémica (CONABIO, 2017)³², dos de las cuales coinciden con los estatus de protección antes mencionados (anexo IV.11).

Tabla IV.9
Especies de flora registradas en los muestreos en campo (SAR y AeP)

	Familia	Especie	Nombre común	Registro en AeP	Registro en SAR	Estatus NOM-059	Estatus UICN (lista roja)	Distribución
Estrato arbóreo								
1	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	x	x	SC	SC	No E
2	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	x	x	SC	SC	No E
3		<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	x	x	SC	SC	No E
4		<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	x	x	SC	SC	No E
5		<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	x	x	A	SC	E ^{1/}
6	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	x	x	A	SC	No E
7		<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	x	x	SC	SC	No E
8	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	x	x	SC	SC	No E
9	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	x	x	SC	SC	No E
10	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	x	x	SC	SC	No E
11		<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	x	x	SC	SC	No E
12	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	x	x	SC	LC	No E
13		<i>Acacia cornigera</i>	Subin		x	SC	SC	No E
14		<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin		x	SC	NT	E ^{1/}
15		<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinté		x	SC	SC	No E
16		<i>Mimosa bahamensis</i>	sac kaatsim		x	SC	SC	No E
17		<i>Pscidia pscipula</i>	Jabin		x	SC	SC	No E

	Familia	Especie	Nombre común	Registro en AeP	Registro en SAR	Estatus NOM-059	Estatus UICN (lista roja)	Distribución
18	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	x	x	SC	EN	No E
19	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua		x	SC	SC	E ^{2/}
20	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	x	x	SC	SC	No E
21	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	x		SC	SC	No E
22	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	x	x	SC	SC	No E
Estrato arbustivo								
23	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	x	x	SC	SC	No E
24	Apocynaceae	<i>Cascabela thevetioides</i>	Venenillo		x	SC	SC	E ^{3/}
25	Bromeliaceae	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela		x	SC	SC	No E
26	Cactaceae	<i>Hylocereus undatus</i>	pitahaya		x	SC	DD	No E
27		<i>Nopalea dejecta</i>	nopalea		x	SC	DD	No E
28	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	x		SC	SC	No E
Estrato herbáceo								
29	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	Gallito		x	SC	SC	No E
30	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	x	x	SC	SC	No E
31	Poaceae	<i>Lacisiaci divaricata</i>	carricillo		x	SC	LC	No E
Riqueza de especies				19	29			
1/: Especie endémica a la Península de Yucatán								
2/: Especie endémica a México (Reportada en Campeche, Chiapas, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán y Zacatecas).								
3/: Endémica a México (reportada en 19 Estados del país, menos en Quintana Roo (CONABIO, 2017 op. cit.)								
X = presencia registrada SC = sin categoría de riesgo; A = amenazada; NT=casi amenazada; EN = en peligro; DD = datos insuficientes; E = especie endémica								

Figura IV.14
Abundancia de las especies registradas



IV.2.3.1.3 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

Para medir la diversidad, el número de especies es la medida más frecuentemente utilizada, por varias razones: primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad; segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido; y tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables (Moreno, 2001³³). A la riqueza de especies en una comunidad se le reconoce como el componente de *diversidad alfa* y para medirlo puede recurrirse directamente al número de especies presentes (riqueza específica “S”), sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001). Sin embargo, el análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente, al identificar aquellas especies que son dominantes y las que son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Moreno, 2001).

En este sentido, el análisis de diversidad alfa para el presente estudio se desarrolló a través de diversas herramientas: 1) *funciones de acumulación de especies* para realizar la comparación entre la predicción del número de especies esperadas en función del número acumulativo de muestras, a través de diferentes estimadores (mediante el programa EstimateSWin 9.1.0.) con respecto a la riqueza específica registrada durante el muestreo; 2) el cálculo del índice de Valor de Importancia (IVI); y 3) a través del índice Shannon-Wiener basado en el concepto de equidad para describir la estructura de la diversidad.

1) Acumulación de especies

Las curvas de acumulación de especies muestran el número de especies acumuladas conforme se va aumentando el esfuerzo de recolecta en un sitio, de tal manera que la riqueza aumentará hasta que llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota, por lo que permiten dar validez a los inventarios biológicos, hacer posible su comparación y calcular el esfuerzo requerido para lograr inventarios con mayor validez (Gotelli y Colwell, 2001³⁴). En este sentido, los métodos de estimación usan la curva observada de acumulación de especies para modelar el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo, y el valor de la riqueza es la asíntota de la curva (línea continua en el plano con respecto a la “x”), si las curvas no llegan a esa asíntota podemos inferir que faltan más especies por registrar.

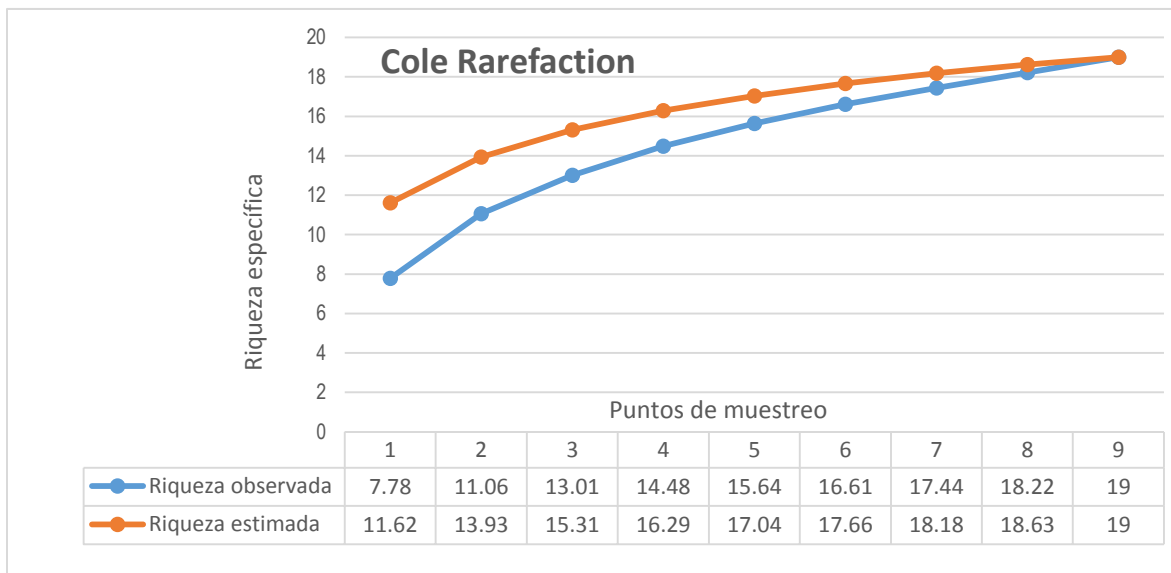
En relación a lo antes descrito, debido a que la riqueza florística registrada en campo mediante un muestreo puede no ser la total o la potencial, debido a que los estudios biológicos tienen limitaciones de tiempo y espacio, es necesario utilizar estimadores de riqueza, mediante rarefacción, método ampliamente utilizado que calcula el número de especies esperadas en caso de que todas las muestras poseyeran el mismo número de individuos. Uno de los métodos utilizados para obtener los valores de rarefacción es la curva de Coleman, que requiere datos de abundancia de individuos. Otros estimadores, ampliamente utilizados en estos análisis son los estimadores Chao 1 y ACE, de los cuales Chao 1 es el más riguroso (Villareal, et al., 2006³⁵).

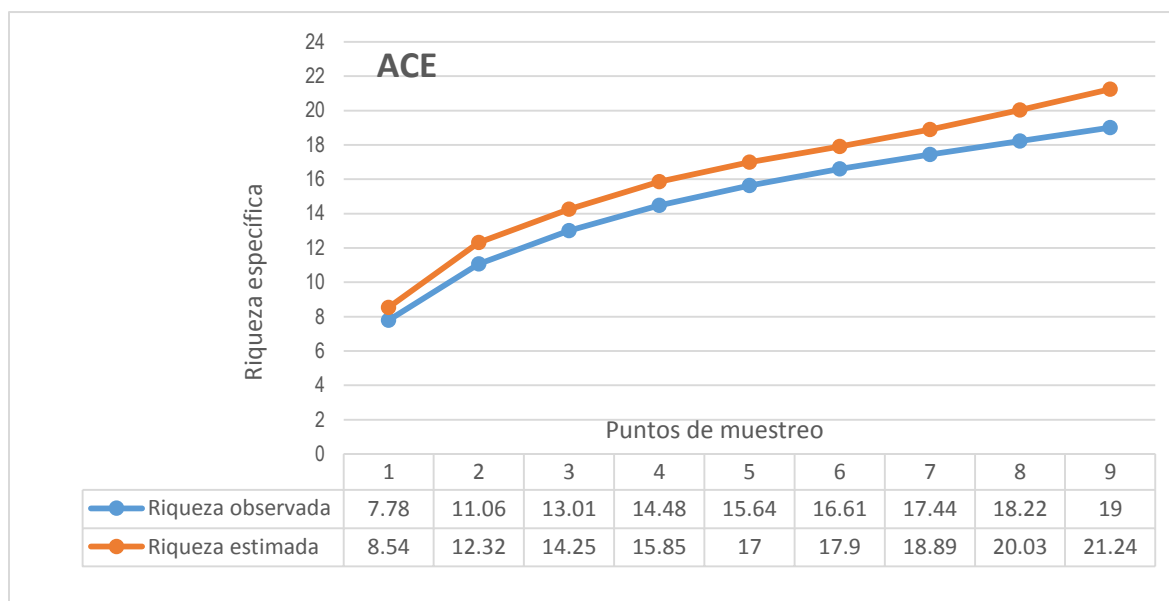
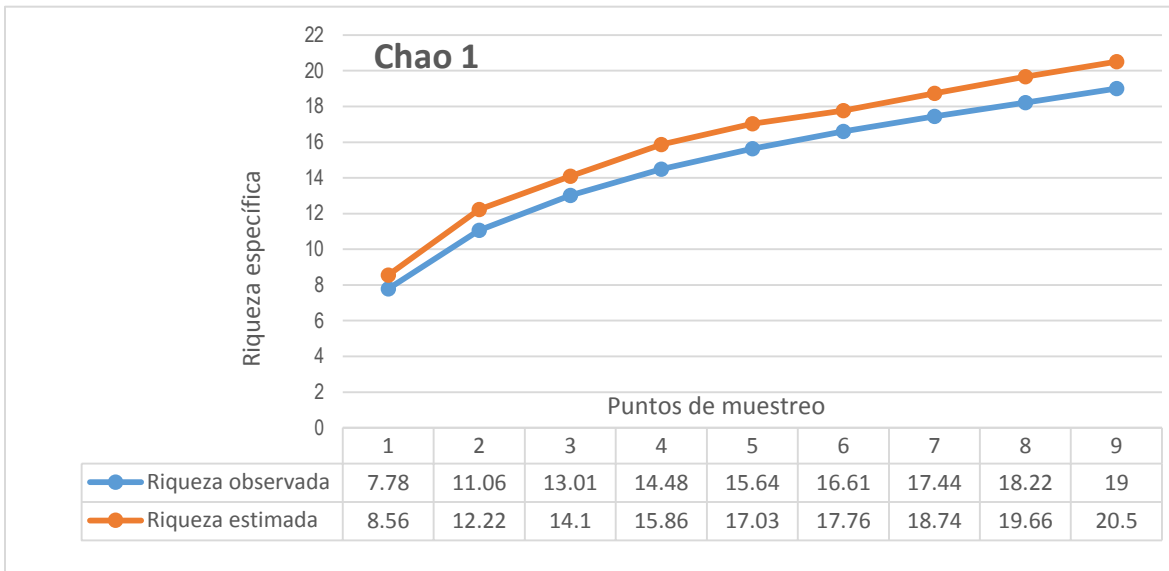
Con base en lo anterior, los datos de presencia y abundancia de la riqueza florística en el área del proyecto, con respecto a su registro por cada

sitio de muestreo, fueron analizados con el estimador de rarefacción de Coleman, Chao 1 y ACE, a través del programa EstimateSWin 9.1.0.

En los resultados correspondientes al AeP es posible observar que la curva del índice de rarefacción parece acercarse a su asíntota al observarse una disminución en el crecimiento logarítmico de la misma, y que los registros obtenidos en campo coinciden con lo estimado por este índice, denotando que la riqueza específica estimada fue registrada en su totalidad durante el muestreo de campo al cabo de los 9 sitios levantados, mientras que con los estimadores ACE y Chao 1, no se aprecia el establecimiento de una asíntota; no obstante, se observa que el comportamiento de éstas curvas y de la curva de los datos obtenidos en campo es semejante, por lo que es posible inferir que si bien existe la posibilidad de encontrar aún más especies en el área, el muestreo realizado aporta una vasta información en cuanto a la composición florística de la misma. En este contexto, la riqueza específica registrada en el AeP fue de 19 y la riqueza esperada de acuerdo con los estimadores fue: Cole Rarefaction = 19; Chao 1 = 20.5; y ACE = 21.24, por lo que la riqueza registrada en campo representa el 100%, 92.7% y 89.5% de certeza de acuerdo con cada uno de los estimadores utilizados, el resultado respalda el valor de S (riqueza específica) y corrobora, junto con el análisis desarrollado en apartado anterior, la representatividad y suficiencia del muestreo ejecutado (figura IV.15).

Figura IV.15
Curvas de acumulación de especies con tres estimadores para el AeP



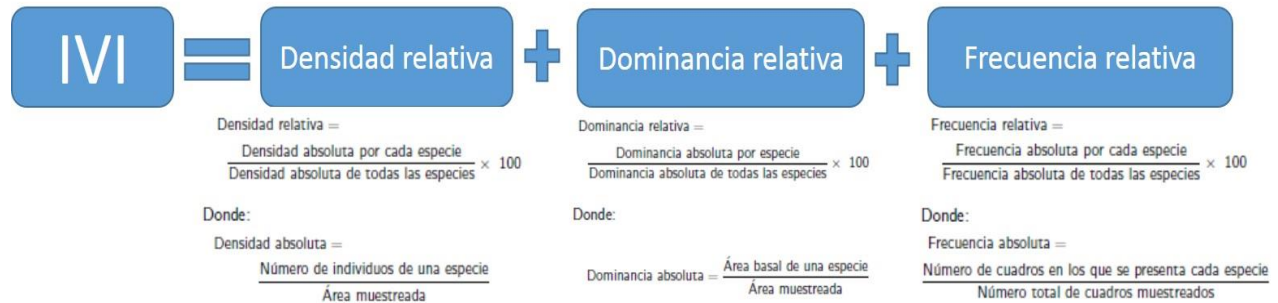


2) Índice de valor de importancia

En cualquier comunidad vegetal existe una abundancia variable entre las diferentes especies que la conforman, debido a la competencia que existe entre ellas por recursos tales como luz, CO₂, agua, nutrientes, espacio y otros elementos. En este sentido, la o las especies que sean más eficientes en lograr aprovechar la energía del sistema serán las dominantes. La forma práctica de determinar este comportamiento ecológico en las comunidades, es por medio de los valores de importancia de cada una de las especies que componen la comunidad. El índice de valor de importancia (IVI) fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox (1981), Cintrón y Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al. (2001), es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie (Zarco *et al.*, 2010³⁶). Corresponde a la suma de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la cobertura relativa o área basal relativa de cada especie. Este valor revela la importancia ecológica relativa

de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes por separado, su obtención se ejemplifica en la figura IV.16.

Figura IV.16
Obtención del índice de valor de importancia



Cabe destacar que el índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema (Cottam y Curtis, 1956) al ejercer efectos en la estabilidad de éstos. En ocasiones, la dominancia guarda relación inversa con la abundancia, ya que es frecuente que se logre la dominancia por superioridad en la competencia y no por ser la que contó con más registros.

Ahora bien, el índice de valor de importancia se calculó para cada uno de los tres estratos vegetativos identificados en este estudio (arbóreo, arbustivo y herbáceo). A partir de los resultados obtenidos en campo de riqueza y abundancia se determinó la densidad relativa de cada especie; mientras que las mediciones dasométricas fueron aprovechadas para la obtención de la dominancia relativa; y finalmente, la frecuencia relativa se obtuvo en función del número de puntos de muestreo levantados en cada tipo de vegetación forestal.

Siendo la dominancia un estimador de biomasa y NO de abundancia, suele calcularse mediante la obtención del área basal o bien, de la cobertura de las especies. Esta última, la cobertura, es muy usada con especies que crecen vegetativamente, como por ejemplo los pastos y algunos arbustos (Mostacedo y Fredericksen, 2000). En este sentido, la dominancia absoluta de las especies se determinó de acuerdo al estrato correspondiente, así para las especies arbóreas se calculó el área basal mediante el promedio de su DAP (diámetro a la altura de pecho), en tanto que para los estratos arbustivo y herbáceo se recurrió al emplear su cobertura de copa. Se integra la base de datos y los cálculos realizados en formato Excel, en los Anexos IV.10 y IV.12 respectivamente, cuyos resultados para la obtención del IVI, se concretan en lo siguiente:

Estrato Arbóreo

En este estrato, se registraron 16 especies, dentro de las cuales la palma *C. readii* registró el valor de importancia más alto, influenciado por su densidad y frecuencia relativa, más que por su dominancia. Se reitera que esta especie además se encuentra protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (estatus A). En tanto que el menor IVI corresponde a *Plumeria rubra*, la cual registró también los valores más bajos en los tres componentes de este indicador (tabla IV.10).

Tabla IV.10
Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbóreo en el AeP

No.	Familia	Especie	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	35.874	11.940	4.309	52.123
2	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	21.458	11.940	3.374	36.772
3	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	0.166	1.493	3.481	5.139
4	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	13.007	10.448	7.639	31.094
5	Euphorbiaceae	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	0.663	4.478	1.804	6.945
6	Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.083	1.493	0.870	2.446
7	Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	1.326	5.970	5.996	13.292
8	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	2.486	8.955	4.225	15.665
9	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	1.077	4.478	1.411	6.966
10	Myrtaceae	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	17.067	11.940	2.217	31.225
11	Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	0.414	4.478	18.951	23.843
12	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	0.497	4.478	5.439	10.413
13	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	0.497	4.478	1.645	6.620
14	Boraginaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	5.054	10.448	4.484	19.986
15	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	0.166	1.493	26.323	27.982
16	Polygonaceae	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	0.166	1.493	7.832	9.490
Total				100	100	100	300

Estrato Arbustivo

Sólo se registró la presencia de dos especies con crecimiento arbustivo, en estas el IVI más alto, por mucho, corresponde al lirio araña (*Hymenocallis littoralis*), la cual pese a ser igualmente frecuente que la segunda especie encontrada, exhibió una mayor densidad y dominancia en el estrato (tabla IV.11).

Tabla IV.11
Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato arbustivo en el AeP

No.	Familia	Especie	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	2.778	50.000	4.840	57.618
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	97.222	50.000	95.160	242.382
				100.000	100.000	100.000	300.000

Estrato Herbáceo

En este estrato, sólo se registró a la orquídea *Schomburgia tibicinis*, por lo que los valores más altos de importancia están concentrados en esa única especie (tabla IV.12).

Tabla IV.12
Índice de Valor de Importancia de las especies del estrato herbáceo en el AeP

No.	Familia	Especie	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Orchidaceae	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquídea	100.000	100.000	100.000	300.000

3) Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Un índice de diversidad es una medida matemática de la diversidad de especies en una comunidad. Los índices de diversidad proporcionan más información sobre la composición de la comunidad que simplemente la riqueza de especies, ya que consideran la abundancia relativa de las diferentes especies. Uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad e términos de estructura es el de Shannon, también conocido como Índice de Shannon-Wiener, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía, este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Moreno, 2011). El índice de Shannon (H) se define como:

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i * \ln P_i$$

Donde:

H = Índice de diversidad de Shannon

P_i = Abundancia relativa de especies

En este sentido es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se utiliza sobre todo, centrándose en el hecho de la relación entre la diversidad y las perturbaciones, ya que puede ser visto como una disminución en la diversidad cuando las perturbaciones ambientales aumentan. Es así como el índice puede tomar valores entre 0 y el Ln(S), donde S es la riqueza específica (valor conocido como H_{max}). Los valores máximos son rara vez mayores a 5, en la literatura, los valores bajos de este índice se consideran indicación de la contaminación y/o perturbación consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales de una comunidad vegetal. Una forma de evaluar estas condiciones es mediante la asignación de un estado de valoración de la calidad de la comunidad vegetal a partir del índice de diversidad, tal como sigue:

- 5, refleja condiciones óptimas / diversidad muy alta.
- 4, refleja muy buen estado / diversidad alta.
- 3 a 4, refleja buen estado / diversidad media-alta.
- 2 a 3, refleja estado moderado / diversidad media.
- 1 a 2, refleja perturbación / diversidad baja.
- 0 a 1, refleja mal estado / diversidad muy baja.

No obstante, el estudio de una comunidad vegetal de manera aislada resulta difícil de interpretar, razón por la cual **se requiere llevar a cabo la comparación con un área de referencia similar a la zona de interés** que en el caso de este estudio corresponde al SAR, por lo que a diferencia de los análisis anteriores, el índice de diversidad de Shannon-Wiener, fue aplicado para ambas áreas muestreadas (AeP y SAR). Además, en virtud de entender la estructura y estado de conservación de la selva mediana subperennifolia presente en el AeP, se indagó con fines comparativos, los valores de diversidad (índice de Shannon) obtenidos en otros estudios para el mismo tipo de vegetación y en la región donde se ubicará el proyecto, que fungirán como un parámetro general.

En este sentido, en el estudio de Carreón y Valdez, 2014³⁷, para el estrato arbóreo de la Selva Mediana Subperennifolia (SMQ) en Quintana Roo, los resultados del índice de diversidad de *Shannon oscilaron entre H' = 2.41 y 3.33*; mientras que para Zamora *et al.*, 2017³⁸, resultó *H' = 2.72*, siendo la SMQ de Campeche el objetivo de estudio.

Ahora bien, para la Selva Mediana Subperennifolia del espacio geográfico que aborda al presente estudio, se registró el valor máximo de $H' = 2.28$ para el caso del estrato arbóreo (estrato más diverso de este ecosistema) en el área del SAR, mientras que para el mismo estrato dentro del AeP, el valor fue de $H' = 1.76$, cabe señalar que como es de esperarse los estratos arbustivo y herbáceo obtuvieron los valores más bajos y que en el caso del AeP no fue posible realizar el cálculo de este índice en el estrato herbáceo, al haberse registrado solo una especie. Dichos resultados, denotan que en general la SMQ de la región, con base en este estudio y las referencias bibliográficas, presenta una diversidad media y un moderado estado de conservación, en tanto que la diversidad del SAR fue coincidente con los valores de referencia de otros estudios, en tanto que el AeP no destaca por la diversidad de su comunidad, por el contrario el valor obtenido es menor con respecto al SAR y a las referencias bibliográficas, evidenciando un mayor grado de perturbación en la línea base, seguramente relacionada con la fragmentación de los polígonos que se solicitan para ejecutar el CUS (tablas IV.13 y IV.14).

Tabla IV.13
Índice de diversidad de Shannon para el AeP

No.	Especie	Nombre común	Pi	Ln(pi)	Shannon (H)
Estrato Arbóreo					
1	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	0.359	-1.025	0.368
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'tit	0.215	-1.539	0.330
3	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	0.002	-6.403	0.011
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	0.130	-2.040	0.265
5	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	0.007	-5.016	0.033
6	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.001	-7.096	0.006
7	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	0.013	-4.323	0.057
8	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	0.025	-3.695	0.092
9	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'hasin	0.011	-4.531	0.049
10	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	0.171	-1.768	0.302
11	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	0.004	-5.486	0.023
12	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	0.005	-5.304	0.026
13	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	0.005	-5.304	0.026
14	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	0.051	-2.985	0.151
15	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	0.002	-6.403	0.011
16	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	0.002	-6.403	0.011
Total			1		1.760
Estrato Arbustivo					
1	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	0.028	-3.584	0.100
2	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	0.972	-0.028	0.027
			1.000		0.127

Tabla IV.14
Índice de diversidad de Shannon para el SAR

No.	Especie	Nombre común	Pi	Ln(pi)	Shannon (H)
Estrato Arbóreo					
1	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	0.211	-1.558	0.328
2	<i>Thrinax radiata</i>	Chi'tit	0.141	-1.961	0.276
3	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	0.001	-6.965	0.007
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	0.103	-2.274	0.234
5	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	0.028	-3.564	0.101

No.	Especie	Nombre común	Pi	Ln(pi)	Shannon (H)
6	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.008	-4.768	0.041
7	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	0.001	-6.965	0.007
8	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	0.017	-4.075	0.069
9	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	0.036	-3.327	0.119
10	<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	0.186	-1.682	0.313
11	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	0.002	-6.272	0.012
12	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	0.034	-3.382	0.115
13	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	0.001	-6.965	0.007
14	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	0.001	-6.965	0.007
15	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	0.002	-6.272	0.012
16	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	0.032	-3.439	0.110
17	<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin	0.025	-3.669	0.094
18	<i>Haematoxylon campechanum</i>	Tinté	0.129	-2.045	0.265
19	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	0.011	-4.480	0.051
20	<i>Mimosa bahamensis</i>	sac kaatsim	0.007	-5.019	0.033
21	<i>Pscidia pscipula</i>	Jabin	0.024	-3.746	0.088
			1.000		2.287
Estrato Arbustivo					
22	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	0.085	-2.464	0.210
23	<i>Hylocereus undatus</i>	pitahaya	0.064	-2.752	0.176
24	<i>Hymenocallis littoralis</i>	lirio araña	0.021	-3.850	0.082
25	<i>Nopalea dejecta</i>	nopalea	0.128	-2.058	0.263
26	<i>Cascabela thevetoides</i>	Venenillo	0.702	-0.354	0.248
			1.000		0.978
Estrato Herbáceo					
27	<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	0.071	-2.650	0.187
28	<i>Aechmea bracteata</i>	Gallito	0.777	-0.253	0.196
29	<i>Lacisiacis divaricata</i>	carricillo	0.153	-1.880	0.287
			1.000		0.670

IV.2.3.2 FAUNA

La calidad ambiental del SAR se encuentra determinada, entre otros factores por la riqueza, la estructura y la diversidad de las especies faunísticas (Jorgensen, 2005)³⁹; ésta constituye varios de los eslabones de la cadena trófica cuya identificación y reconocimiento pueden ayudar a reconocer la integridad funcional del ecosistema; en este sentido, el acercamiento al estatus que guarda este factor ambiental es fundamental para determinar el grado de conservación que mantiene así como las fuentes potenciales de deterioro que les han y les están afectando, lo cual constituye una base que permite determinar el comportamiento de dos de sus principales atributos fundamentales del ecosistema: su resiliencia y su homeostasia^{vii}.

Por otro lado, México es considerado uno de los países con más alta diversidad biológica (Lamoreaux *et al.*, 2006)⁴⁰, ya que se ha estimado que alberga aproximadamente el 10% de la riqueza biológica mundial. La singularidad de la diversidad de

vii Entiéndase por **resiliencia** a la capacidad o elasticidad del ecosistema o de alguno de sus factores constitutivos, para mantener su estructura organizativa, funcional y de imagen, ante influencias externas. Por **homeostasia** se asume la capacidad propia de autorregulación y de ajuste del ecosistema para mantener su estructura, su función y la imagen que transmite a lo largo del tiempo (Gómez, O.D., 2013. *Op. cit.*).

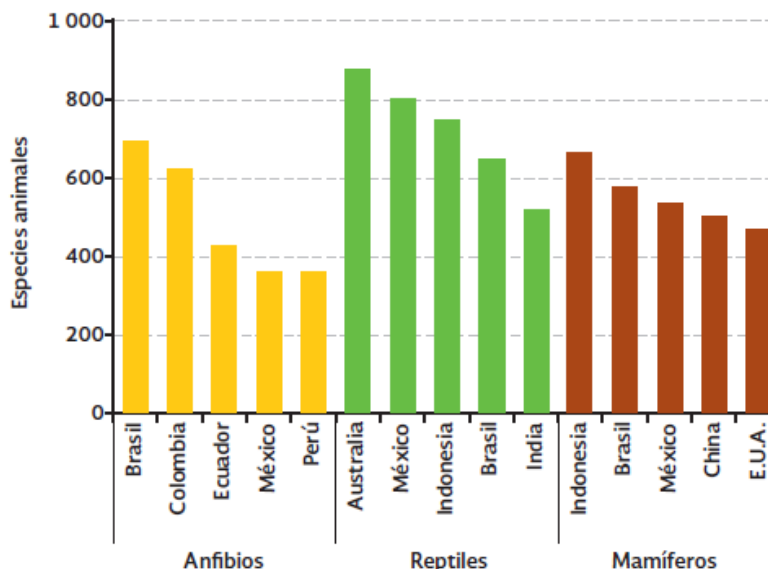
las especies mexicanas radica no sólo en el número de taxones sino a su exclusividad o endemismo (Leroux y Schmiegelow, 2007⁴¹; Velasco de León *et al.*, 2007⁴²).

Así mismo, México se localiza en la zona de transición entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical, lo cual puede influenciar en la alta biodiversidad que tiene el país; sin embargo, esta riqueza no solo obedece a la confrontación de las regiones previamente mencionadas, sino también a la variedad de climas, rangos altitudinales, su orografía y tipos de vegetación. No obstante que, la diversidad biológica no se distribuye de manera uniforme y se ha documentado que existen gradientes en los que se identifican sitios con mayor diversidad que otros, hecho que parece estar determinado por la latitud, la elevación y factores asociados como la precipitación, el tipo de suelo, entre otros (Arita, 1997)⁴³; aunque, una región que presente un alto número de especies no necesariamente va a poseer una alta cantidad de endemismos.

En el país, se han identificado áreas de mayor riqueza de especies, y otras que poseen numerosos endemismos, estas áreas varían por grupo taxonómico; tal es el caso del grupo de las aves, cuyas poblaciones son las más ricas por cuanto a su número de especies en la selva alta perennifolia y la selva baja; en adición, los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña son las zonas que presentan más endemismos (Navarro *et al.*, 2014)⁴⁴; en el caso de los mamíferos, se reconoce que el Eje Neovolcánico Transversal es el sitio de mayor endemismos (Escalante *et al.*, 2009)⁴⁵ pero la eco región de bosques templados es la más rica en cuanto a número de especies totales (Sánchez-Cordero *et al.*, 2014)⁴⁶.

Derivado de estos indicadores y respecto a la diversidad de la fauna; en riqueza de reptiles, el país ocupa el segundo lugar mundial con 804 especies, el tercero en mamíferos con 535 especies y el cuarto en anfibios con 361 especies (figura IV.17); junto con los países de Australia, Indonesia, Brasil y Colombia. Respecto a las especies endémicas a México; se tiene registrado un 57% de reptiles, 65% de anfibios y respecto a los mamíferos tanto terrestres como marinos se tiene un registro de 32%.

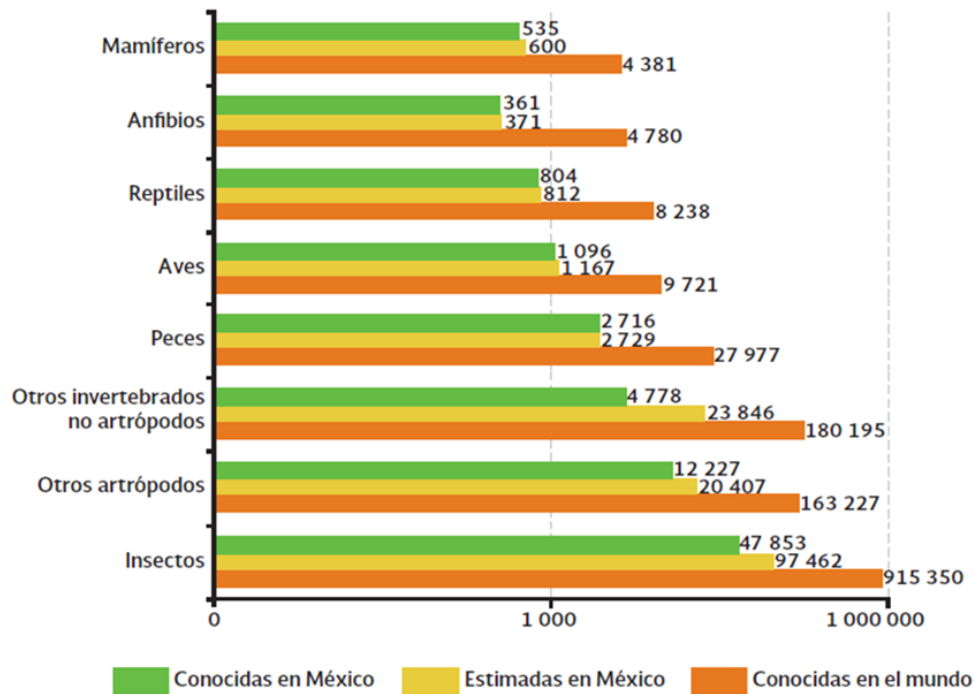
Figura IV.17
Riqueza de especies de los países megadiversos para distintos grupos taxonómicos



Fuente: Para México: Coordinación de Información y Servicios Externos, CONABIO, SEMARNAT, 2012. Para el resto de los países: World Resources Institute, 2004

A la fecha, en México se conocen cerca de 65 mil especies de invertebrados, en su mayoría insectos con alrededor de 48 mil especies. Con respecto a los vertebrados se tienen 5,512 especies registradas; de las cuales, la mayoría son peces (2,716 especies) y aves (1,096 especies, figura IV.18). En ese sentido, el estado de Quintana Roo presenta una riqueza aproximada de 1,001 a 2,000 especies de artrópodos y de 401 a 600 especies de vertebrados.

Figura IV.18
Diversidad de especies animales en México y en el mundo



Fuente: Coordinación de información y Servicios Externos, CONABIO, SEMARNAT, 2012.

La importancia de México destaca por el número total de especies y por los porcentajes de endemismo que hay en el país (Ramírez, J., Castro, A. 1994)⁴⁷. Sin embargo, la distribución de los vertebrados terrestres no es homogénea en el territorio mexicano, ya que hay regiones con altas concentraciones de especies en general o de especies endémicas en particular (Ceballos *et al.* 2006)⁴⁸.

La extensión territorial del país y la diversidad de sus condiciones fisiográficas permiten la presencia de una gran variedad de fauna silvestre, aunque la actividad transformadora de la sociedad, aunada a los factores causantes de deterioro ecológico, en los últimos años ha afectado este recurso. La fauna silvestre es y ha sido uno de los elementos de gran importancia en el desarrollo de la humanidad.

Es por ello que la riqueza biológica no sólo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometido a numerosas amenazas (Edwards y Abivardi, 1998)⁴⁹. Es innegable que el crecimiento poblacional en México y en el mundo genera demandas de infraestructura e insumos, por ello, se reconocen como los principales factores que amenazan la riqueza y el endemismo de las especies al cambio de uso de suelo, la explotación no racional de los recursos naturales y al cambio climático.

FAUNA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

El estudio de la fauna a nivel estatal en nuestro país, no se caracteriza por su cobertura para cada entidad federativa ni por su actualización; hay esfuerzos importantes, particularmente liderados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO), pero, para el caso de Quintana Roo, es necesario actualizar el trabajo más reciente, el cual data del año 2011 (Pozo, C. Ed. 2011)⁵⁰; sin embargo, dado que la referencia antes citada es la más reciente a nivel de entidad federativa, la misma es retomada en este apartado para describir un marco de referencia estatal de la riqueza faunística de Quintana Roo.

Anfibios

De las 22 de especies de anfibios de Quintana Roo, 12 se distribuyen en toda la península y nueve de ellas se encuentran también en el sureste de México. Cinco especies de la familia Hylidae y la salamandra (*Bolitoglossa mexicana*) ocupan todo el territorio del estado, que corresponde a la franja de selva húmeda de la porción sur y este de la Península de Yucatán. Tres especies están restringidas a la porción sur: la salamandra (*Bolitoglossa rufescens*), el sapito elegante (*Gastrophryne elegans*) y la ranita túngara (*Engystomops pustulosus*). Finalmente, la rana yucateca habita sólo en el norte de Quintana Roo y noreste de Yucatán. Las ranas de la familia Hylidae, las salamandras y la rana yucateca son arborícolas. El resto de la especies son de hábitos terrestres o excavadores (Galindo-Leal, 2003)⁵¹

En Quintana Roo, todas las especies de anfibios se encuentran en la categoría de “preocupación menor” en la lista de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017)⁵²; sin embargo, en el ámbito nacional, seis son vulnerables y se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010): la rana cabeza de pala, la salamanguera y la rana yucateca son endémicas de la Península de Yucatán y están sujetas a protección especial junto con otra salamandra (*Bolitoglossa mexicana*) y tres ranas (*Gastrophryne elegans*, *Lithobates brownorum* y *Rhinophrynus dorsalis*).

La mayoría de las especies de anfibios del estado viven en selvas maduras, poco perturbadas y son vulnerables a cambios drásticos en las condiciones ambientales. Los impactos de fenómenos extremos como huracanes e incendios forestales pueden alterar temporalmente tales condiciones y por lo tanto la biodiversidad de los ecosistemas. Los efectos del calentamiento global y el uso de agroquímicos en áreas agrícola también podrían tener repercusiones negativas en la salud de las poblaciones de anfibios. En menor medida, la deforestación y cambio en el uso del suelo por las actividades productivas (agricultura, ganadería, turismo), la extracción forestal, el establecimiento de zonas urbanas y vías de comunicación, como carreteras, también representan amenazas para su conservación. Sin embargo, faltan estudios que evalúen los niveles de impacto.

Reptiles

A la fecha, Quintana Roo cuenta con 23 familias, 72 géneros y 106 especies de las 140 reportadas para la Península de Yucatán (75 %), lo cual representa cerca del 13 % de la riqueza nacional y 1.3 % de la riqueza mundial (Calderón-Mandujano y Mora-Tembre, 2004⁵³; Cedeño-Vázquez y colaboradores, 2003⁵⁴; Lee, 1996⁵⁵). Dos especies de cocodrilos, 14 de tortugas, 39 de lagartijas y 51 de serpientes componen la riqueza de este grupo en el estado. De ellas, 17 son endémicas de la Península de Yucatán. En relación con su estado de protección a nivel nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010), encontramos 28 especies

sujetas a protección especial (PR), 10 amenazadas (A) y seis en peligro de extinción (P). En el plano internacional, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) considera 43 especies en sus diferentes categorías, ocho de las cuales también se encuentran en alguno de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora (CITES).

Distribución: el estado de Quintana Roo, por su ubicación geográfica, incluye el gradiente de humedad de la Península, que determina en cierta medida la distribución de estos organismos. En la porción noroeste se encuentran los que requieren de un hábitat cálido y seco, ahí se ubican además la mayoría de las especies endémicas; en la porción sur, aquellas que corresponden a zonas más húmedas, compartidas en parte con la porción norte del Petén guatemalteco. En este contexto, especies como *Sceloporus cozumela*, *Ctenosaura defensor*, *Porthidium yucatanicum*, *Symphimus mayea* y *Terrapene yucatanana*, se encuentran en mayor abundancia en la porción norte. Mientras que *Anolis biporcatus* y *Corytophanes cristatus* se encuentran con mayor frecuencia en las selvas medianas de Quintana Roo (Calderón-Mandujano, 2006a)⁵⁶. Un caso muy particular lo presentan las tortugas, tanto marinas como dulceacuícolas; cuatro especies se localizan en la zona marítima, migran a diferentes partes del mundo y regresan a reproducirse a las playas de la reserva de Sian Ka'an y zonas aledañas. Por otra parte, *Dermatemys mawii* sólo se ha reportado para algunos cuerpos de agua del sur de la entidad, en el Río Hondo y Laguna Guerrero, principalmente.

Estado de conservación: si bien recientemente se revisó la condición de todas las especies de reptiles en el país por parte de la UICN, uno de los principales problemas que se presentó para esta área geográfica fue la escasez de trabajos; la mayoría de los estudios se ha enfocado en las tortugas marinas o dulceacuícolas, las cuales son utilizadas como alimento y han reducido drásticamente sus poblaciones debido a la falta de planeación sobre su aprovechamiento.

Se sabe que los reptiles presentan potencial para ser utilizados como indicadores de disturbio y que la tendencia de muchas especies es a la baja, debido a la pérdida o alteración del hábitat (Calderón-Mandujano, 2006a).

Amenazas para la conservación: como en todos los grupos, una de las mayores amenazas que enfrentan los reptiles en general es la alteración de su hábitat. Derivado de su lento movimiento o desplazamiento corto, muchos reptiles mueren ya sea por contacto directo o por efectos indirectos de las actividades humanas (agricultura, ganadería, forestal, principalmente). El problema se acentúa cuando se les ataca de manera indiscriminada, debido al temor infundado que provocan entre la gente. Asimismo, el desarrollo inicial no regulado ambientalmente (hasta 1990) de los centros turísticos en la costa provocó afectaciones a las playas que han usado las tortugas marinas para anidar y redujeron las áreas de humedales que eran de importancia vital para este grupo, sin embargo el incremento de la regulación ambiental (a través de la evaluación previa del impacto ambiental) y de las acciones de inspección y vigilancia, así como el crecimiento de una conciencia ambiental en la sociedad, han ido reduciendo esos efectos negativos, sin incidir de manera drástica en la viabilidad de los proyectos de desarrollo (Calderón-Mandujano, 2006a).

Aves

Diversidad: Quintana Roo cuenta con el registro de 483 especies de aves, incluidas dos especies introducidas, de 71 familias que representan 88% de las especies de aves en la Península de Yucatán (MacKinnon H., 2005)⁵⁷, 44% de las aves en México y 4.8% de las aves en el mundo. Entre ellas, 124 son acuáticas y 359 terrestres.

Por lo que respecta a las aves acuáticas, en el estado existen importantes colonias reproductivas de pelicano café, cormoranes, fragatas, garzas y el galletán, entre otros.

De las aves terrestres, la familia de los mosqueros (Tyrannidae) es la que tiene más especies, 43, y la de gusaneros (Parulidae), en su mayoría aves migratorias, tiene 40. Es importante notar que el principal alimento de las dos familias son los insectos, por lo que adquieren importancia para el control de plagas.

La ubicación de la Península de Yucatán, favorece el tránsito de aproximadamente mil millones de aves migratorias cada otoño y primavera entre Norte y Sudamérica (Greenberg, 1990)⁵⁸; de las cuales, 110 especies pasan el invierno en el estado y 44 siguen su viaje más al sur. Aparte, unas 61 especies de aves han llegado como vagos u ocasionales, por estar afuera de su área de distribución normal. En la primavera llegan cinco especies de Sudamérica y otras cinco del Caribe para anidar en el estado; en otoño regresan a sus “casas” de invierno. Por su aislamiento, el estado cuenta con 13 especies de aves endémicas de la región de la península, el norte de Belice y el Petén de Guatemala.

Distribución: dada la ubicación caribeña del Estado, hay especies que no se encuentran en otra parte de México, y que están relacionadas con la vegetación de la costa y las islas, desde Contoy hasta Banco Chinchorro. Incluyen especies como la paloma *xbolóm* (*Patagioenas leucocephala*), el garrapatero pico liso (*Crotophagaani*), el vireo yucateco (*Vireo magister*), la reinita (*Coereba aveola*) y la tångara cabeza rayada (*Spindalis zena*).

La mayor afluencia de aves migratorias que cruzan el Golfo de México ocurre en toda la costa norte de la península y en las islas. Tanto las aves migratorias terrestres como las acuáticas utilizan la costa y las islas en su viaje al sur. Las lagunas costeras y arrecifales son especialmente importantes para los patos, en particular las miles de cercetas ala azul (*Anas discors*) que pasan cada año por la zona. Las parvadas de varios miles del mosquero tirano dorso negro (*Tyrannus tyrannus*) migran hasta Sudamérica y en su paso se alimentan de los frutos del chechem negro que domina la vegetación de la costa.

La vegetación baja y densa de la costa de Sian Ka'an, permite que abunden el pájaro endémico dzibabán (*Melanoptila glabrirostris*) y el vireo yucateco (*Vireo magister*) de distribución restringida.

Las selvas de Quintana Roo que reciben más lluvias proveen hábitat para un buen número de especies de aves que no se encuentran en el estado de Yucatán, por ser más seco. Además, en las selvas altas en el sur del estado existen especies que mayormente se encuentran en Centroamérica, incluidas varias especies de colibríes, la tucaneta verde, y el manaquín cuello blanco, entre otros.

Estado de conservación: de las especies de aves que se encuentran en el estado, 11 son de importancia a nivel del hemisferio occidental según Socios en Vuelo o PIF (Rich y colaboradores, 2004)⁵⁹; 14 están designadas como altamente en riesgo por la UICN; y en la NOM- 059-SEMARNAT-2010 nueve se encuentran en peligro de extinción, 21 están amenazadas y 67 bajo protección.

Por la falta de estudios sobre poblaciones de aves en México, hay dos formas aceptadas para determinar su estado: una con respecto a la pérdida de hábitat, lo que tiene una relación muy directa cuando se trata de aves que se encuentran únicamente en selvas, de las cuales existen alrededor de 40 especies que dependen 100% de este ecosistema en Quintana Roo. La otra forma es la experiencia de expertos que pueden comparar la frecuencia con la que encontraban aves hace 30 años y las que observan hoy en los mismos

sitios o, en su caso, la eliminación de ciertas especies y el aumento de otras.

Los cambios más notables han sido la disminución de selva en el sur del estado, desde el ejido de Miguel Ávila Camacho al sur, hacia La Unión, donde paralelamente han disminuido las poblaciones de especies, como ciertos pájaros carpinteros manaquines y hormigueros, mientras que han aumentado la codorniz yucateca, el ceniztonle, el vencejo de Vaux y el pradero tortilla-con-chile por contar con áreas abiertas y vegetación baja.

Otro efecto directo de la urbanización es el cambio de la ruta de migración que toma el milano cola tijereta, especie amenazada, que cruza a Cuba desde Florida y antes siguió toda la selva costera de Quintana Roo para pasar el invierno en Sudamérica. Hoy en día, evita totalmente el área de Cancún, volando al oeste a una zona selvática en Yucatán antes de retomar su ruta sur, descansando en Sian Ka'an antes de seguir su viaje. Este comportamiento nos indica que igual puede pasar con las pequeñas aves migratorias terrestres que entran al norte después de cruzar el Golfo de México. De no encontrar buen hábitat para descansar y alimentarse, después de su viaje de 30 horas o más, pueden simplemente morir por no tener fuerzas para volar aún más lejos para buscar refugio. Ese sería un desastre para toda Norteamérica.

En los años recientes, particularmente desde el huracán Gilberto, el cuitlacoche de Cozumel, una de las tres especies de aves endémicas de la isla, parece que se ha extinguido por la destrucción de su hábitat tanto por los huracanes como pudiera ser por actividades humanas como la urbanización y el desarrollo turístico. Otra especie amenazada en las islas cercanas a la costa es la paloma *xbolóm* que mayormente visita la zona para anidar. Su población en Cayo Culebra y Cozumel ha disminuido drásticamente desde los años ochenta

Amenazas: igual que para el resto de la fauna, la pérdida de hábitat es la mayor amenaza para las aves. Esto ocurre en Quintana Roo, según algunos especialistas (Correa, S. J. Y B. MacKinnon H. 2011)⁶⁰, principalmente por el cambio de uso de suelo para el desarrollo turístico, la expansión de la urbanización, los monocultivos y la ganadería extensiva. El fraccionamiento de los terrenos de los grandes ejidos en el norte de la entidad, por negocios de bienes raíces, amenaza seriamente la viabilidad del hábitat utilizado por el paso de millones de aves migratorias, aparte de las aves residentes que dependen de grandes extensiones de selva para su sobrevivencia.

Asimismo, en la ribera del Río Hondo, las selvas que existieron hace 15 o 20 años han sido fraccionadas, de tal manera que las aves disponen cada vez de menos recursos, lo que en el mediano y largo plazo reducirá sus poblaciones.

La destrucción de la vegetación de las islas y de la costa por las actividades turísticas, que incluye la "limpieza" de la vegetación nativa baja en la que se esconden las aves, automáticamente reduce las únicas poblaciones en México de la subespecie endémica de la reinita y el vireo yucateco, y reduce las de especies endémicas como el colibrí (*Chlorostilbon forcatus*) y el vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*).

Otra amenaza muy grave es el descontrol total de la captura y comercialización ilegal de las aves, en especial loros y aves canoras. Del mismo modo, la cacería ilegal de hocofaisán, cojolite y el pavo ocelado hacen que estas especies (protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001) sean cada día más escasas. Peor todavía es el uso de tirahules (resorteras) por los jóvenes que matan por matar, incluso especies protegidas y valiosas para el turismo, como el águila elegante.

Mamíferos

Diversidad: en Quintana Roo habitan 114 especies de mamíferos terrestres, 96.6 % de los registrados en la Península de Yucatán (118 especies), 23.5% de México (485 especies) y 2.5 % del mundo (4'509 especies). Las familias más diversas del estado pertenecen a los murciélagos (Phyllostomidae, Vespertilionidae, Molossidae, con 31, 10 y 9 especies respectivamente) y a los roedores (Muridae con 10 especies). También los géneros con mayor número de especies pertenecen a los murciélagos (Molossus, 4 especies; Artibeus, Pteronotus, Eumops y Lasiurus, 3 especies cada uno). De las 114 especies, 34 (30.1%) están incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: 11 en peligro de extinción, 15 amenazadas, y ocho sujetas a protección especial. En la fauna de vertebrados, se registran tres especies endémicas, el tejón de Cozumel, el mapache enano y el ratón de Cozumel.

Distribución: los mamíferos de Quintana Roo se distribuyen en casi toda la Península de Yucatán y en el sureste de México. Sin embargo, es importante resaltar la presencia del mico de noche, el cacomixtle, el oso hormiguero, el mono aullador negro, el mono araña y cinco de los seis felinos de México: jaguar, puma, ocelote, tigrillo y el yaguarundi. Finalmente, destaca la presencia de dos especies dependientes de fuentes de agua: el tapir y la nutria.

La única especie de conejo (*Sylvilagus floridanus*) para la Península de Yucatán y presente en Quintana Roo, sólo se encuentra en el noroeste, mientras que la nutria se ubica en el sur. Mientras que, la distribución de las tres especies endémicas se encuentra restringida a la isla de Cozumel.

Estado de conservación: aunque Quintana Roo no cuenta con estudios que avalen el estado de conservación de las poblaciones de los mamíferos en general, se puede mencionar la situación para algunos casos en particular.

Para la zona norte, de 1994 a 1996 detectamos la cacería de al menos 119 individuos de especies catalogadas como amenazadas o en peligro de extinción, entre ellas el jaguar, el ocelote, el tigrillo, el mono aullador negro y el mono araña. Su caza se practica con fines comerciales y no de autoconsumo y su principal mercado es la Riviera Maya, situación que se sigue observando a través de la venta de mamíferos y sus partes sobre las carreteras del estado. Las poblaciones de nutria están reduciéndose en su área de distribución, ya que desde 1997 se cuenta con registros aislados en los ejidos de San Francisco Botes y La Unión, en la ribera del Río Hondo; y en las localidades de Úrsulo Galván (Raudales) y Laguna Guerrero, ambas al norte de Chetumal.

Amenazas para su conservación: la alteración y pérdida de hábitat por deforestación para usos agrícolas, ganaderos (pecuarios) y para desarrollo turístico, así como la cacería con fines comerciales.

El azote de huracanes, y los incendios forestales durante la época de sequía, los cuales son más probables después del paso de un huracán.

Las áreas con mayor presión son la isla de Cozumel, la Riviera Maya y la zona de la ribera del Río Hondo. En las dos primeras el deterioro es causado por una serie de factores derivados principalmente del desarrollo turístico, sin embargo, para el caso de Cozumel la situación se agrava por la presencia de las especies endémicas.

Un ejemplo del impacto en la Riviera Maya se observa para el caso de los monos arañas del Jardín Botánico de El Colegio de la Frontera Sur y alrededores, en Puerto Morelos, municipio Benito Juárez, donde, de continuar las formas de desarrollo turístico, la población de dicha especie quedará atrapada en algún fragmento pequeño de selva,

lo cual significaría su desa-parición de esa zona en un plazo no muy largo.

Para la ribera del Río Hondo, la pérdida de hábitat natural es grave debido al crecimiento urbano, el cultivo de maíz, el chile jalapeño, la ganadería y en especial al establecimiento, desde hace alrededor de 25 años, del monocultivo de caña de azúcar, que tiene la mayor cobertura en la región, con aproximadamente 30 000 ha. Debido a ello, la continuidad de la vegetación natural se pierde casi por completo en una franja promedio de 12.5 km de ancho y 45 km de largo. Esta discontinuidad de la vegetación ha ocasionado que las poblaciones de especies de mamíferos en riesgo y que necesitan hábitat en buen estado de conservación, como el tapir, mono araña, mono aullador negro, mico de noche y jabalí de labios blancos, que antes se encontraban ampliamente distribuidas en esta zona, estén desapareciendo, ya que no se han encontrado registros recientes de ellas.

Las descripciones anteriores corresponden a los registros de cada uno de los cuatro grupos de vertebrados terrestres, los cuales ponen en evidencia que el Estado comparte las características de megadiversidad que se atribuyen a nuestro país.

Para complementar lo antes expuesto, el trabajo desarrollado se orientó a hacer un reconocimiento de la fauna presente en el sistema ambiental regional y en el área de establecimiento del proyecto, el cual se describe a continuación.

IV.2.3.2.1 METODOLOGÍA

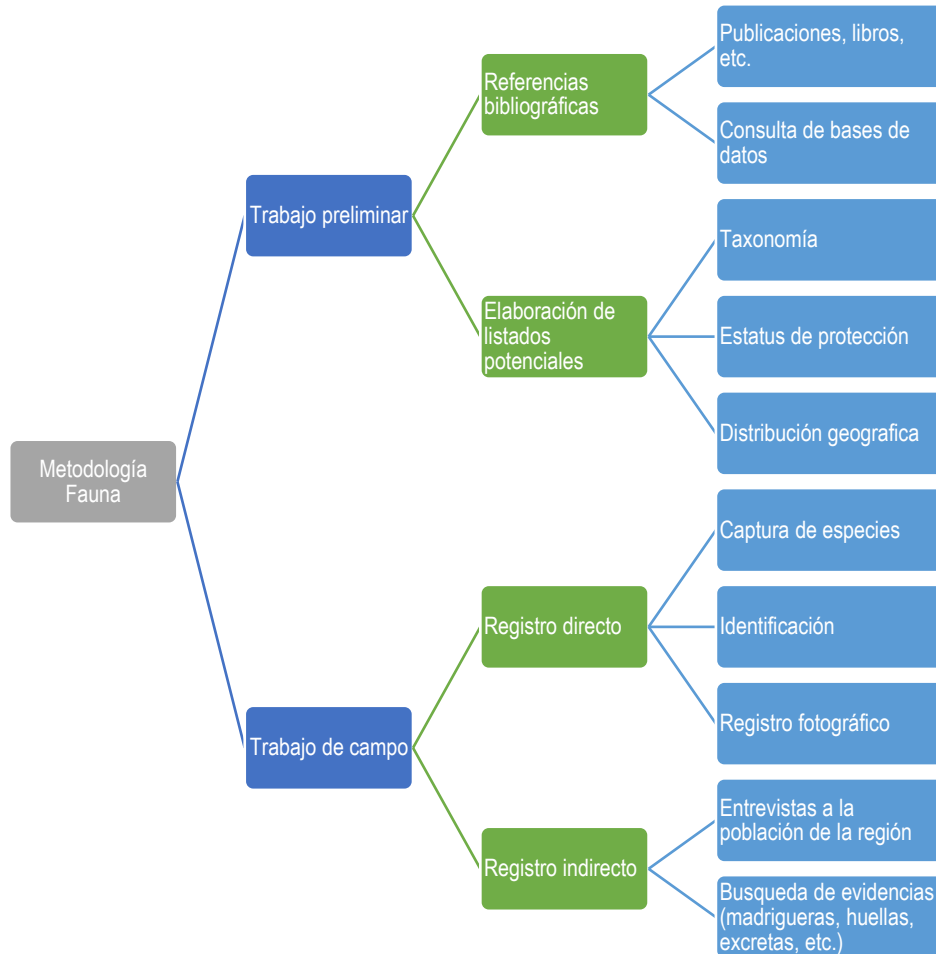
El estudio de la fauna en el SAR y en el AeP, tuvo como objetivo lograr caracterizarla para de esa manera disponer de indicadores que permitieran determinar la calidad ambiental de ambos espacios. Por tal motivo, la metodología empleada para identificar la composición de las poblaciones de vertebrados terrestres existentes en el SAR y el AeP, consideró su ejecución en dos pasos, en el primero se elaboró un inventario preliminar de la fauna silvestre mediante la recopilación de información bibliográfica a nivel estatal, regional, municipal y local; en el segundo se realizaron muestreos de campo, mediante la implementación de técnicas, métodos de observación y registro, así como la captura directa en sitios previamente seleccionados denominados Puntos de Muestreo (figura IV.19). Seguida del análisis y discusión de los resultados obtenidos.

El inventario preliminar de fauna silvestre, ayudó a inferir, con base en su distribución y asociación de cada especie a los distintos tipos de vegetación, así como la posible ausencia o presencia de las especies a través del SAR delimitado. Con la información bibliográfica recabada y consultada, se elaboró el listado potencial de fauna con posible presencia en la región; además, se revisaron las bases de datos de las colecciones de anfibios, reptiles y mamíferos de diferentes instituciones, como es el caso de la Universidad Autónoma Metropolitana, el Instituto de Biología y la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Una vez obtenida la recopilación de la información bibliográfica y el listado potencial de especies faunísticas, se procedió a efectuar el trabajo de campo; el cual consiste, en el registro, observación, captura y liberación de las especies, mediante la realización de muestreos directos e indirectos, con lo cual se determinó la presencia de especies tanto en el SAR como en el AeP.

Figura IV.19

Diagrama de la metodología empleada para la identificación de especies faunísticas en el SAR y el AeP



El **registro directo**, consistió en la captura, identificación y elaboración de registro fotográfico de cada una de las especies capturadas; posteriormente son liberadas en el mismo sitio donde fueron capturadas. También se consideran los avistamientos realizados a distancia con la ayuda de binoculares. Para su identificación se utilizaron guías de campo especializadas como guías de apoyo para cada uno de los grupos faunísticos.

El **registro indirecto**, consideró la aplicación de entrevistas de carácter informal con la personas de la región, referente a las especies observadas por ellos, así como en la búsqueda de evidencias tales como madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, caparazones, huesos, pieles, etc., que nos indique la presencia de diversas especies dentro del SAR y el AeP.

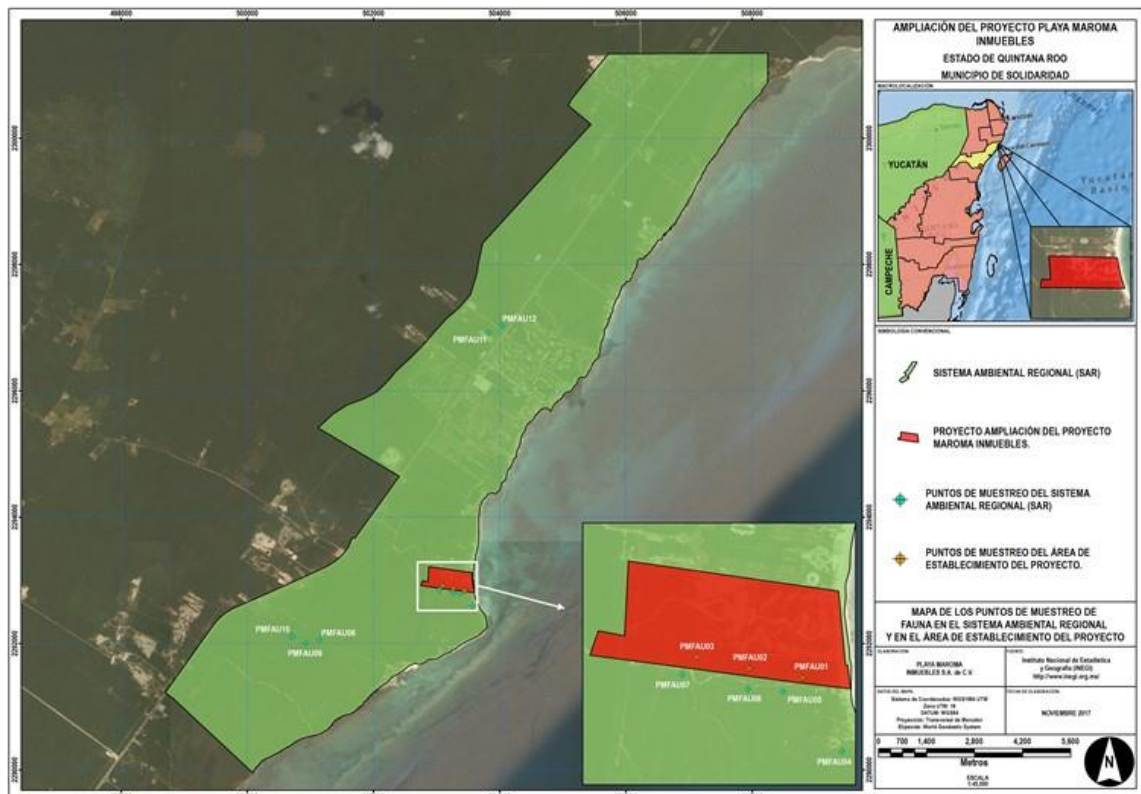
Ambos registros tuvieron como propósito efectuar un inventario final de las especies faunísticas presentes en el SAR y el AeP. Las actividades que se llevaron a cabo durante los recorridos de campo, estuvieron enfocadas a la clasificación del hábitat por medio de las características fisonómicas de la vegetación; a la recopilación de la información sobre la presencia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos a nivel SAR y en la superficie del AeP; a la observación, captura-liberación y determinación taxonómica de las especies; así como la estimación de la riqueza, abundancia y el cálculo del índice de riesgo de las especies registradas durante el trabajo en campo.

Los registros se levantaron en 12 Puntos de Muestreo (PM) seleccionados estratégicamente, tanto en el SAR (9 PM) como en la superficie del AeP (3 PM), para garantizar que el esfuerzo fuera representativo (tabla IV.15, figura IV.20). Con una duración de 10 días: 7 días para el SAR y 3 días para el AeP.

Tabla IV.15
Coordenadas de los puntos de muestreo para el registro de los grupos faunísticos

Sitio del muestreo	Punto de muestreo	Coordenadas UTM		Tipo de vegetación
		X	Y	
AeP	PMFau01	503442.00	2292843.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau02	503268.00	2292873.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau03	503098.00	2292910.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
SAR	PMFau04	503569.00	2292604.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau05	503377.00	2292797.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau06	503264.00	2292806.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau07	503050.00	2292852.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau08	501143.00	2292065.00	Manglar
	PMFau09	500928.00	2292009.00	Manglar
	PMFau10	500703.00	2292112.00	Manglar
	PMFau11	503817.78	2296924.10	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia
	PMFau12	504035.00	2297033.00	Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia

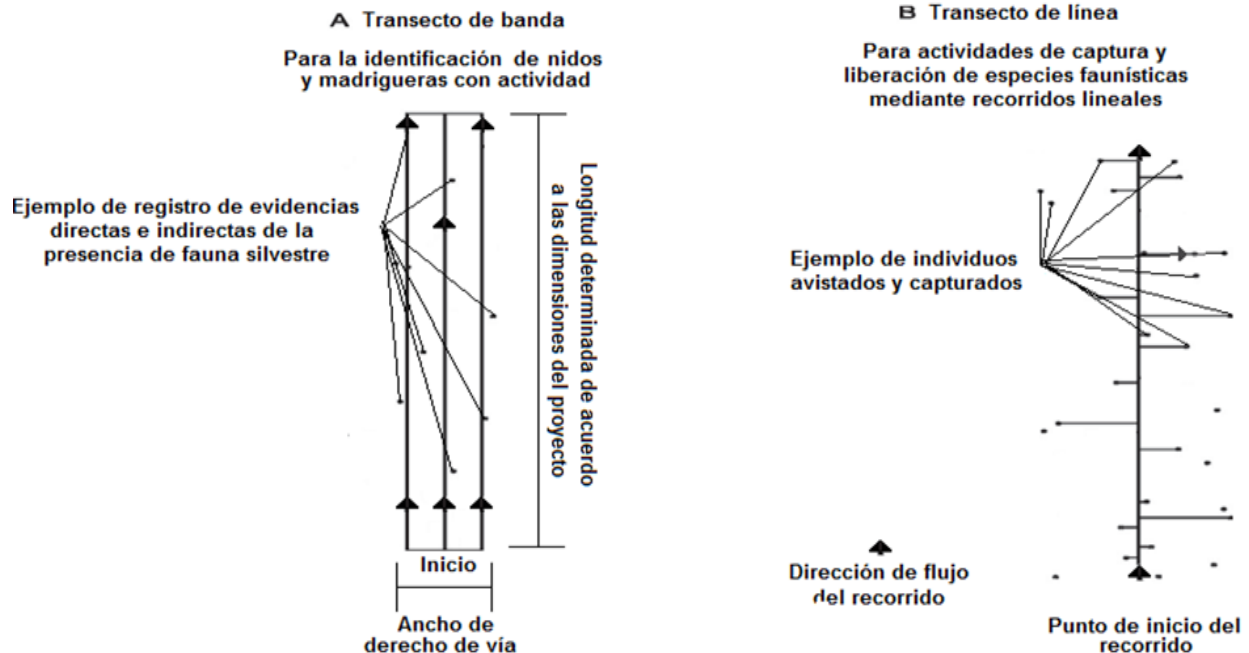
Figura IV.20
Ubicación de los puntos de muestreo de los grupos faunísticos



Se realizaron recorridos lineales con distancias variables de 100 a 200 metros y con un ancho de banda fijo o variable, dependiendo de la accesibilidad y el factor potencial que pudiera presentar dicho sitio. También se emplearon transectos (de banda y lineal) de 100 m de largo con un ancho de banda de hasta 30 m para cada lado (izquierda y derecha). Los recorridos se realizaron de manera silenciosa, con la finalidad de detectar cualquier movimiento o ruido (figura IV.21).

Figura IV.21

Tipos de transectos realizados a lo largo del proyecto para el registro de individuos de especies faunísticas



A continuación se describen las técnicas empleadas para el registro específico de cada grupo faunístico:

Herpetofauna

Para el muestreo de anfibios y reptiles, se realizaron recorridos por la mañana, al atardecer y por la noche. En cada punto de muestreo se empleó un horario; de las 8:00 a 14:00 horas, con una disminución en su actividad en la mayoría de las especies con un segundo período de actividad que inicia a las 16:30, incrementándose a medida que la temperatura era más tolerante. Por la noche se realizaron muestreos nocturnos para aquellos anfibios y reptiles que entran en actividad en un horario de 20:00 a 23:00 horas.

El procedimiento consistió en caminatas lentas a través del SAR y el AeP, levantando troncos de árboles huecos y en descomposición, cúmulos de hojarasca, rocas, revisando grietas, así como posibles charcas y escurrimientos superficiales temporales. Los métodos indirectos también fueron importantes para determinar la presencia de algún anfibio o reptil, ya que se realizaron paradas temporales en algunos sitios durante algunos minutos, para así poder detectar los cantos de algunos anfibios. Para su identificación se empleó el uso de claves dicotómicas como la publicada por Flores-Villela *et al.* (1995).

El registro directo de los grupos faunísticos de anfibios y reptiles consistió en atrapar y observar el animal, con o sin ayuda de herramientas. El registro indirecto involucra el uso de equipos capaces de registrar la presencia del animal sin estar presente, esto

a través de sus huellas o de posibles rastros que pudieran dejar (mudas de piel). Para el caso exclusivo de serpientes, se empleó un gancho y una pinza herpetológica, con la finalidad de facilitar su manipulación y así evitar accidentes (figura IV.22).

Figura IV.22

Equipo necesario para el manejo y manipulación de reptiles peligrosos



Avifauna

Para este grupo se realizaron tanto avistamientos en sitios de muestreo fijo, como colecta por medio de redes ornitológicas.

Los avistamientos se llevaron a cabo con la ayuda de binoculares con aumento de 10x50, realizando transectos lineales. Para su captura, se emplearon redes ornitológicas de 9 y 12 metros, las cuales se colocaban a las 8:30 horas con una revisión periódica, cada 30 minutos o cuando era posible, y su levantamiento se efectuaba a las 12:00 horas del mismo día, colocándose nuevamente por la tarde noche y revisándose frecuentemente (estas redes también eran aprovechadas para la captura de murciélagos). Las aves colectadas con las redes ornitológicas eran identificadas *in situ*, posteriormente fueron fotografiadas y liberadas (figura IV.23).

Figura IV.23

Captura e identificación de aves mediante el uso de redes ornitológicas



Las guías de campo utilizadas para su identificación en campo fueron: Howell y Webb, 1995; Urbina-Torres, 1996; Peterson y Chalif, 1998; Kaufman, 2005; Van Perlo, 2006 y National Geographic, 2009.

Mastofauna

Para el registro directo de mamíferos voladores, como es el caso de los murciélagos, se emplearon dos redes de niebla (Romero-Almaraz et al., 2000), una de 9 y otra de 12 metros de largo por 2.5 metros de alto, que se colocaron a una distancia de un metro o metro y medio sobre la superficie del suelo o de algún cuerpo de agua, como lo propone Kunz y Kurka (1998) y Jones *et al.* (1996). El trabajo efectuado correspondió a 165 metros-red, durante los días del muestreo.

Las redes fueron revisadas desde las 19:30 hasta las 12:00 horas., esto con la finalidad de causar el menor daño posible a aquellos individuos capturados. Los murciélagos capturados con las redes de niebla fueron identificados *in situ* con ayuda de las claves científicas de Medellín *et al.* (1997). Una vez identificadas, se liberaban en el mismo sitio de captura (figura IV.24).

Figura IV.24

Captura e identificación de murciélagos mediante la instalación de redes de niebla



Para la captura de mamíferos pequeños, especialmente roedores, se emplearon trampas de aluminio tipo Sherman, que se colocaron en cada punto de muestreo (figura IV.25). A cada trampa se le colocó como cebo una mezcla de avena con vainilla, colocando cada trampa en áreas que pudieran ser la guarida de algún tipo de roedor en un transecto longitudinal, separadas una de la otra aproximadamente cada 10 m; las trampas se colocaron al atardecer o anochecer y se revisaron durante las primeras horas del día siguiente (Romero et al., 2000). Una vez identificados y fotografiados, los animales capturados eran liberados en el mismo sitio de captura.

Para el registro de mamíferos de talla mediana y grande, que por lo general son de hábitos nocturnos y crepusculares, se emplearon trampas Tomahawk (figura IV.26), y se realizaron búsquedas de rastros que nos indiquen la presencia de estos animales. Los rastros o indicios pueden ser huellas, pelo, caparazones, excretas, huesos, cadáveres, nidos, madrigueras, descripciones de los pobladores, entre otros.

Figura IV.25
Colocación de trampas tipo Sherman para el registro de mamíferos pequeños



Se realizaron caminatas diurnas de 7:00 a 11:00 am, así como caminatas nocturnas de 19:00 a 23:00 pm. En cada oportunidad, se registró información de cada especie, número de individuos, localidad, hábitat. Posteriormente se identificó la especie con ayuda del manual “Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México” (Aranda, 2000).

Figura IV.26
Registro de mamíferos medianos y grandes mediante la instalación de trampas Tomahawk



Otro método de registro utilizado es el fototrampeo, el cual consiste en la colocación de cámaras dotadas de sensores de movimiento o células fotoeléctricas que se activan cuando un animal camina frente al objetivo de la cámara, de esta manera se consiguen imágenes de las especies con hábitos nocturnos. Para la implementación de esta técnica se utilizaron Fototrampas GameSpy Digital Camera, marca Moultrie, las cuales se instalaron cercanas a cuerpos de agua y en lugares potenciales considerados como pasos de fauna (figura IV.27).

Figura IV.27
Instalación de cámaras trampa para el registro de especies con hábitos crepusculares y nocturnos



Así mismo, se realizaron entrevistas a cazadores y pobladores locales para obtener información sobre la presencia de mamíferos grandes, hábitos, consumo local, frecuencia de caza, tiempo invertido en la caza, etc. Además, se registró información del uso que se da a los animales cazados o capturados como por ejemplo alimenticio, mascotas, medicinal, entre otros.

La identificación de las especies se realizó con las guías de campo especializadas para mamíferos de la región.

IV.2.3.2 RESULTADOS DEL TRABAJO PRELIMINAR

Como resultado del trabajo preliminar, realizado para cada clase faunística; se llevó a cabo la elaboración del listado de especies potenciales con probabilidades de ocurrencia en el SAR, el cual a su vez, incluye la superficie del AeP (Anexo IV.13. Listado de especies potenciales de fauna). El registro recabado reportó un total de 270 especies, correspondientes a 12 anfibios, 134 aves, 86 mamíferos y 38 reptiles.

Este listado potencial está arreglado por familia, nombre científico y común de cada especie, estatus de protección a nivel nacional de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 e internacional de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), así como su distribución geográfica (endemismos), por lo que a continuación se dan a conocer los resultados obtenidos para cada clase faunística.

Anfibios

Se registran 12 especies de anfibios, pertenecientes a 7 familias, siendo la más abundante la familia Hylidae con 5 especies. De las 12 especies registradas; cuatro se encuentran sujetas a protección especial (Pr), de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la Lista Roja de la UICN, once especies se encuentran registradas con la categoría de preocupación menor (LC), la especie restante no se encuentra evaluada por la UICN.

Por lo que se refiere a la distribución geográfica; solo la salamandra lengua de hongo yucateca (*B. yucatanana*) es endémica, las 11 especies restantes son de amplia distribución.

Aves

Las 134 especies de aves registradas pertenecen a 51 familias, siendo la más representativa la familia Ardeidae con 9 especies, seguida de las familias Cardinalidae, Icteridae y Tyrannidae, cada una con 7 especies. De acuerdo a su estatus de protección; 16 especies se encuentran registradas en la NOM-059, 10 especies sujetas a protección especial (Pr), 4 especies amenazadas (A) y 2 especies en peligro de extinción; por otro lado, de acuerdo a la UICN, 122 especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), 7 especies están casi amenazadas (NT) y 5 especies como no evaluadas (NE).

Por lo que se refiere a la distribución geográfica, dos especies son endémicas, 12 son cuasiendémicas, 2 son semiendémicas, otras 2 son exóticas-invasoras, las 116 especies restantes son de amplia distribución.

Mamíferos

Se registraron 86 especies pertenecientes a 29 familias, siendo la más representativa la familia Phyllostomidae con 17 especies, seguida de las familias Cricetidae con 8 y la Vespertilionidae con 7. De acuerdo a su estatus de protección; 21 especies se encuentran registradas en la NOM-059, ocho especies están en peligro de extinción (P), otras ocho especies como amenazadas (A) y cinco especies sujetas a protección especial (Pr); por otro lado, de acuerdo a la UICN, 75 especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), 5 especies casi amenazadas (NT), 3 especies en peligro (EN) y otras 3 vulnerables (VU).

Respecto a su distribución geográfica, seis especies de mamíferos son endémicas y dos especies son exóticas-invasoras. Se desconoce la distribución de las 78 especies restantes.

Reptiles

Por último, se registraron 38 especies de reptiles pertenecientes a 18 familias, siendo la más representativa la familia Colubridae con seis especies, seguida de la Dipsadidae con cinco especies. De acuerdo a su estatus de protección; 17 especies se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales, nueve especies se encuentran sujetas a protección especial (Pr), cinco como amenazadas (A) y tres especies en peligro de extinción (P); respecto a la Lista Roja de la UICN, 22 especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), tres son vulnerables (VU), por lo menos una especie se encuentra en peligro (EN), en peligro crítico (CR) y casi amenazada (NT), las 10 especies restantes no se encuentran evaluadas en la UICN.

Respecto a la distribución geográfica, tres especies son endémicas, una especie es exótica, dos especies son exóticas-invasoras, 25 especies son de amplia distribución y se desconoce la distribución de una especie.

IV.2.3.2.3 RESULTADOS DEL TRABAJO EN CAMPO

Con la finalidad de poder realizar un análisis comparativo de las condiciones del SAR y el AeP, respecto a la composición específica de sus poblaciones de vertebrados tomando como referencia el tipo de vegetación sujeto a cambio de uso de suelo; para facilitar el análisis de la diversidad de especies, se optó por agrupar las clases faunísticas

en tres grupos: herpetofauna, conformado por anfibios y reptiles; avifauna, conformada por aves y mastofauna, conformada por mamíferos.

Resultados obtenidos durante el muestreo en el SAR

Como ya se mencionó anteriormente, el muestreo realizado en el SAR se llevó a cabo durante 7 días en 9 PM, tres de ellos se encuentran dentro de la vegetación de manglar (VM) y los seis restantes en Vegetación Secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia (VSa/SMQ).

Se registró un total de 52 especies faunísticas, correspondientes a 294 individuos. Estas especies pertenecen a 39 familias (tabla IV.16).

Tabla IV.16
Datos generales de las especies registradas durante el muestreo en el SAR

Clase	Familias	Especies	Proporción relativa (%)	Individuos
Anfibios	3	3	5.77	5
Reptiles	9	12	23.08	34
Aves	20	27	51.92	196
Mamíferos	7	10	19.23	59
Total	39	52	100.00	294

De las 52 especies faunísticas registradas en el SAR, solo 6 especies correspondientes al 11.54% del total de las especies registradas, se encuentran bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo IV.14 Fichas de especies de fauna NOM-059-SEMARNAT-2010); una de ellas como amenazada (A), otra en peligro de extinción (P) y cuatro especies sujetas a protección especial (Pr). En lo que respecta a la Lista Roja de la UICN, 47 especies se encuentra bajo la categoría de preocupación menor (LC), representando el 90.38% del total de las especies registradas; una especie se encuentra en peligro crítico (CR), la cual solo representa el 1.92%; otra especie se encuentra casi amenazada (NT), la cual representa el 1.92%; las 3 especies restantes no se encuentran evaluadas (NE) por la UICN y representan solamente el 5.77%.

Respecto a la distribución geográfica, de las 52 especies faunísticas registradas, 35 especies correspondientes al 67.31% son nativas, 4 especies (7.69%) son cuasiendémicas, 2 especies son exóticas-invasoras, una especie es exótica y se desconoce la distribución geográfica de las 10 especies restantes. A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos por grupo faunístico:

Herpetofauna

En este grupo se registraron tres especies de anfibios correspondientes a cinco individuos; los cuales pertenecen a 3 familias y solo representan el 5.77% con respecto al total de especies faunísticas registradas durante el muestreo. También se registraron 12 especies de reptiles (23.08% del total), correspondientes a 34 individuos; pertenecientes a 9 familias (tabla IV.17).

Tabla IV.17
Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Anfibios							
Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante	Nativa	SC	LC	E	I
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	Nativa	SC	LC	E	I

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Rhinophrynidae	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano	Nativa	Pr	LC	E	I
Reptiles							
Cheloniidae	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	Nativa	P	CR	E	M, Cu
Colubridae	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común	Nativa	SC	LC	E	I, C
Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde	Nativa	SC	NE	E	I, C
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	Exótica	SC	LC	E	C
Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Nativa	Pr	LC	E	C
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	Exótica-Invasora	SC	NE	E	I, C
Dipsadidae	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato de selva	Nativa	SC	LC	E	I, C
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Nativa	A	LC	E	I, C
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Nativa	Pr	NE	E	I, C
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	Nativa	SC	LC	E	I
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	Nativa	SC	LC	E	I
Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	Nativa	SC	LC	E	C
Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazadas (A), En peligro de extinción (P), Sujetas a protección especial (Pr), Sin categoría (SC). <u>Lista Roja de la UICN:</u> En peligro crítico (CR), Preocupación menor (LC), No evaluado (NE). <u>Importancia:</u> Ecológica (E). <u>Gremio trófico:</u> Insectívoro (I), Carnívoro (C), Moluscos (M), Crustáceos (Cu).							

De las 15 especies registradas, solo 5 de ellas (33.33%) se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010: tres especies (un anfibio y dos reptiles) corresponden al 20%, se encuentran sujetas a protección especial (Pr); la iguana negra de cola espinosa (*C. similis*) se encuentran amenazada (A); la tortuga carey (*E. imbricata*) se encuentra en peligro de extinción (P). De acuerdo a la Lista Roja de la UICN, la tortuga carey se encuentra en peligro crítico (CR); 11 especies (73.33%) se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), de las cuales 3 son anfibios y 8 reptiles; las 3 especies restantes de reptiles (20%), no se encuentran evaluadas (NE) por la UICN.

Respecto a la distribución geográfica de las especies de herpetofauna no se registraron especies endémicas; sin embargo, el abaniquillo pardo (*A. sagrei*) es considerada como una especie exótica-invasora y el toloque rayado (*B. vittatus*) como una especie exótica. Las 13 especies restantes, correspondientes al 86.67% son nativas. Todas las especies de este grupo faunístico son catalogadas como especies de importancia ecológica debido a las funciones que desempeñan en las cadenas tróficas y para mantener el equilibrio de los ecosistemas.

Partiendo de lo anterior, de las 15 especies registradas, cinco especies presentan hábitos alimenticios tanto insectívoros (I) como carnívoros (C), cinco especies son solamente insectívoras (I), dos especies son exclusivamente carnívoras (C); la tortuga carey (*E. imbricata*) se alimentan exclusivamente de crustáceos (Cu) y moluscos (M).

Avifauna

En lo que respecta a las aves, este grupo representa el 51.92% (27 especies) del total de especies faunísticas (52 especies) registradas durante el muestreo realizado en el SAR; por lo que se puede considerar como el grupo faunístico más representativo de la zona, con un total de 196 individuos. Este grupo está conformado por 20 familias, de las cuales, las familias Icteridae y Tyrannidae son las más representativa con 3 especies cada una (tabla IV.18).

Tabla IV.18
Especies de aves registradas durante el muestreo en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Imp.	Gremio trófico	Est.
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta alas verdes	Nativa	SC	LC	Co, E	G, C	A
Anatidae	<i>Spatula discors</i>	Cerceta ala azul	Nativa	SC	LC	Co, E	I, G, H, C	MI
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	Nativa	SC	LC	Co, E	H, M, I	R
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Nativa	SC	LC	E	P, M, I	R
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Exótica-Invasora	SC	LC	E	P, M, I	R
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Nativa	SC	LC	E, O	I, F, G	R
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Nativa	SC	LC	E, I	Ñ	R
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Nativa	SC	LC	Co, E	I, F, G	R
Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	Cuasiendémica	SC	LC	E	I, G	R
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	Nativa	SC	LC	E	I, G	R
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	Nativa	SC	LC	E	I, G, C	A
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	Cuasiendémica	SC	LC	E	I, G	R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Nativa	SC	LC	E	I	T
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Nativa	SC	LC	E	I	R
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Nativa	SC	LC	E	I, G	R
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Nativa	SC	LC	P	I, F, G	R
Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	Nativa	SC	LC	E	I	R
Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	Cuasiendémica	SC	LC	Co, E	I, G	R
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Nativa	Pr	NT	E	G, F	R
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris	Nativa	SC	LC	Co, E	I, G	R
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Nativa	SC	LC	E	I	R
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Cuasiendémica	SC	LC	M, Co, E	I, N	R
Trochilidae	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra	Nativa	SC	LC	E	I	R
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado	Nativa	SC	LC	E	I, G	R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mímimo	Nativa	SC	LC	E	I	MI
Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Nativa	SC	LC	E	I, G	R
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	Nativa	SC	LC	E	I	R

Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujetas a protección especial (Pr), Sin categoría (SC). Lista Roja de la UICN: Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT). Importancia (Imp.): Comercial (Co), Ecológica (E), Indicadora (I), Medicinal (M), Ornato (O), Plaga (P). Gremio trófico: Insectívoro (I), Granívoro (G), Carnívoro (C), Carroñero (Ñ), Frugívoro (F), Nectarívoro (N), Herbívoro (H), Moluscos (M), Piscívoro (P). Estacionalidad (Est.): Residente (R), Migratoria de Invierno (MI) en época de no reproducción, Transitoria (T) y Accidental (A).

De las 27 especies registradas solo el perico pecho sucio (*E. nana*) se encuentra sujeto a protección especial (Pr) de acuerdo a las categorías de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010; las 26 especies restantes no se encuentran registradas en la NOM-059. De acuerdo a la Lista Roja de la UICN, solo el perico pecho sucio (*E. nana*) se encuentra casi amenazado (NT); las 26 especies restantes se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC).

En lo que respecta a la distribución geográfica, ninguna especie es endémica; cuatro especies son cuasiendémicas: chara yucateca (*C. yucatanicus*), rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*), carpintero yucateco (*M. pygmaeus*) y el colibrí yucateco (*A. yucatanensis*); la garza ganadera (*B. ibis*) es considerada como exótica-invasora; las 22 especies restantes son de amplia distribución.

De acuerdo a su importancia, 17 especies están consideradas como especies de importancia ecológica (E); 6 especies son consideradas de importancia ecológica (E) así como comercial (Co); el zopilote aura (*C. aura*) presenta importancia ecológica (E) y como indicadora (I); el cardenal rojo (*C. cardinalis*) es una especie que presenta importancia ecológica (E) y de ornato (O); el colibrí yucateco (*A. yucatanensis*) es considerado

como una especie de importancia ecológica (E), comercial (Co) y medicinal (M); por último, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) es considerado como plaga (P).

En lo que concierne a los gremios tróficos de las especies de aves registradas; para facilitar la descripción de este apartado, tomaremos las siguientes consideraciones:

- Hábitos alimenticios muy variados: aquellas especies que consumen cuatro tipos de alimentos.
- Hábitos alimenticios variados: aquellas especies que consumen tres tipos de alimentos.
- Hábitos alimenticios limitados: aquellas especies que consumen dos tipos de alimentos.
- Hábitos alimenticios muy limitados: aquellas especies que solo consumen un tipo de alimento.

Dentro de los hábitos alimenticios muy variados, solo se registró a la cerceta ala azul (*S. discors*), la cual solo representa el 3.70% del total de las especies de aves registradas. Esta especie suele alimentarse de insectos, granos, hierbas y carne.

En los hábitos alimenticios variados, se registraron 7 especies (25.93%); dentro de las cuales destaca el consumo de insectos en un 100%, seguido del consumo de granos en un 57.14%, moluscos y frutos en un 42.86% para cada caso, peces en un 28.57%, hierbas y carne en un 14.28% para cada caso.

En los hábitos alimenticios limitados, se registraron 11 especies correspondientes al 40.74%; dentro de las cuales destaca el consumo de granos en un 90.91%, seguido del consumo de insectos en un 81.82%, el consumo de carne, néctar y frutos representa el 9.09% para cada caso.

En los hábitos alimenticios muy limitados, se registraron 8 especies correspondientes al 29.63%; dentro de las cuales, 7 especies consumen insectos y solo el zopilote aura (*C. aura*) es una especie carroñera.

Con respecto a la estacionalidad de las aves, de las 27 especies registradas: 22 especies correspondientes al 81.48%, son residentes (R); 2 especies (7.41%) son migratorias de invierno (MI) en época de no reproducción; 2 especies (7.41%) presentan estacionalidad accidental (A), debido a que fueron observadas durante el monitoreo, pero no se tenía registro de dichas especies en la zona de estudio. La golondrina tijereta (*H. rustica*) presenta una estacionalidad transitoria (T).

Mastofauna

Para el caso de los mamíferos, se registraron 10 especies correspondientes a 59 individuos. Está conformado por 7 familias (tabla IV.19).

Tabla IV.19
Especies de mamíferos registrados durante el muestreo en el SAR

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	-	SC	LC	Co, E	H, G
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque	-	SC	LC	E	G, F, H
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	-	SC	LC	E	G, F, H
Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	-	SC	LC	E	O

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado mayor	-	SC	LC	E	I, F
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante	-	SC	LC	Co, E	I
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	-	SC	LC	E	F, H
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	-	SC	LC	E	O
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	-	SC	LC	E	G, F, H
Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	-	SC	LC	Co, E	H, G

Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría (SC). Lista Roja de la UICN: Preocupación menor (LC). Importancia: Comercial (Co), Ecológica (E). Gremio trófico: Omnívoro (O), Insectívoro (I), Granívoro (G), Frugívoro (F), Herbívoro (H).

De las 10 especies de mamíferos registradas durante el monitoreo, ninguna se encuentra registradas bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; por otro lado, en la Lista Roja de la UICN, todas las especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), lo cual coincide con la clasificación de nuestra norma oficial.

Se desconoce la distribución geográfica de todas las especies de mamíferos registrados durante el muestreo realizado en el SAR.

Las 24 especies de mamíferos registradas durante el monitoreo son consideradas como especies de importancia ecológica (E), debido al papel que juegan en las cadenas tróficas y por su función para mantener el equilibrio de los ecosistemas. Pero también se reporta a tres especies de importancia comercial (Co), las cuales son: el tepezcuintle (*C. paca*), el murciélago frugívoro gigante (*A. lituratus*) y la ardilla yucateca (*S. yucatanensis*).

Respecto al gremio trófico de las especies de mamíferos tomaremos las consideraciones propuestas en el apartado de avifauna para facilitar esta descripción. Los resultados fueron:

- ≈ Hábitos alimenticios variados: se encuentran 3 especies, correspondientes al 30% del total de especies de mamíferos registrados. Estas especies consumen hierbas, granos y frutos.
- ≈ Hábitos alimenticios limitados: se encuentran 4 especies (40%); dentro de las cuales destaca el consumo de hierbas en un 75%, seguido del consumo de frutos y granos con un 50% para cada caso y solo el murciélago rayado mayor (*S. bilineata*) suele consumir insectos y frutos.
- ≈ Hábitos alimenticios muy limitados: se encuentran 3 especies (30%); de las cuales el tlacuache norteño (*D. Virginiana*) y el mapache (*P. Lotor*) son omnívoros (O) y el murciélago frugívoro gigante (*A. Lituratus*) es insectívoro (I).

Resultados obtenidos durante el muestreo en el AeP

El muestreo realizado en el AeP se llevó a cabo durante 3 días en 3 PM seleccionados previamente de manera estratégica, dentro de la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ). Este muestreo dio como resultado 29 especies correspondientes a 126 individuos; siendo el grupo de las aves el más representativo con 14 especies (63 individuos), las cuales representan el 48% del total de especies registradas

en el AeP; seguido por 7 especies de reptiles (35 individuos) y 7 especies de mamíferos (24 individuos) correspondientes al 24% en cada caso; por otro lado, solo se registró una especie de anfibios (4 individuos), lo que equivale al 3% (tabla IV.20).

Tabla IV.20
Datos generales de las especies registradas durante el muestreo en el AeP

Clase	Familias	Especies	Proporción relativa (%)	Individuos
Anfibios	1	1	3	4
Reptiles	5	7	24	35
Aves	11	14	48	63
Mamíferos	6	7	24	24
Total	23	29	100	126

De las 29 especies faunísticas registradas durante el muestreo en el AeP, solo 3 especies, correspondientes al 10.34%, se encuentra bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 2 especies están sujetas a protección especial (Pr) y una se encuentra amenazada (A). De acuerdo a la Lista Roja de la UICN; 26 especies se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (LC), las cuales representan el 89.66%; una especie se encuentra casi amenazada (NT), la cual representa solo el 3.45%; las dos especies restantes no se encuentran evaluadas (NE) por la UICN.

Respecto a la distribución geográfica, de las 29 especies registradas; 18 especies, correspondientes al 62.07%, son nativas; 2 especies (6.90%) son cuasiendémicas; un especie (3.45%) es exótica, otra más (3.45%) es exótica-invasora; y se desconoce la distribución geográfica de 7 especies (24.13%).

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos para cada grupo faunístico:

Herpetofauna

Este grupo está conformado por un anfibio y siete especies de reptiles, con un total de 39 individuos; correspondientes a 6 familias, siendo las familias Iguanidae y Teiidae las más representativas con dos especies (tabla IV.21).

Tabla IV.21
Especies de herpetofauna registradas durante el muestreo en el AeP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Anfibios							
Hylidae	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa	Nativa	SC	LC	E	I
Reptiles							
Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	Exótica	SC	LC	E	C
Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo	Exótica-Invasora	SC	NE	E	I, C
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Nativa	A	LC	E	I, C
Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Nativa	Pr	NE	E	I, C
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas	Nativa	SC	LC	E	I
Teiidae	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris	Nativa	SC	LC	E	I
Teiidae	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	Nativa	SC	LC	E	C
Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Amenazadas (A), Sujetas a protección especial (Pr), Sin categoría (SC). Lista Roja de la UICN: Preocupación menor (LC), No evaluado (NE). Importancia: Ecológica (E). Gremio trófico: Insectívoro (I), Carnívoro (C).							

De las 8 especies registradas solo dos especies de reptiles se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales son: la iguana negra de cola espinosa (*C. similis*) como Amenazada (A) y la iguana verde (*I. iguana*) Sujeta a protección especial (Pr). Por otro lado, respecto a la Lista Roja de la UICN, 6 especies correspondientes al 75%, se encuentran bajo la categoría de Preocupación menor (LC); mientras que el abaniquillo pardo (*A. sagrei*) y la iguana verde (*I. iguana*) no se encuentran evaluadas (NE) por la UICN.

Respecto a la distribución geográfica, de las 8 especies registrada en el grupo de herpetofauna, seis especies correspondientes al 75% del total, son nativas; el toloque rayado (*B. vittatus*) es exótico y el abaniquillo pardo (*A. sagrei*) es considerado como una especie exótica-invasora, las cuales solo representan el 12.5% para cada caso.

Debido al valor que aporta cada una de las especies registradas en el equilibrio de los ecosistemas y las cadenas tróficas, las 8 especies registradas son consideradas como especies de importancia ecológica (E).

Para el caso del gremio trófico de las ocho especies de herpetofauna, 3 especies correspondientes al 37.5% son insectívoras (I), otras 3 especies (37.5%) son tanto insectívoras (I) como carnívoras (C) y solo dos especies (25%) son carnívoras (C).

Avifauna

Para el caso de las aves, se registraron catorce especies correspondientes a 63 individuos, por lo que este grupo faunístico es el más representativo en el área donde se pretende establecer el proyecto. Está conformado por 11 familias, siendo la más representativa la familia Icteridae con 3 especies, seguida de la Trochilidae con solo 2 especies (tabla IV.22)

Tabla IV.22
Especies de avifauna registradas durante el muestreo en el AeP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Imp.	Gremio trófico	Est.
Cardinalidae	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E,O	I, F, G	R
Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E, Co	I, F, G	R
Cuculidae	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I, G, C	A
Emberizidae	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	Cuasiendémica	SC	LC	E	I, G	R
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I	T
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	P	I, F, G,	R
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I, G	R
Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I	R
Parulidae	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I	R
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	Nativa. Amplia distrib	Pr	NT	E	G, F	R
Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Cuasiendémica	SC	LC	M, Co, E	I, N	R
Trochilidae	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I, N	MI

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Imp.	Gremio trófico	Est.
Troglodytidae	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I, G	R
Tyrannidae	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mímimo	Nativa. Amplia distrib	SC	LC	E	I	MI

Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Sujetas a protección especial (Pr), Sin categoría (SC). Lista Roja de la UICN: Preocupación menor (LC), Casi amenazado (NT). Importancia (Imp.): Comercial (Co), Ecológica (E), Medicinal (M), Ornato (O), Plaga (P). Gremio trófico: Insectívoro (I), Granívoro (G), Carnívoro (C), Frugívoro (F), Nectarívoro (N). Estacionalidad (Est.): Residente (R), Migratoria de Invierno (MI) en época de no reproducción, Transitoria (T) y Accidental (A).

De las 14 especies de aves registradas solo el perico pecho sucio (*E. nana*) se encuentra sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; en lo que respecta a la Lista Roja de UICN, la misma especie se encuentra bajo la categoría de casi amenazado (NT); las 13 especies restantes se encuentran bajo la categoría de preocupación menor (Pr).

Respecto a la distribución geográfica solo dos especies correspondientes al 14.29% del total de las aves registradas son cuasiendémicas, las cuales son: el rascador oliváceo (*A. rufivirgatus*) y el colibrí yucateco (*A. yucatanensis*); mientras que las 12 especies restantes son de amplia distribución, las cuales representan el 85.71%. Todas las especies de amplia distribución son aves residentes (CONABIO, 2017)

En lo que respecta a la importancia biológica de las especies de aves; 10 especies correspondientes al 71.43% están consideradas como especies de importancia ecológica (E) debido a su papel en el equilibrio de las comunidades ecosistémicas; la paloma ala blanca (*Z. asiatica*) es considerada como una especie de importancia ecológica (E) y comercial (Co); el cardenal rojo (*C. cardinalis*) es considerada como una especie de importancia ecológica (E) y de ornato (O); el colibrí yucateco (*A. yucatanensis*) es considerado como una especie de importancia ecológica (E), comercial (Co) y medicinal (M); y el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) es considerado como plaga (P); cada una de estas especies representa solo el 7.14% del total de las especies de aves registradas.

Para la descripción del gremio trófico se emplearan las consideraciones expuestas en el apartado de los resultados obtenidos para el grupo de avifauna del muestreo realizado en el SAR. En ese sentido los resultados obtenidos para el AeP son los siguientes:

- ≈ Hábitos alimenticios muy variados: no se tiene registro de especies de aves que consuman cuatro tipos de alimentos.
- ≈ Hábitos alimenticios variados: se encuentran 4 especies, correspondientes al 28.57% del total de especies de aves registradas. De las cuales, 3 especies consumen insectos, frutos y granos; y solo el correcaminos tropical (*G. velox*) llega a consumir carne en lugar de frutos.
- ≈ Hábitos alimenticios limitados: se encuentran 6 especies (42.86%); dentro de las cuales destaca el consumo de insectos en un 83.33%, seguido del consumo de granos con un 66.67%, posteriormente se encuentra el consumo de néctar en un 33.33% y solo el 16.67% consume frutos.
- ≈ Hábitos alimenticios muy limitados: se encuentran 4 especies (28.57%); las cuales son insectívoras (I).

Con respecto a la estacionalidad de las aves se tiene que 10 especies son Residentes (R), las cuales representan el 71.43%; dos especies (14.29%) son Migratorias de Invierno (MI) en época de no reproducción; la golondrina tijereta (*H. rustica*) es Transitoria (T) y el correcaminos tropical (*G. velox*) es considerado como una especie de estacionalidad Accidental (A) debido a que no se tiene registros bibliográficos de la presencia de esta especie en la zona de estudio.

Mastofauna

Respecto a los mamíferos, solo se registraron 7 especies, correspondientes a 24 individuos; los cuales están representados por 6 familias, siendo la más representativa la familia Procyonidae con 2 especies (tabla IV.23).

Tabla IV.23
Especies de mastofauna registradas durante el muestreo en el AeP

Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución geográfica	NOM-059	UICN	Importancia	Gremio trófico
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	Co, E	H, G
Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E	G, F, H
Emballonuridae	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado mayor	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E	I, F
Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frutero gigante	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	Co, E	I
Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E	F, H
Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E	O
Sciuridae	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical	Nativa. Amplia distrib.	SC	LC	E	G, F, H

Observaciones. NOM-059-SEMARNAT-2010: Sin categoría (SC). Lista Roja de la UICN: Preocupación menor (LC). Importancia: Comercial (Co), Ecológica (E). Gremio trófico: Omnívoro (O), Insectívoro (I), Granívoro (G), Frugívoro (F), Herbívoro (H).

De las 7 especies de mamíferos registradas, ninguna se encuentra bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; respecto a la Lista Roja de la UICN, todas las especies se encuentran bajo la categoría de Preocupación menor (LC).

Respecto a su distribución, todas las especies registradas durante los muestreos son de amplia distribución en el continente americano, así por ejemplo el tepezcuintle se distribuye desde las tierras bajas del Golfo de México, desde el sureste de Tamaulipas hasta Chiapas incluyendo la Península de Yucatán, Centroamérica y sur de Brasil y norte de Argentina (Redford y Eisenberg, 1992)⁶¹. El tlacuache sureño es de amplia distribución en el sur de México, América Central, Norte de Colombia y Ecuador (Ceballos, G. *et. al.* 2006).

En lo que concierne a la importancia biológica de las especies de mamíferos, todas son consideradas como especies de importancia ecológica (E) y solo dos especies: el tepezcuintle (*C. paca*) y el murciélago frutero gigante (*A. lituratus*) también se consideran como especies de importancia comercial (Co).

Respecto al gremio trófico, no se tiene registro de especies con hábitos alimenticios muy variados.

En los hábitos alimenticios variados se encuentran 2 especies, correspondientes al 28.57% del total de especies de mamíferos registrados, las cuales consumen hierbas, granos y frutos.

En los hábitos alimenticios limitados se encuentran 3 especies (42.86%); dentro de las cuales destaca el consumo de hierbas y frutos en un 66.67%, seguido del consumo de granos e insectos con un 33.33%.

En los hábitos alimenticios muy limitados se encuentran 2 especies (28.57%); de las cuales una es insectívora (I) y la otra omnívora (O).

Cabe resaltar, que durante el trabajo de campo en el AeP, no se detectó la presencia de nidos activos, madrigueras y/o refugios, por lo que se considera que el emplazamiento del Proyecto tendrá una baja afectación en la fauna silvestre. La mayoría de los mamíferos provienen de sitios cercanos al proyecto y son visitantes más no residentes de la superficie que ocupara el proyecto.

Un factor importante a destacar que disminuirá la afectación de la fauna silvestre dentro del AeP, es la emisión de ruidos originados por la maquinaria durante la etapa de preparación de sitio, así como la ejecución de un programa de protección de los individuos de la fauna silvestre, antes del inicio de cualquier actividad.

IV.2.3.2.4 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECABADA EN CAMPO

Los resultados obtenidos durante el trabajo en campo, fueron procesados en una hoja de Microsoft Excel®, donde se clasificaron y exportaron a los diferentes programas para los análisis de eficiencia del muestreo y diversidad alfa.

Eficiencia del muestreo

Para el análisis y evaluación de la eficiencia del muestreo, así como la estimación de la riqueza de especies presentes en las superficies del SAR y el AeP, se efectuaron las curvas de acumulación de especies con el programa EstimateS versión 9.1.0; esta curva muestra cómo el número de especies se va acumulando en función del número de muestras colectadas (Humboldt, 2004)⁶² y permite además, estimar la eficiencia del muestreo, para ello se grafican los resultados de determinados estimadores no paramétricos^{viii} y la riqueza observada, así, se genera una curva tendiente a la asíntota; cuando la curva es definitivamente asíntótica, se considera que aunque se incremente el número de muestreos ya no será posible encontrar un individuo más, diferente a los ya registrados; genéricamente se considera que en cuanto la tendencia es evidente hacia la asíntota el esfuerzo de muestreo alcanza una suficiencia que estadísticamente le da validez.

Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos basados en la abundancia y en la incidencia (ausencia-presencia) de las especies; sin embargo, debido a que el muestreo realizado no presenta datos de abundancia para todas las especies registradas durante el muestreo, ya que no todas las especies fueron registradas de manera directa; solo se emplearon cuatro estimadores no paramétricos basados en la ausencia-presencia (ICE, Chao 2, Jack 1, Jack 2 y Bootstrap); los cuales se describen a continuación:

ICE. Este estimador solo se emplea cuando se tienen datos de incidencia; es decir, el número de especies frecuentes/infrecuentes registradas en la muestra. Por lo tanto, el estimador ICE de la riqueza de especies es:

^{viii} Los métodos no paramétricos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajusta a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de individuos, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Humboldt, 2004).

$$CICE = Sfreq + \frac{Sinfr}{CICE} + \frac{q1}{CICE} \gamma_{ICE}^2$$

Donde:

Sfreq = número de especies frecuentes en la muestra (especies registradas en más de 10 muestras).

Sinfr = número de especies infrecuentes en la muestra (especies registradas en 10 o menos muestras).

q1 = número de especies únicas (especies registradas solo una vez en la muestra).

CICE = cobertura de muestra estimada; es decir, la porción de todas las incidencias de las especies que no son únicas y se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$CICE = 1 - \frac{q1}{ninfr}$$

Donde:

ninfr = número total de incidencias de las especies infrecuentes.

γ_{ICE}^2 = coeficiente de variación; el cual, se puede obtener con la siguiente ecuación:

$$\gamma_{ICE}^2 = \max \left[\frac{Sinfr \cdot ninfr \cdot \sum_{k=1}^{10} k(k-1)qk}{CICE (ninfr - 1)(ninfr)^2} - 1.0 \right]$$

Donde:

qk = número de especies presentes por *k* muestras.

Chao 2. Este estimador considera a las especies observadas en exactamente una y dos unidades de muestreo. El valor de Chao 2 provee el estimador menos sesgado para muestras pequeñas y que requieren solamente datos de presencia-ausencia (Moreno, 2001)⁶³.

$$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$$

Donde:

S = número total de especies observadas en una muestra o en un conjunto de muestras.

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas).

M = número de especies que ocurren en exactamente dos muestras.

Jacknife de primer orden. Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (*L*). Es una técnica para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra, reduciendo el sesgo del

orden 1/m. Es posible calcular la varianza de este estimador. Jacknife de primer orden es menos sesgado que otros métodos de extrapolación evaluados (Moreno, 2001).

$$Jack\ 1 = S + L \frac{m-1}{m}$$

Donde:

S = número total de especies.

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra.

m = número total de muestras.

Jacknife de segundo orden. Este estimador se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra, así como en el número de especies que ocurren en exactamente dos muestras (Palmer, 1990⁶⁴; Krebs, 1989⁶⁵).

$$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$$

Donde:

S = número total de especies.

L = número de especies que ocurren solamente en una muestra.

M = número de especies que ocurren en exactamente 2 muestras.

m = número total de muestras.

Bootstrap. Este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j , la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j (Palmer, 1990; Krebs, 1989). Al parecer, es menos preciso que los anteriores (Moreno, 2001).

$$Bootstrap = S + \sum (1 - p_j)^n$$

Donde:

S = número total de especies.

p_j = proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j .

Curvas de acumulación de las especies registradas en el muestreo del SAR

Las curvas de acumulación de especies son la representación gráfica del análisis de los métodos de estimación con base en la riqueza de especies registradas en campo y el esfuerzo de muestreo aplicado, para inferir en la posible riqueza y la eficiencia del muestreo (en porcentajes) en el área de estudio (López-Gómez y Williams-Linera, 2006⁶⁶; Jiménez-Valverde y Hortal, 2013⁶⁷).

En ese sentido, los resultados obtenidos de los estimadores no paramétricos basados en ausencia-presencia, para el caso de la **herpetofauna** indican un rango de eficiencia medio-alto del 53.65% al 81.34%, con un rango de 3 a 13 especies de este

grupo faunístico pendiente de encontrar (figura IV.28; Error! No se encuentra el origen de la referencia., tabla IV.24).

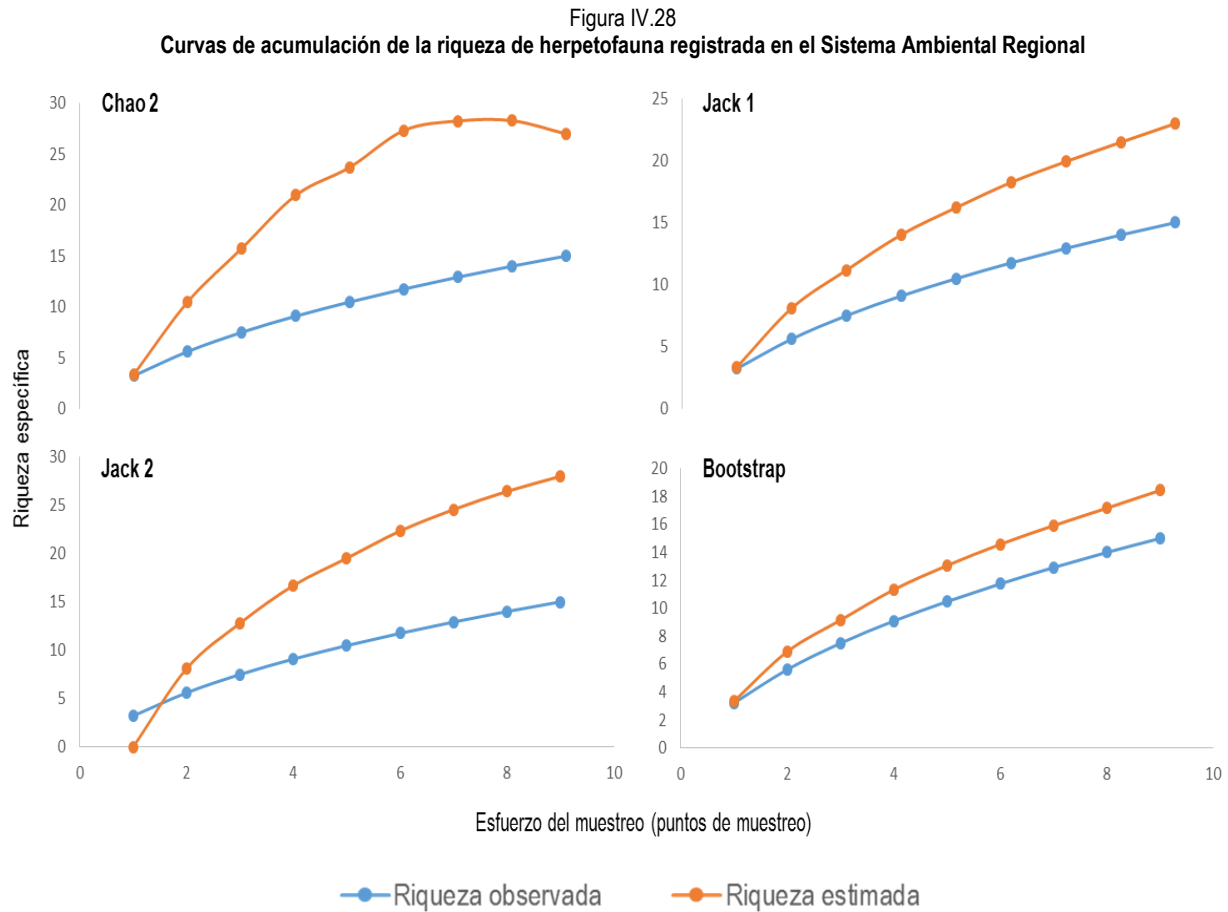


Tabla IV.24
Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de herpetofauna registradas en el Sistema Ambiental Regional

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
15	Chao 2	27	12	55.56%
	Jack 1	23	8	65.22%
	Jack 2	28	13	53.65%
	Bootstrap	18	3	81.34%

Para el caso de las aves, se obtuvo un rango de eficiencia alto del 80.36% al 90.76%, con un rango de 3 a 7 especies pendientes de encontrar (figura IV.29, tabla IV.25).

Figura IV.29
Curvas de acumulación de la riqueza de aves registradas en el Sistema Ambiental Regional

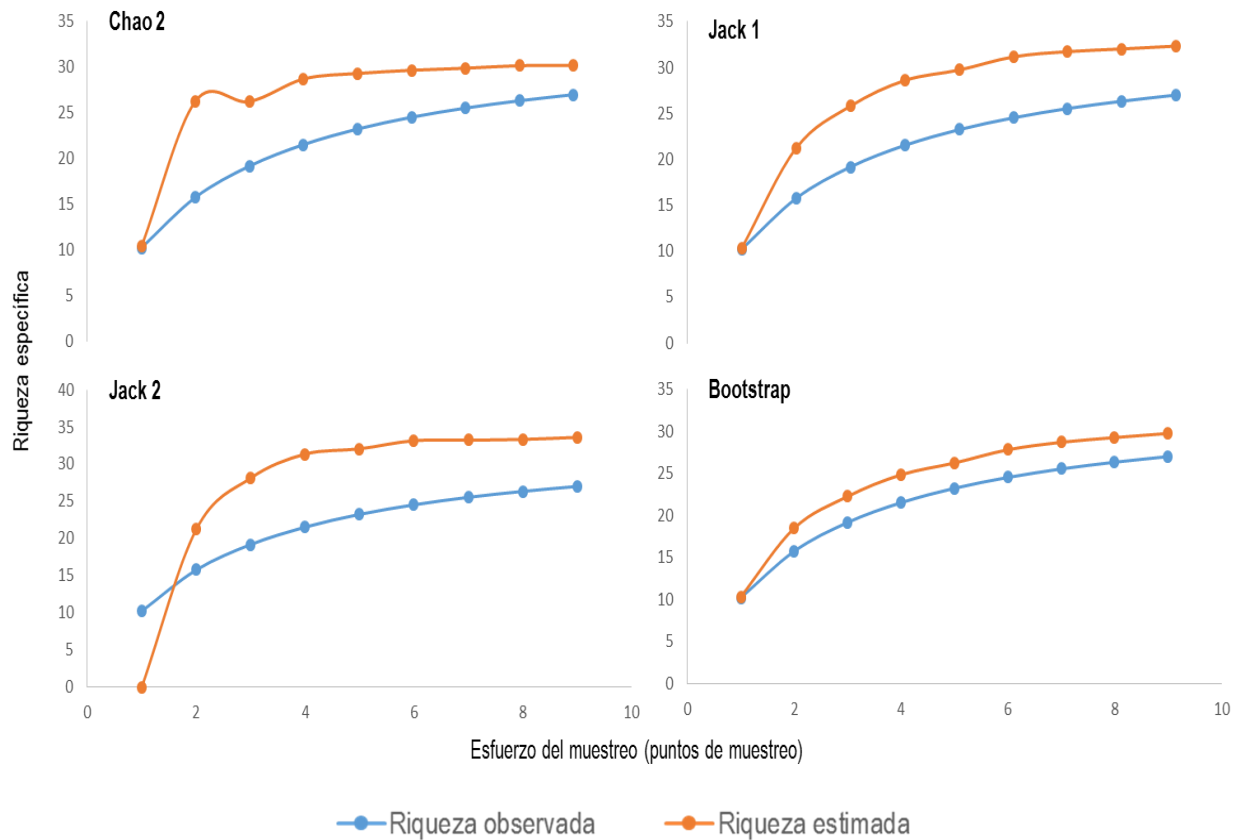


Tabla IV.25
Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de aves registradas en el SAR

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
27	Chao 2	30	3	89.40%
	Jack 1	32	5	83.51%
	Jack 2	34	7	80.36%
	Bootstrap	30	3	90.76%

Para el caso de las especies de **mamíferos**, se obtuvo un rango de eficiencia medio-alto del 66.67% al 90.09%, con un rango de una a cinco especies pendientes de encontrar (figura IV.30, tabla IV.26). Los resultados obtenidos por el estimador Bootstrap no indican una diferencia significativa, ya que presenta una eficiencia del 90.09% con solo una especie pendiente de ser registrada.

Figura IV.30
Curvas de acumulación de la riqueza de mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional

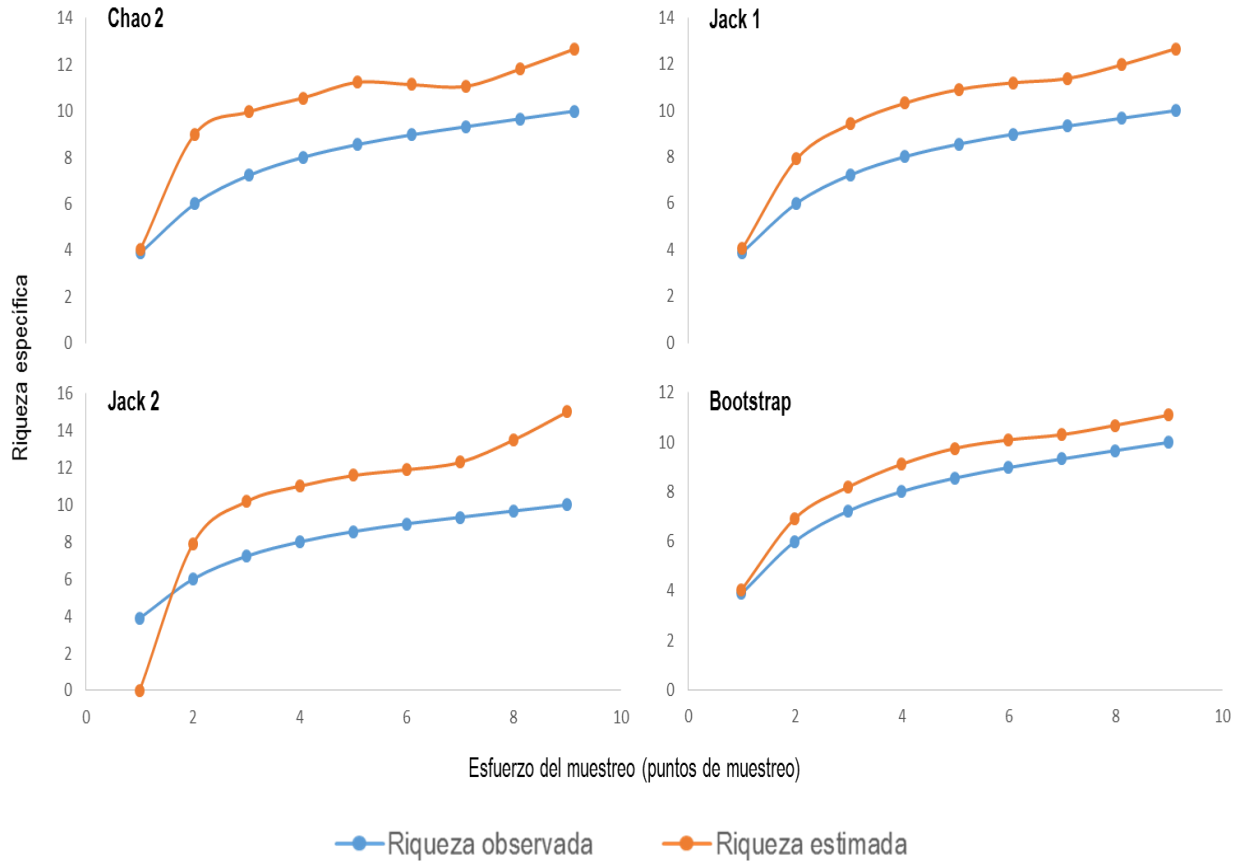


Tabla IV.26
Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de especies de mamíferos registrados en el Sistema Ambiental Regional

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
10	Chao 2	13	3	78.93%
	Jack 1	13	3	78.93%
	Jack 2	15	5	66.67%
	Bootstrap	11	1	90.09%

Curvas de acumulación de las especies registradas en el muestreo del AeP

En lo que respecta al AeP, los resultados obtenidos para el caso de la **herpetofauna**, indican un rango de eficiencia medio-alto del 76.19% al 88.89%, con un rango de una a tres especies pendientes de encontrar (Figura IV.31, Tabla IV.27). Los resultados obtenidos por los estimadores **Chao 2** y **Bootstrap**, no indican una diferencia significativa, ya que presenta una eficiencia del 88.89% con solo una especie pendiente de ser registrada.

Figura IV.31
Curvas de acumulación de la riqueza de la herpetofauna registrada en el AeP

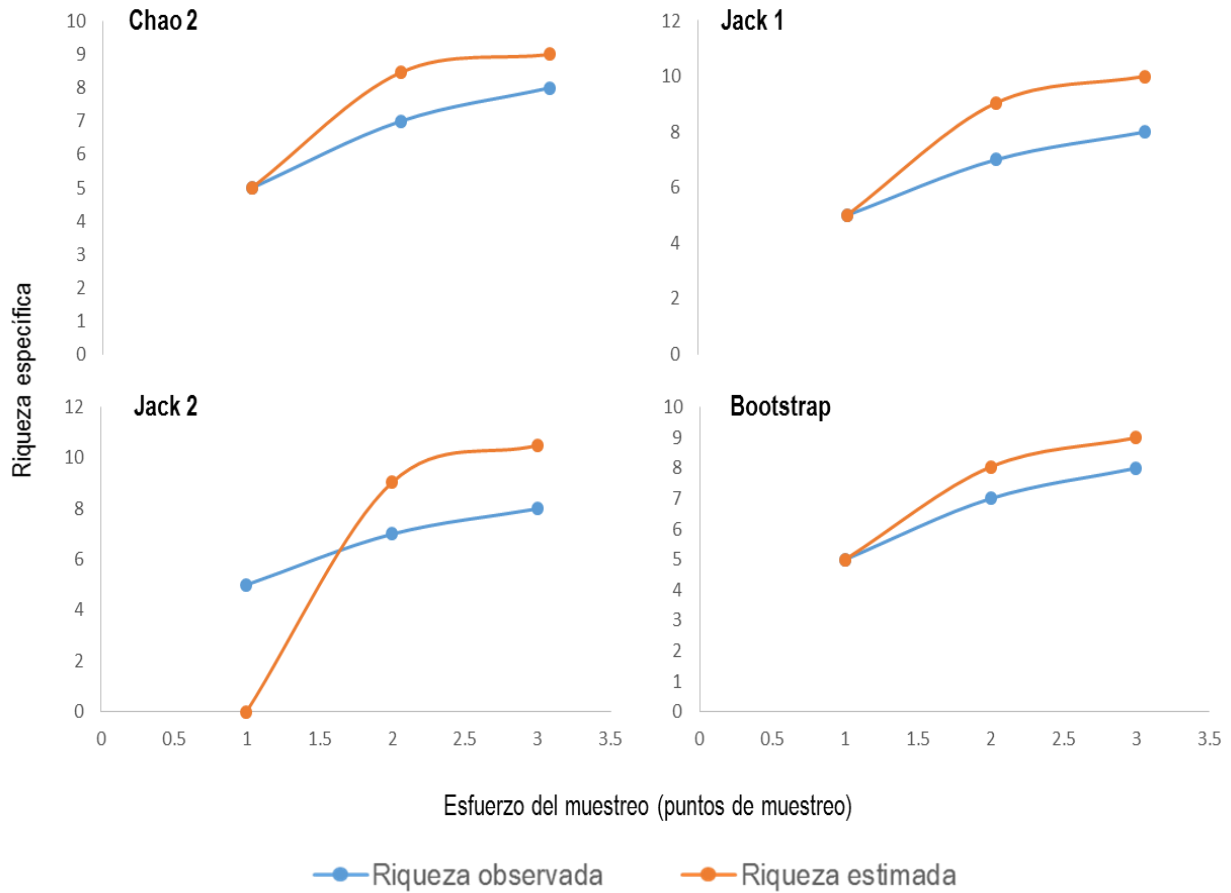


Tabla IV.27
Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de herpetofauna registradas en el AeP

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
8	Chao 2	9	1	88.89%
	Jack 1	10	2	80.00%
	Jack 2	11	3	76.19%
	Bootstrap	9	1	88.89%

Para el caso de las especies de aves registradas en el AeP, se obtuvo una eficiencia media-alta del 72.43% al 87.88%, con un rango de dos a cinco especies pendientes de encontrar (Figura IV.32, Tabla IV.28).

Figura IV.32
Curvas de acumulación de la riqueza de aves registradas en el AeP

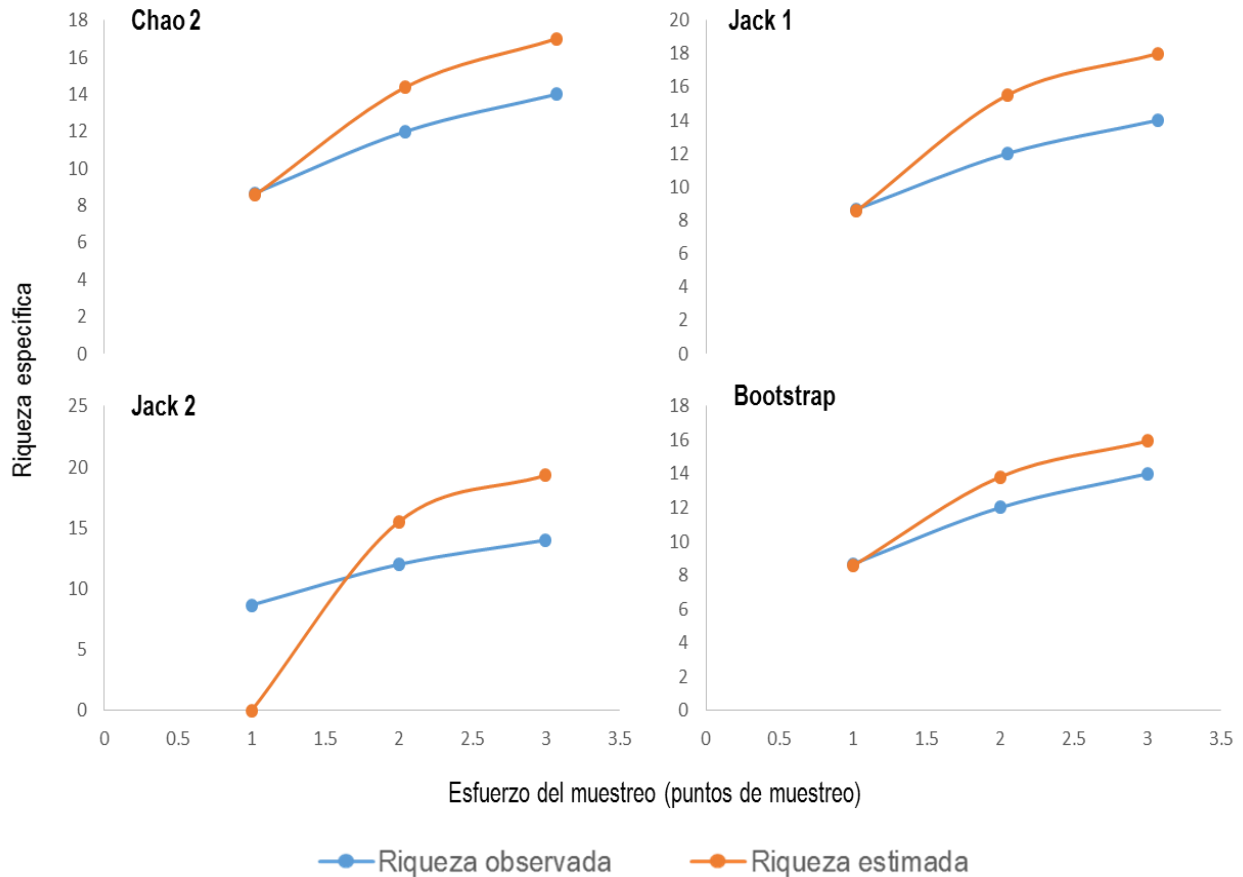


Tabla IV.28

Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de aves registradas en el AeP

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
14	Chao 2	17	3	82.35%
	Jack 1	18	4	77.78%
	Jack 2	19	5	72.43%
	Bootstrap	16	2	87.88%

Para el caso de las especies de **mamíferos** registrados en el AeP, se obtuvo una eficiencia media-alta del 72.39% al 87.94%, con un rango de 1 a 3 especies pendientes de encontrar (Figura IV.33, Tabla IV.29). Los resultados obtenidos por el estimador **Bootstrap** no indican una diferencia significativa, ya que presenta una eficiencia del 87.94% con solo una especie pendiente de ser registrada.

Figura IV.33
Curvas de acumulación de la riqueza de mamíferos registrados en el AeP

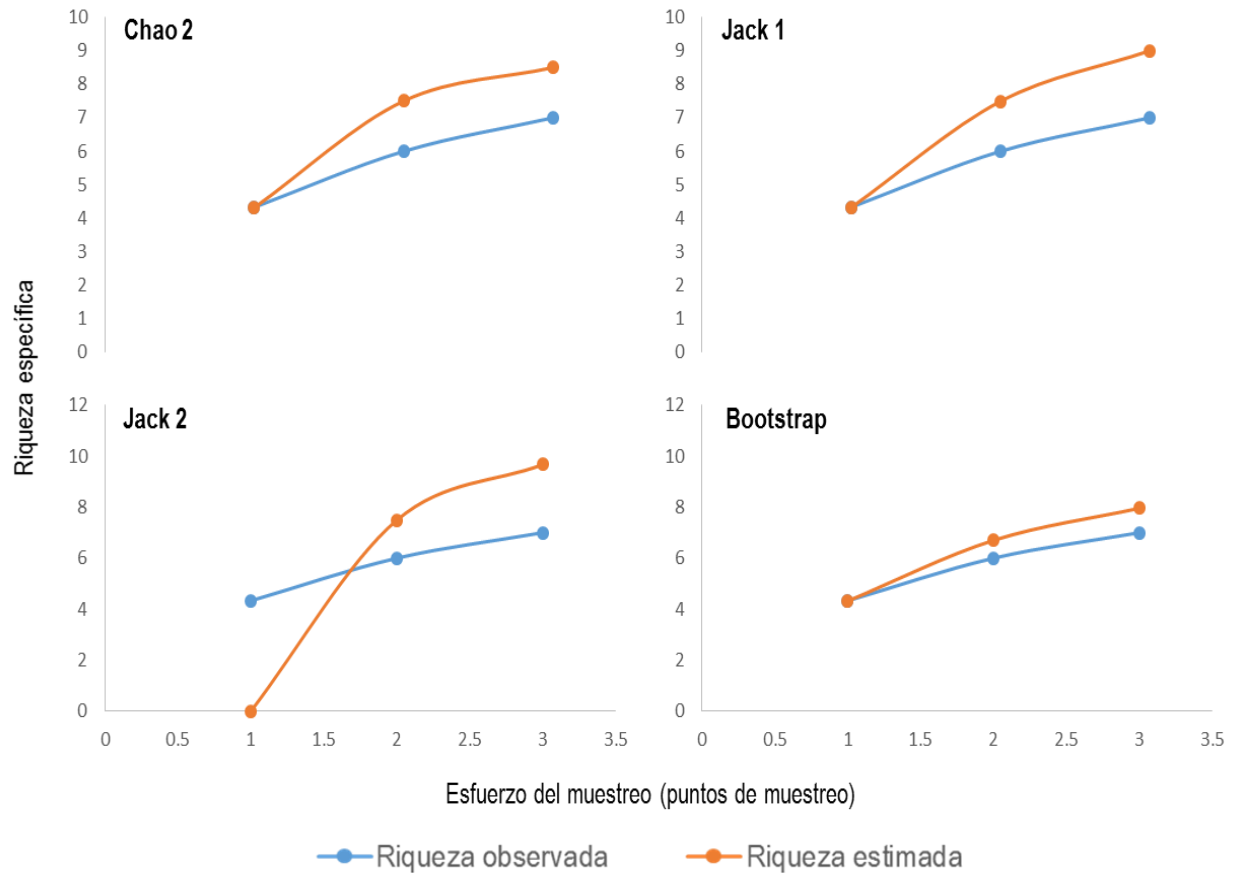


Tabla IV.29
Valores calculados con los estimadores no paramétricos a partir de las curvas de acumulación de las especies de mamíferos registrados en el AeP

No. de especies registradas	Estimador no paramétrico	No. de especies estimadas	No. de especies por registrar	Eficiencia del muestreo
7	Chao 2	9	2	82.35%
	Jack 1	9	2	77.78%
	Jack 2	10	3	72.39%
	Bootstrap	8	1	87.94%

Respecto a las especies faltantes que los resultados estiman para cada uno de los grupos faunísticos tanto para el SAR como para la superficie del AeP, se puede concluir que esto se puede ver influenciado por la época del año en la que se llevó a cabo el muestreo, ya que algunas especies suelen migrar a sitios con las mejores condiciones que se adapten a sus necesidades; o simplemente por el hecho de que las especies pudieran desplazarse en busca de alimento o pudieron ausentarse de la zona muestreada al sentirse amenazadas por la presencia de los técnicos.

Diversidad de especies

Por otro lado, dada la importancia de la diversidad de especies y su cambio en relación con las actividades humanas (Moreno, *et al.*, 2011)⁶⁸; la evaluación de

la diversidad se compone de dos factores, la riqueza específica y la abundancia específica; ya sea relativa (porcentual) o real (individuos). En este caso se utilizaron dos análisis estadísticos, el de equidad mediante la determinación del índice de Shannon (H') y la dominancia, con la determinación del índice de Simpson (λ). Sin embargo, estos índices presentan problemas de interpretación o de significado biológico por las unidades en que está dado el valor de los índices, principalmente en el índice de Shannon, ya que mide el grado de entropía o incertidumbre, y actualmente ambos índices son muy criticados por la falta de duplicación matemática necesaria al momento de comparar la magnitud de cambio en dos o más sitios, una propiedad intuitiva esperada bajo el concepto de diversidad (Jost, 2006⁶⁹; Moreno *et al.*, 2011). Por lo que se emplearon las transformaciones de los índices tradicionales de Shannon y Simpson a números efectivos de especies (qD), conocidos como: exponencial de Shannon e inverso de Simpson respectivamente. Estos parámetros han tenido un impacto creciente pues su cálculo ya ha sido incorporado a las versiones recientes de los programas computacionales más usados como EstimateS ver. 9.1.0 y Spade, así como su incorporación a las revisiones conceptuales más recientes sobre diversidad de especies.

Riqueza específica (S). Es la medida más simple para cuantificar la diversidad, mediante el recuento del número de especies presentes en la comunidad de estudio, lo que se conoce con el término de riqueza de especies.

Abundancia específica (p_i). La abundancia es un atributo de la población que varía con el tiempo y en el espacio; siendo de gran importancia para los estudios de manejo y conservación de fauna silvestre, ya que permite comparar poblaciones, dar seguimiento a variaciones temporales o a la dinámica poblacional y evaluar de forma indirecta la calidad de los hábitats. Medir la abundancia específica de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, permite identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de su abundancia o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988)⁷⁰. La abundancia específica se expresa como el número de individuos por unidad de esfuerzo (Lira, I. y Biones, M., 2012)⁷¹.

La abundancia específica de una especie se refiere a la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total, puede evaluarse en términos del número de individuos, biomasa por unidad de área, cobertura o alguna otra unidad de significado funcional (Rocha *et al.*, 2009⁷²; Smith y Smith, 2007⁷³). La expresión matemática que se utiliza para determinar esta variable es:

$$p_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^s n_i}$$

Donde:

p_i = abundancia específica de la especie i

s = número total de especies en la comunidad

n_i = número de individuos de la especie i

Índice de Shannon-Wiener (H'). Es uno de los índices más utilizados para medir la diversidad, el cual mide el grado de incertidumbre de un sistema; entre mayor sea el valor de la diversidad, mayor será el grado de incertidumbre. El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia específica. Esto es, si una comunidad de S especies es muy

homogénea, por ejemplo porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. O sea, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie (Rocha *et al.*, 2009)⁷⁴.

El índice de diversidad de Shannon (H') emplea la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

p_i = abundancia específica de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Es así como el índice puede tomar valores entre cero, cuando hay una sola especie, y 5 cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Al valor máximo de diversidad se le conoce como H' **max** y rara vez es mayor a 5. En este sentido, es importante mencionar que la diversidad es un concepto que se relaciona con las perturbaciones, ya que la disminución en la diversidad puede ser consecuencia de un incremento en las perturbaciones ambientales. Los valores bajos de este índice se consideran indicadores de la contaminación y/o perturbación, consecuencia de la modificación o alteración de las condiciones naturales (tabla IV.30).

Tabla IV.30
Rango de valores del Índice de Shannon y su interpretación

Rango de valores	Condiciones del ambiente	Estado de la diversidad
5	Condiciones óptimas	Muy alta
4	Muy buen estado	Alta
3 a 4	Buen estado	Media-alta
2 a 3	Estado moderado	Media
1 a 2	Perturbación	Baja
0 a 1	Mal estado	Muy baja

Índice de Simpson (λ). Los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad; y toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. En ese sentido, el índice de Simpson manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Este índice está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es el inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

p_i = abundancia específica de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Exponencial de Shannon (1D). Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte fácilmente al expresar el valor obtenido por el índice tradicional de Shannon utilizando logaritmo natural en el exponencial (exp) (Jost, 2006; Moreno *et al.*, 2011) y todas las especies son incluidas considerando su abundancia proporcional.

$$^1D = \exp(H')$$

El inverso de Simpson (2D). Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte al expresar el valor obtenido en el índice de Simpson, en su inverso. Es un índice que considera o es más sensible a las especies comunes.

$$^2D = 1/\lambda$$

Para utilizar el número efectivo de especies, se añade la magnitud de cambio en la diversidad al momento de comparar las secciones de estudio, esta magnitud de cambio se realiza siguiendo la propuesta de Moreno *et al.*, (2011) donde, además de comparar estadísticamente la diversidad por medio de intervalos de confianza se compara directamente qué tan diferente es la diversidad entre comunidades de la siguiente manera: si una comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad A tendrá D_A/D_B veces más diversidad que la comunidad B. Otra manera de expresar la diferencia en la magnitud de la diversidad es a través de una proporción, si la comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad B tendrá solamente un porcentaje $(D_B \times 100)/D_A$ de la diversidad que tiene la comunidad A.

A continuación se dan a conocer los resultados obtenidos para la determinación de la diversidad de los grupos faunísticos registrados tanto en el SAR como en la superficie del AeP, de acuerdo a los índices de equidad y dominancia expuestos anteriormente.

Análisis de la diversidad obtenida del muestreo realizado en el SAR

Para el caso de la **herpetofauna** registrada en el SAR se obtuvo un valor de 2.2760 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales del SAR presentan un estado moderadamente perturbado, con una diversidad media; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.1453, el cual al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.8547 (Tabla IV.31).

Tabla IV.31
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la herpetofauna del SAR

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Rhinella marina</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Eretmochelys imbricata</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Trachycephalus typhonius</i>	3	0.0769	-0.1973	0.0059
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	2	0.0513	-0.1523	0.0026
<i>Oxybelis fulgidus</i>	5	0.1282	-0.2633	0.0164

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Crocodylus moreletii</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Anolis sagrei</i>	2	0.0513	-0.1523	0.0026
<i>Leptodeira frenata</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Ctenosaura similis</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Iguana iguana</i>	11	0.2821	-0.3570	0.0796
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	7	0.1795	-0.3083	0.0322
<i>Holcosus undulatus</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
Riqueza específica (S) = 15	39	1.0000	2.2760	0.1453
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Respecto a las aves registradas en el SAR se obtuvo un valor de 3.0978 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales se encuentran en buen estado con una diversidad media-alta; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.0525, el cual al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.9475 (Tabla IV.32)

Tabla IV.32
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la avifauna del SAR

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Anas crecca</i>	3	0.0153	-0.0640	0.0002
<i>Spatula discors</i>	1	0.0051	-0.0269	0.0000
<i>Anhinga anhinga</i>	9	0.0459	-0.1415	0.0021
<i>Ardea alba</i>	7	0.0357	-0.1190	0.0013
<i>Bubulcus ibis</i>	7	0.0357	-0.1190	0.0013
<i>Cardinalis cardinalis</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Cathartes aura</i>	10	0.0510	-0.1518	0.0026
<i>Zenaida asiatica</i>	6	0.0306	-0.1067	0.0009
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	1	0.0051	-0.0269	0.0000
<i>Ortalis vetula</i>	2	0.0102	-0.0468	0.0001
<i>Geococcyx velox</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	11	0.0561	-0.1616	0.0031
<i>Hirundo rustica</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Icterus gularis</i>	21	0.1071	-0.2393	0.0115
<i>Molothrus aeneus</i>	4	0.0204	-0.0794	0.0004
<i>Quiscalus mexicanus</i>	16	0.0816	-0.2045	0.0067
<i>Geothlypis poliocephala</i>	3	0.0153	-0.0640	0.0002
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Eupsittula nana</i>	11	0.0561	-0.1616	0.0031
<i>Aramides cajaneus</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Eudocimus albus</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Amazilia yucatanensis</i>	12	0.0612	-0.1710	0.0037
<i>Anthracothonax prevostii</i>	8	0.0408	-0.1306	0.0017
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	10	0.0510	-0.1518	0.0026
<i>Empidonax minimus</i>	5	0.0255	-0.0936	0.0007
<i>Megarynchus pitangua</i>	4	0.0204	-0.0794	0.0004
<i>Pitangus sulphuratus</i>	15	0.0765	-0.1967	0.0059
Riqueza específica (S): 27	196	1.0000	3.0978	0.0525
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Para los mamíferos registrados en el SAR, se obtuvo un valor de 1.9883 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales se encuentran perturbadas, con una diversidad baja; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.1635, el cual al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.8365 (Tabla IV.33).

Tabla IV.33
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la mastofauna del SAR

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Cuniculus paca</i>	7	0.1186	-0.2529	0.0141
<i>Dasyprocta punctata</i>	6	0.1017	-0.2325	0.0103
<i>Didelphis marsupialis</i>	12	0.2034	-0.3239	0.0414
<i>Didelphis virginiana</i>	1	0.0169	-0.0691	0.0003
<i>Saccopterix bilineata</i>	1	0.0169	-0.0691	0.0003
<i>Artibeus lituratus</i>	4	0.0678	-0.1825	0.0046
<i>Nasua narica</i>	16	0.2712	-0.3539	0.0735
<i>Procyon lotor</i>	4	0.0678	-0.1825	0.0046
<i>Sciurus deppei</i>	7	0.1186	-0.2529	0.0141
<i>Sciurus yucatanensis</i>	1	0.0169	-0.0691	0.0003
Riqueza específica (S): 10	59	1.0000	1.9883	0.1635
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Análisis de la diversidad obtenida del muestreo realizado en el AeP

Para el caso de la **herpetofauna** registrada en la superficie del AeP, se obtuvo un valor de 1.6968 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales del AeP se encuentran perturbadas, con una diversidad baja; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.2308, el cual al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.7692 (Tabla IV.34).

Tabla IV.34
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la herpetofauna del AeP

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Trachycephalus typhonius</i>	4	0.1026	-0.2336	0.0105
<i>Basiliscus vittatus</i>	7	0.1795	-0.3083	0.0322
<i>Anolis sagrei</i>	3	0.0769	-0.1973	0.0059
<i>Ctenosaura similis</i>	7	0.1795	-0.3083	0.0322
<i>Iguana iguana</i>	15	0.3846	-0.3675	0.1479
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Holcosus undulatus</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	1	0.0256	-0.0939	0.0007
Riqueza específica (S): 8	39	1.0000	1.6968	0.2308
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Con la finalidad de realizar una comparación de la diversidad del AeP contra el SAR, en número efectivo de especies, se determinó la exponencial de Shannon, dando como resultado un valor de 5.4563.

Respecto a las aves registradas en la superficie del AeP se obtuvo un valor de 2.2307 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales se encuentran moderadamente perturbadas, con una diversidad media; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.1363, el cual

al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.8637 (Tabla IV.35). También se obtuvo un valor de 9.3068 para la exponencial de Shannon.

Tabla IV.35
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la avifauna del AeP

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Cardinalis cardinalis</i>	3	0.0476	-0.1450	0.0023
<i>Zenaida asiatica</i>	4	0.0635	-0.1750	0.0040
<i>Geococcyx velox</i>	1	0.0159	-0.0658	0.0003
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	1	0.0159	-0.0658	0.0003
<i>Hirundo rustica</i>	2	0.0317	-0.1095	0.0010
<i>Quiscalus mexicanus</i>	14	0.2222	-0.3342	0.0494
<i>Molothrus aeneus</i>	7	0.1111	-0.2441	0.0123
<i>Icterus gularis</i>	1	0.0159	-0.0658	0.0003
<i>Geothlypis poliocephala</i>	2	0.0317	-0.1095	0.0010
<i>Eupsittula nana</i>	11	0.1746	-0.3047	0.0305
<i>Amazilia yucatanensis</i>	11	0.1746	-0.3047	0.0305
<i>Archilochus colubris</i>	4	0.0635	-0.1750	0.0040
<i>Pheugopedius maculipectus</i>	1	0.0159	-0.0658	0.0003
<i>Empidonax minimus</i>	1	0.0159	-0.0658	0.0003
Riqueza específica (S): 14	63	1.0000	2.2307	0.1363
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Para el caso de los mamíferos registrados en la superficie del AeP, se obtuvo un valor de 1.7329 para el índice de Shannon, el cual nos indica que las condiciones ambientales se encuentran perturbadas, con una diversidad baja; por otro lado, el valor obtenido para el índice de dominancia (índice de Simpson) fue de 0.2153, el cual al determinar su inverso nos da un valor para la diversidad de 0.7847 (Tabla IV.36). También se obtuvo un valor de 5.6569 para la exponencial de Shannon.

Tabla IV.36
Determinación de los índices de equidad y dominancia para la mastofauna del AeP

Especie	No. de individuos (ni)	Abundancia específica (pi)	$pi \cdot \ln(pi)$	pi^2
<i>Cuniculus paca</i>	3	0.1250	-0.2599	0.0156
<i>Didelphis marsupialis</i>	4	0.1667	-0.2986	0.0278
<i>Saccopterix bilineata</i>	1	0.0417	-0.1324	0.0017
<i>Artibeus lituratus</i>	2	0.0833	-0.2071	0.0069
<i>Nasua narica</i>	9	0.3750	-0.3678	0.1406
<i>Procyon lotor</i>	3	0.1250	-0.2599	0.0156
<i>Sciurus deppei</i>	2	0.0833	-0.2071	0.0069
Riqueza específica (S): 7	24	1.0000	1.7329	0.2153
			Índice de Shannon	Índice de Simpson

Comparación de la diversidad y las condiciones ambientales de la superficie del SAR contra la superficie del AeP

Debido a que la superficie del SAR muestreada está comprendida por vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) y manglar; se optó por determinar los índices de diversidad para las especies registradas en los puntos de muestreo de VSa/SMQ, con la finalidad de comparar los resultados obtenidos en el SAR para ese tipo de vegetación, contra los resultados obtenidos en la superficie del AeP; la

cual como se mencionó anteriormente, solo incidirá en ese tipo de vegetación (Tabla IV.37, Figura IV.34).

Tabla IV.37

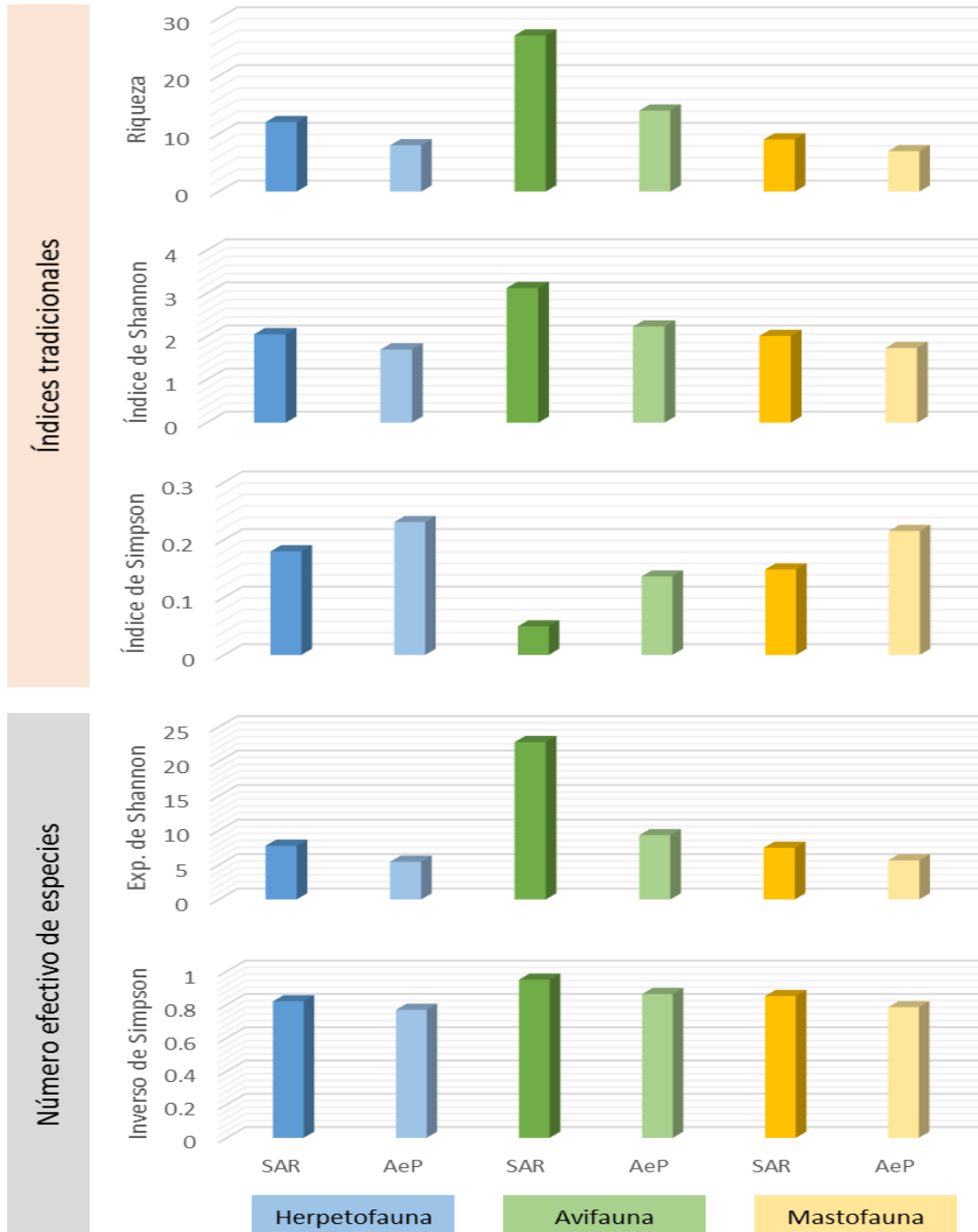
Valores de abundancia, riqueza e índices de diversidad obtenidos para la VSa/SMQ a nivel SAR y AeP para cada grupo faunístico

	Herpetofauna		Avifauna		Mastofauna	
	SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	AeP
Riqueza de especies	12	8	27	14	9	7
Abundancia	30	39	159	63	46	24
Índices de diversidad	SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	AeP
Índice de Shannon	2.0510	1.6968	3.1261	2.2307	2.0111	1.7329
Índice de Simpson	0.1800	0.2308	0.0496	0.1363	0.1484	0.2153
Exponencial de Shannon	7.7755	5.4563	22.7860	9.3068	7.4715	5.6569
Inverso de Simpson	0.8200	0.7692	0.9504	0.8637	0.8516	0.7847

Al analizar los resultados de la diversidad usando los índices tradicionales y el número efectivo de especies se observa lo siguiente:

- ✓ Al considerar solamente la riqueza de especies, se puede observar que el SAR presenta mayor riqueza que el AeP en cualquiera de los tres grupos faunísticos; sin embargo para el caso de la mastofauna solo se observa una diferencia mínima de dos especies.
- ✓ De acuerdo al índice de Shannon, se observa que las condiciones ambientales del AeP presentan mayor grado de perturbación en comparación con el SAR, por lo que la diversidad en el AeP se encuentra dentro de un rango medio para el caso de las aves y bajo para la herpetofauna y la mastofauna; mientras que en el SAR la diversidad es media-alta para el grupo de las aves y media para la herpetofauna y la mastofauna.
- ✓ El índice de Simpson, indica mayor dominancia en el AeP que en el SAR. De acuerdo a la herpetofauna, la especie más dominante es la iguana verde (*I. iguana*) con 15 individuos; para el caso de las aves, el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) es el más dominante con 14 individuos; por último, respecto a la mastofauna, el tejón (*N. narica*) es el más dominante con 9 individuos.
- ✓ Considerando la riqueza en números efectivos de especies (exponencial de Shannon), se observa que el SAR presenta mayor riqueza de especies en cuanto al AeP para los tres grupos faunísticos; siendo el grupo de las aves el más rico.
- ✓ La magnitud de cambio (inverso de Simpson), indica que el SAR es más diverso que el AeP.

Figura IV.34
Diversidad alfa de los grupos faunísticos registrados en la VSa/SMQ a nivel SAR y el AeP



En un estudio sistemático realizado en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, con una duración de 57 días de muestreo alternados durante los meses de enero a agosto de 1995, noviembre de 1995 y de enero a marzo de 1996; se dio a conocer el listado de las especies de mamíferos presentes en la Reserva; la cual, se localiza en la porción centro-oriente de la Península de Yucatán, en el estado de Quintana Roo.

Este estudio dio como resultado una riqueza de 65 especies de mamíferos asociadas a la Selva Mediana Subperennifolia, de las cuales, el 50% es exclusivo a ese tipo de vegetación; también se registraron 26 especies asociadas a la selva baja inundable, 12 a la vegetación de manglar, 12 y 10 a los ecotonos de dunas costeras y selva baja inundable asociadas a manglar y 5 especies para la sabana (Pozo, Escobedo, 1999)⁷⁵.

Partiendo de lo anterior se puede decir que las nueve especies registradas en el SAR solo representan el 13.85%; mientras que, las 7 especies registradas en el AeP solo representa el 10.77% de las especies registradas en dicho estudio; debido a que la zona se encuentra perturbada y presenta gran actividad humana, por lo que la mayoría de las especies tienden a ausentarse en busca de hábitat más conservados y de menor actividad humana.

En un estudio realizado en el Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas; para determinar la riqueza, abundancia y diversidad de las especies de mamíferos presentes en siete hábitats con diferente grado de perturbación en el área natural protegida; se registraron 77 especies de mamíferos. En el hábitat de selva alta o mediana subperennifolia con cafetales de sombra se registró una riqueza de 18 especies con un índice de Shannon de 2.07, mientras que en el área perturbada con selva alta o mediana subperennifolia se registraron 16 especies con un índice de Shannon de 2.25 (Arroyo, *et al.* 2013)⁷⁶.

Considerando que el estado de Chiapas es más diverso que el estado de Quintana Roo y que el estudio se realizó en hábitats con cierto grado de perturbación, se observa que los valores obtenidos para el índice de Shannon presentan cierta similitud con los resultados obtenidos en el SAR; a excepción de la riqueza de especies, ya que se ve reducida en un 50% aproximadamente. Mientras que, en el AeP la riqueza de especies se reduce en más del 60% y presenta mayor grado de perturbación.

En un estudio realizado para determinar la riqueza y diversidad de las especies de aves asociadas a tres áreas distintas de la selva mediana subperennifolia del centro de Veracruz; se registraron 171 especies. De las 171 especies; 126 fueron registradas en el área de selva de regeneración natural, con un índice de Shannon de 4.24; en el pastizal ganadero se registraron 99 especies con un índice de 4.19 y en la selva madura se registraron 45 especies con un índice de 3.44. Dichos resultados no presentaron diferencias significativas por lo que las condiciones ambientales se encuentran en buen estado de conservación con una diversidad media-alta (Bojorges y López, 2005)⁷⁷.

Partiendo de lo anterior, el SAR solo representa el 15.79% de la riqueza reportada en dicho estudio; mientras que el AeP solo constituye el 8.19%. Los valores del índice de Shannon se ven considerablemente reducidos.

Respecto a la herpetofauna, no se encontraron estudios científicos de este tipo de especies asociadas a la vegetación de selva mediana subperennifolia para poder realizar la comparación de la riqueza y la abundancia de un caso de estudio contra los resultados obtenidos en el SAR y el AeP.

Sin embargo, es importante mencionar que la disminución de la riqueza de anfibios de 3 especies en el SAR a solo una en el AeP, lo cual representa una reducción en un 66.67%, es indicativo de la perturbación de la calidad ambiental del AeP, debido a que estas especies suelen tener requerimientos ambientales muy particulares para su subsistencia, por lo que son consideradas como especies indicadoras de la calidad ambiental del hábitat.

IV.2.3.2.5 ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE

Herpetofauna

En general los anfibios son indicadores de la calidad del hábitat ya sea a través de su conservación, en donde algunos anfibios tienen requerimientos muy particulares para su subsistencia, o también en otros casos cuando estos se vuelven plaga. En el AeP fue posible observar la diversidad y la abundancia de anfibios, la cual es baja comparada con la presente en el SAR, esto debido a la cercanía del hotel y a que parte de la vegetación presenta degradación al ser selvas secundarias como lo muestran los mapas de vegetación.

Por otro lado, ciertos reptiles también pueden funcionar como referencia en la calidad del hábitat, en especial existen algunos reptiles que se ven favorecidos por la perturbación antrópica, tal es el caso de los géneros *Sceloporus* y *Pituophis*. En el AeP se registró un individuo de la especie conocida como lagartija escamosa pintas amarillas (*S. chrysostictus*), la cual, no se encuentra catalogada bajo algún criterio de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las lagartijas espinosas son reconocidas por la capacidad de resiliencia que tienen a ambientes fragmentados. También se registraron organismos que están ampliamente relacionados con las actividades socioculturales de la zona, tal es el caso de las iguanas, las cuales son alimentadas y protegidas para el turismo; estas especies ocasionalmente suelen ser depredadoras de vertebrados granívoros como lo son ciertos mamíferos del orden Rodentia o ingieren los huevos de algunas aves con importancia económica negativa para el ecosistema.

En el estado de Quintana Roo se reconoce que la riqueza biótica es amplia, de hecho, el informe ambiental del estado realizado por el Instituto de Ecología resalta la amplia diversidad con la que cuenta el estado, pero está siendo sometido a una taza alta de deterioro y humanización por las actividades turísticas. Este tipo de características de los ecosistemas, sometidos a amplios grados de deterioro por la infraestructura rural y urbana hacen que ciertas especies tengan menor incidencia en zonas de alta tendencia en la actividad humana.

Para el AeP, la riqueza disminuye en función a organismos con requerimientos particulares para sitios conservados, de esta manera para el AeP no se presenta el mismo número de registros de serpientes registrados en el SAR y se evidencia la ausencia de grupos indicadores de la calidad del hábitat como lo son las tortugas o los anfibios presentes en el SAR donde la vegetación presenta un mejor estado de conservación.

Avifauna

La complementariedad de la riqueza de especies entre unidades de áreas conservadas y unidades de áreas degradadas, puede ser una posible evidencia del efecto de disturbio intermedio propuesto por Connell (1978)⁷⁸. Este efecto establece que aquellos ecosistemas sujetos a perturbaciones con frecuencia moderada permiten la mayor diversidad toda vez que bajo ese tipo de régimen las poblaciones de la comunidad pueden recuperarse bien entre episodios de perturbación y la apertura temporal de nuevos nichos, que permiten que otras especies puedan utilizarlos ampliándose por esas dos vías.

En el AeP se presentan especies que se caracterizan por adaptarse fácilmente a las condiciones de perturbación, incluso algunas de ellas suelen

establecerse en zonas urbanas y suburbanas tales como la paloma ala blanca (*Z. asiática*), el zanate mexicano (*Q. mexicanus*) y el tordo ojo rojo (*M. aeneus*).

A lo largo de los puntos de muestreo en el AeP, la disminución de la riqueza específica se dio principalmente afectando a las aves que presentan distintos gremios tróficos, de manera que solo se presentaron dos especies con hábitos nectarívoros. La abundancia de este tipo de especies, generalmente representan un indicador de conservación de los ecosistemas.

Mastofauna

En general las especies de mamíferos registradas, no se encuentran bajo ninguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La presencia de quiropteroфаuna se asocia a la presencia de cuerpos de agua donde proliferan insectos, para el caso de murciélagos insectívoros. Sin embargo, en el AeP no se tiene registro de cuerpos de agua, por lo que las dos especies de murciélagos registrados durante el muestreo probablemente solo estaban de paso. En el SAR si se observó un pequeño cuerpo de agua.

La mastofauna no presenta características especiales que indiquen una riqueza específica de la zona y la abundancia es relativamente representativa, esto posiblemente a la cercanía del hotel y el movimiento constante de personas; por el contrario, se observó un aumento de ciertas especies por ser toleradas por los humanos y hasta han aumentado sus densidades en el AeP; tal es el caso del tejón (*N. narica*), el mapache (*P. lotor*) y el tlacuache sueño (*D. marsupialis*).

La caracterización de la fauna se vio influenciada por el uso de suelo. La ausencia de ratones indica una menor disposición de recursos, así como el acceso a distintos tipos de nichos. En general, el AeP presentó una mayor perturbación del ecosistema donde los mamíferos tuvieron menor presencia y abundancia en relación con los individuos registrados para el SAR.

IV.2.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

Demografía

Al momento de su creación, el Municipio Solidaridad tenía una población de 10,531 habitantes. Para 1995 su población ascendía a 28,747 pobladores, siendo Playa del Carmen en aquel entonces la ciudad más poblada con 17,621 habitantes. De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010, realizado por el INEGI, la población total del Municipio Solidaridad hasta junio del 2010 fue de 159,310 habitantes de los cuales 52.39 % correspondían a la población masculina, con 83,468 hombres y 47.61 % a la población femenina, con 75,842 mujeres. Del total de los habitantes del Municipio Solidaridad 149,923 individuos, es decir el 94.11% de la población vivía en la cabecera municipal que es la ciudad de Playa del Carmen⁷⁹.

De acuerdo con la encuesta intercensal 2015 actualmente el Municipio Solidaridad es el tercer municipio del estado de Quintana Roo, con mayor número de habitantes, la población ascendía a 209,634 habitantes de los cuales 109,224 (52.10%) correspondían a la población masculina y 100,410 (47.90%) a la población femenina⁸⁰.

Quintana Roo ocupa el 26° lugar en cuanto a número de habitantes por entidad federativa.

En el periodo 2000-2005, el Municipio Solidaridad manifestó una tasa de crecimiento de 14.24 %, valor que lo ubicó en el primer lugar de crecimiento de población.

Número de habitantes por núcleo de población identificado

Los resultados de Censo de Población y Vivienda de 2010, realizado por el INEGI, indican que la población del Municipio Solidaridad hasta junio de ese año, era de 159,310 habitantes, de los cuales el 94.43% se concentran en las localidades de 100,000 y más habitantes.

Tasa de Crecimiento

El Municipio Solidaridad reporta la tasa de crecimiento poblacional promedio anual de 6.80 % (crecimiento natural 3.37% más el crecimiento social 3.43%).

Por otra parte, las estimaciones del Consejo Estatal de Población (COESPO) pronostican que la población del Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, pues considera que para el año 2025 habrá aproximadamente 331,150 habitantes en el municipio. Es decir, el COESPO estima que la población estatal crecerá 22% de 2015 a 2025, mientras que la población del Municipio Solidaridad crecerá 35% en el mismo periodo⁸¹.

De los 440,515 nuevos habitantes estimados para el estado de Quintana Roo, para el año 2025, 114,420 (26%) corresponderán al Municipio Solidaridad. Esto quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del Municipio Solidaridad, fundamentalmente, esto se debe a un intenso impulso al desarrollo turístico en el Municipio Solidaridad

Procesos migratorios

El Municipio Solidaridad, específicamente, la ciudad de Playa del Carmen es un centro de atracción de migrantes. Como factores de atracción se puede mencionar la oferta de empleo del sector turístico y los servicios asociados a este sector, el crecimiento económico sostenido de los últimos años y la conformación de redes sociales de los primeros migrantes acogen a los recién llegados.

En el Municipio Solidaridad más de la mitad de la población (65.19%) proviene de diversas partes del país, 2.34% del extranjero, 3.22% no fue especificado y el 29.24% nacieron en la entidad (INEGI, 2010, Tabla IV.38).

Tabla IV.38
Población total de residencia lugar de nacimiento según sexo en el Municipio Solidaridad

Lugar de nacimiento	Población total	Hombres	Mujeres
En la entidad	46,590	23,685	22,905
En otra entidad	103,857	55,176	48,681
En los estados único de américa	761	368	393
En otro país	2,966	1,474	1,492
No especificado	5,136	2,765	2,371
Total de habitantes del Municipio Solidaridad hasta 2010	159,310	83,468	75,842

Fuente Censo INEGI, 2010.

Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto

El predio de estudio se ubica en la localidad 0217 denominada Punta Maroma, por lo que los núcleos de población más cercanos, son; al Norte, Puerto Morelos, al

Este se encuentra la Isla “Municipio Cozumel”, al Suroeste Ciudad de Playa del Carmen y diversos hoteles turísticos y por último hacia el Oeste el Municipio Lázaro Cárdenas.

Información económica

En el Municipio Solidaridad las principales actividades productivas se cuentan las del sector terciario–turismo y comercio-, seguidas de actividades productivas como la agricultura, ganadería, caza y pesca; en tercer lugar se desempeñan actividades relacionadas con la industria minera (sascab) y constructiva, ya que se requiere numerosa mano de obra para realizar las múltiples construcciones de hoteles y casa habitación que requiere el municipio.

Población económicamente activa (PEA) con remuneración por tipo de actividad

En el Municipio Solidaridad, de acuerdo con los resultados del Censo General de Población y Vivienda de 2010, la población mayor de 12 años corresponde a 119,352 individuos, de los cuales 68.56 % cuenta con un empleo remunerado y se conoce como Población Económicamente Activa (PEA); la mayor parte de los cuales pertenecen al sexo masculino, en una proporción de 66.77%, mientras que las mujeres representan sólo 34.23 % (INEGI, 2010).

En el año 2010 la población económicamente activa en el municipio fue del 51.36% del total de los habitantes, ascendiendo a un total de 81,832 personas. La población ocupada fue de 78,889 personas y representó el 96.40% del total de la población económicamente activa. Comparado estos datos con la media y más aún con el año anterior, encontramos que existen condiciones muy favorables en el municipio.

Es evidente que la ocupación más importante se da en el sector terciario, por la gran cantidad de comercios, restaurantes, hoteles y servicios relacionados a éstos que se ofrecen a los visitantes y turistas.

Vivienda

De acuerdo con la Encuesta Intercensal levantada por el INEGI, en 2015 había 68630 viviendas particulares habitadas en el Municipio Solidaridad, de las cuales el 65.58% corresponde a casa, el 5.55% es departamento en edificio, el 27.55% es vivienda en vecindad o cuartería

Del total de las viviendas particulares habitadas el 1.08% tenía piso de tierra el 20.86% tenían piso de cemento o firme y el 77.20% tenía piso de mosaico, madera u otro recubrimiento. Según la resistencia de los materiales en paredes el 0.67% tenía paredes de material de desecho o lámina de cartón, el 0.35%de barro o bajareque, lámina de asbesto o metálica, carrizo, bambú o palma, el 2.24% de madera o adobe y el 95.91% tenía paredes de tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto. Según la resistencia de los materiales de los techos el 2.88 tenían techo de material de desecho o lámina de cartón, el 1.71% tenían techo de lámina metálica, lámina de asbesto, lámina de fibrocemento, palma o paja, madera o tejamanil, el 0.09% tenían teja o terrado de viguería y el 94.57% tenían losa de concreto o viguetas con bovedilla. En el Municipio Solidaridad, el 97.70% de las viviendas tienen agua entubada y el 2.21% de las viviendas atiende acceso al agua por acarreo. El 98.99% de los habitantes disponen de energía eléctrica y el 0.78% no disponen de esta. El 98.85 % de las viviendas dispone de drenaje (95.63% red pública, 4.32% fosa séptica o tanque séptico (biodigestor) 0.04% barranca o grieta y 0.01%) río, lago o mar) y el 0.76% no disponen de drenaje. El patrón de abastecimiento de servicios públicos suele concentrarse en la Cabecera Municipal y se hace deficiente conforme las localidades se encuentren más alejadas de ésta.

El Municipio Solidaridad tiene como dato estadístico en febrero de 2000, un promedio de 3.76 ocupantes por vivienda (INEGI, 2001). En octubre del 2005, el promedio fue de 3.74 ocupantes por vivienda (INEGI, 2006). Y de acuerdo a los últimos datos el promedio es de 3.3 ocupantes por vivienda (INEGI, 2010).

Urbanización

Vías y Medios de comunicación existentes, disponibilidad de servicios básicos y equipamiento.

Para la comunicación marítima existe una terminal en Playa del Carmen con un muelle para las embarcaciones de ruta a Cozumel y para el servicio de tender a los cruceros turísticos internacionales que llegan frecuentemente. En Punta Venado, a 1.2 kilómetros de Playa del Carmen, se ubica una terminal para transbordadores que realiza la transportación de carga y pasajeros a Cozumel, además del servicio de exportación de materiales pétreos a los Estados Unidos por una empresa privada. Esta zona corresponde al Municipio Cozumel.

En cuanto a la comunicación aérea, se atiende con un aeródromo para aviones de corto alcance, que hacen el servicio entre Playa del Carmen y otros centros turísticos situados a corta distancia, sobre todo Cozumel.

La marina de Puerto Aventuras ofrece cobijo a barcos de cualquier tamaño y en ella se hospedan los usuarios. Cuenta con características que generan certidumbre en el ambiente, todo el complejo es excepcional por garantizar seguridad a toda la familia. Entre otras actividades, sin minimizar la práctica del golf, el complejo ofrece canchas de tenis y áreas de tiendas y restaurantes ubicados alrededor de la marina. Entre sus espectáculos visuales mezcla paisaje y arquitectura.

En cuanto al rubro de transporte regional, en Playa del Carmen se cuenta con la terminal de autobuses que mantiene comunicada a la población de esta localidad con Cancún, Mérida y la ciudad de México. También existen unidades tipo Van en que realizan viajes cortos entre Playa del Carmen y Cancún, Playa del Carmen y Tulum; así mismo, debido a la relación estrecha existente entre Cancún y Playa del Carmen, hay un servicio continuo entre las dos ciudades.

Así mismo, la Carretera Federal 307 Reforma Agraria Puerto Juárez es el principal soporte de la red regional de comunicaciones y cumple la función de conectar el norte y el sur del estado. Su función original es la de conducir flujos vehiculares en viajes interurbanos, es decir entre localidades, por lo que su operación tiene características de vía regional (flujo continuo, alta velocidad, amplitud en diseño geométrico, alta resistencia en superficie de rodamiento, etc.).

El servicio de transporte público en el centro de población se refiere en forma mayoritaria por dos concesionarios de este servicio: Transportes Urbanos del Carmen y el Sindicato de taxistas "Lázaro Cárdenas del Río".

Equipamiento

Para la recolección de residuos sólidos, el Municipio Solidaridad cuenta con servicio de limpia pública. Actualmente el servicio de agua potable es suministrado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA). En Playa del Carmen hay dos plantas de tratamiento operadas por el organismo municipal y tres por desarrolladores: Playacar, Balam Tun y Lol Ka Tun.

En tanto que la energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Salud y seguridad social

Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas

Las principales enfermedades que se presentan en el Estado de Quintana Roo están vinculadas con complicaciones en el embarazo, abortos, enfermedades genitourinarias y fracturas, entre otras. Las causas más frecuentes de muerte hospitalaria son la diabetes, cirrosis, enfermedad isquémica crónica y dificultad respiratoria del recién nacido.

De acuerdo a los servicios médicos prestados, los padecimientos más recurrentes en el 2016 fueron infecciones respiratorias agudas (46%), infecciones intestinales (13%), infección de vías urinarias (11%). Los veinte padecimientos médicos más comunes en 2016, de acuerdo con la jurisdicción sanitaria número 2, fueron los siguientes: infecciones respiratorias agudas, infecciones intestinales, infección de vías urinarias, gingivitis y enfermedad periodontal, síndrome febril, conjuntivitis, infección por virus zika, dengue no grave, obesidad, úlceras, gastritis y duodenitis, otras helmintiasis, otitis media aguda, quemaduras, varicela, vulvovaginitis, escabiosis, hipertensión arterial, amebiasis intestinal, neumonías y bronconeumonías.

Además de los padecimientos mencionados, es importante mencionar las principales causas de mortalidad en 2016. En general, resaltan las enfermedades al corazón, accidentes, diabetes, tumores y enfermedades al hígado. Resalta la correlación con problemas de alimentación y consumo de alcohol. Las principales causas de muerte en 2016 fueron: enfermedades del corazón, accidentes, diabetes mellitus, tumores, enfermedades del hígado, afecciones del periodo perinatal, malformaciones congénitas, enfermedades cardiovasculares, sida, lesiones autoinflingidas intencionalmente, síntomas y hallazgos anormales clínicos, insuficiencia renal, agresiones (homicidios), neumonía e influenza, tuberculosis, enfermedades pulmonares obstructivas crónicas excepto bronquitis, enfisema y asma, enfermedades infecciosas intestinales, anemias, colelitiriasis y colecistitis, pancreatitis aguda e infecciones de la piel.

La atención psicológica se ha centrado en la atención de neurosis depresivas, lo que es coincidente con el incremento de casos de suicidio en el municipio. La dinámica del suicidio en el estado de Quintana Roo posee cifras preocupantes. Desde hace varios años Quintana Roo se encuentra entre los tres estados (Tabasco, Quintana Roo, Yucatán) con una mayor tasa promedio de suicidios por cada cien mil habitantes. En particular, de acuerdo con un reporte del Centro de Control de Seguridad Pública del Estado, Solidaridad presentó en 2015 una tasa oficial registrada de 14 suicidios consumados por cada cien mil habitantes y en el 2016 (hasta el mes de Mayo) la tasa promedio fue de 4 suicidios consumados por cada cien mil habitantes.

El crecimiento de esta situación sólo tiene un impacto individual, sino que afecta el entorno de aquellos involucrados en las ideaciones, comportamientos o intentos consumados. Asimismo, no es un fenómeno de salud pública aislado, se encuentra vinculado con la depresión, adicciones o situaciones de crisis que acentúan procesos, en muchas ocasiones, acumulados a lo largo del tiempo por estados psicológicos como la desesperanza, ambivalencia cognitiva y condiciones sociales típicas de sociedades de migrantes: falta de redes de apoyo, condiciones de vivienda en hacinamiento, desarraigo comunitario.

De forma similar al suicidio, las adicciones y, en particular el alcoholismo, son problemas muy prevalentes el municipio Sin embargo, no existen métricas precisas para

dimensionar el problema. Además, no existen centros oficiales especializados para su tratamiento y atención⁸².

De acuerdo con la encuesta intercensal 2015 del total de la población municipal en Solidaridad (20 9634 habitantes) el 76.33% está en condición de afiliación (62.98%IMSS, 3.05% ISSSTE e ISSSTE estatal, 0.05% PEMEX, Defensa o Marina, 34.90% Seguro Popular o para una Nueva Generación, 2.77% institución privada y 1.07% otra institución) y el 23.06% no está afiliada⁸³.

En cuanto a la infraestructura instalada para proporcionarles atención médica y asistencia social el Municipio Solidaridad cuenta con nueve unidades médicas de servicio de las instituciones del sector público de salud (2 IMSS <1 consulta externa y 1 de hospitalización general>, 1 ISSSTE <consulta externa>, 4 SSA <3 consulta externa y 1 de hospitalización general>, 2 DIF <consulta externa>. Para recibir atención médica especializada, la población del municipio requiere trasladarse a la ciudad de Cancún.

En el sector privado en el Municipio Solidaridad cuenta con seis clínicas:

Clínica Santa Fe	984-206-1541
Clínica Sacbe	984-803-0055
Costamed	984-803-7777
Hospiten Riviera Maya	984-803-1002
Medica de Carmen	984-873-0885
Playamed	984-879-3147

Presencia de grupos étnicos y religiosos

Quintana Roo ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en cuanto al porcentaje de población que se reconoce como indígena, según los datos de la Encuesta Intercensal 2015. El 44.4% de los quintanarroenses se autodeterminan indígenas con base en su identidad. Se trata de 667336 personas, mayores de tres años de edad, que se consideran indígenas en Quintana Roo, de quienes únicamente 236129 personas hablan lengua indígena.

En el Municipio Solidaridad la población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena es de 18,233 habitantes, de este mismo sector la población que habla alguna lengua indígena y no habla español son 216 personas y la población que habla alguna lengua indígena y habla español son 16,982 personas.

De acuerdo con los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010, realizado por el INEGI, la población total del Municipio Solidaridad el 58,26% de población profesa la religión católica; el porcentaje de población con religiones Protestantes, Evangélicas y Bíblicas es del 17,31%; el porcentaje de población con otras religiones es del 0,17% y el porcentaje de población atea o sin religión es del 19,02%.

IV.2.5 PAISAJE

Son diversas las definiciones atribuidas al paisaje, las cuales han ido evolucionando hasta determinarlo como un valor estético, como un recurso y una combinación de elementos físicos y humanos. Al considerar al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Además, podría ser equiparado como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre la geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas; adoptando diferentes formas de percepción. Por lo que, en términos generales, es posible definir al paisaje como el nivel de organización de los sistemas ecológicos superior al ecosistema, que se

caracteriza esencialmente por su heterogeneidad^{ix} y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas (Muñoz, 2012⁸⁴; Burel y Baudry, 2002⁸⁵).

El factor perceptual puede ser estudiado como un indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica; por lo que en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella. Existe otro enfoque que apunta a una idea diferente, al concepto de paisaje visual, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador; siendo los elementos fundamentales del paisaje visual: a) la derivada del observador y b) la derivada del propio territorio (Muñoz, 2012).

Para comprender el funcionamiento de un espacio agrícola o forestal, evaluar el impacto de las cortas masivas, la deforestación o la eliminación de los setos sobre la fauna, la flora y los flujos de agua y nutrientes, es necesario:

- ♣ Considerar el espacio de forma explícita.
- ♣ Reconocer al hombre como parte integrante del sistema ecológico.
- ♣ Reconocer la heterogeneidad espacial y temporal de los medios estudiados.

Las fuerzas constructivas y denotativas que modelan los paisajes terrestres, operan sin cesar en el tiempo geológico, mientras que las fuerzas humanas, multiplicadas por sus numerosas herramientas tecnológicas, han alterado, en periodos muy breves, lo que la naturaleza ha modelado en millones de años. Así, los paisajes son resultado de las interacciones de la naturaleza y las actividades humanas, teniendo la distinción entre unos y otros por sus fronteras geográficas y naturales (Toledo, 2006)⁸⁶.

El paisaje puede ser observado a partir de cuatro formas básicas (Urquijo y Barrera, 2009)⁸⁷:

- ≈ Una forma estética: proporciona proyecciones posteriores en la pintura, fotografía, literatura o tradición oral;
- ≈ Forma vivencial o utilitaria: el paisaje se percibe como espacio proveedor de recursos;
- ≈ El paisaje identitario: inspira el sentimiento de pertenencia, es decir, el paisaje vívido; y
- ≈ La óptica científica o técnica: fundamentalmente analítica y en la cual se argumenta su fragmentación para facilitar el entendimiento en conjunto.

A partir de un punto de vista ecológico, la óptica científica o técnica proporcionará una percepción paisajística que resultará en la generación de información de un determinado espacio físico. No obstante la evaluación del paisaje se ve en dificultades por la inexistencia de un sistema efectivo para medirlo, ya que las metodologías empleadas son muy subjetivas.

Considerando los párrafos precedentes, es posible determinar que el paisaje en el presente estudio, corresponde a la percepción visual que caracteriza al sistema ambiental (SAR) y el polígono del proyecto (AeP). Debido a que el paisaje es considerado como

^{ix} La heterogeneidad se puede definir como un todo formado por elementos diferentes, inconexos y frecuentemente antagónicos. La dinámica de los sistemas ecológicos bajo la acción de perturbaciones naturales o antropógenas contribuyen a su heterogeneidad espacial y temporal (Burel y Baudry, 2002).

un elemento intrínseco del ambiente, se requiere la competencia de dos elementos fundamentales: el primero consta de los componentes bióticos (flora y fauna) y abióticos (clima, hidrología, relieve, etc.) y el segundo, involucra las interacciones naturales o antrópicas que actúan sobre él (figura IV.35).

Figura IV.35
Paisaje actual del AeP



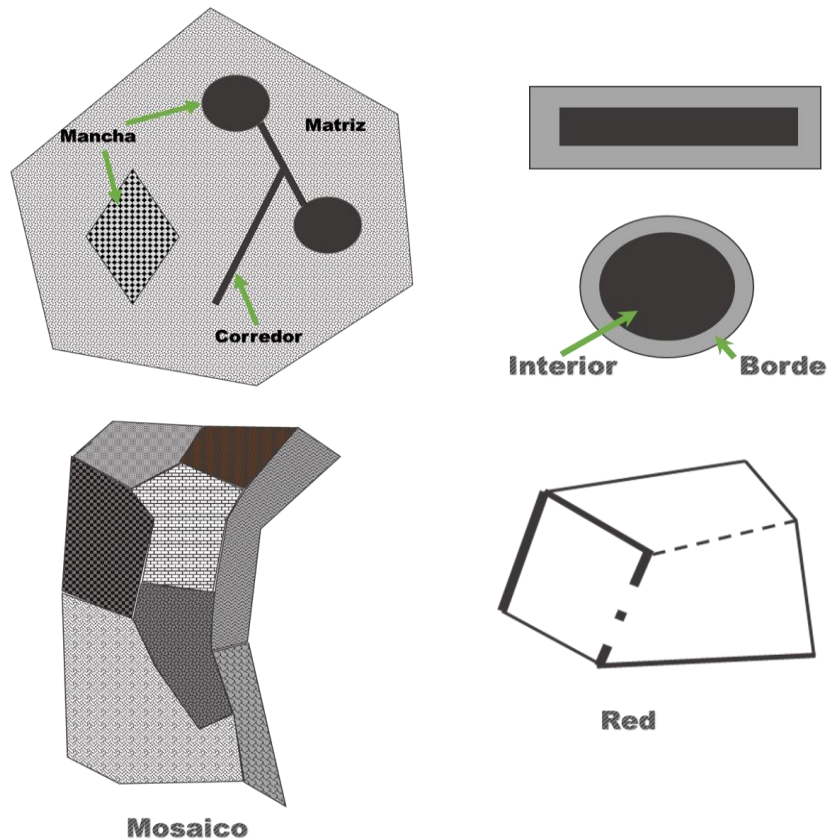
Un paisaje se encuentra conformado por una serie de elementos con propiedades particulares, los cuales brindan características específicas a este factor, y son:

- ♣ **Matriz:** es el elemento dominante, englobante, por su extensión relativa o su contribución a la coherencia del paisaje;
- ♣ **Manchas:** se encuentran en el seno de la matriz (bosquetes, viviendas);
- ♣ **Corredores** o elementos lineales cuyo rasgo más relevante es la participación en el transporte de materia, energía o seres vivos a través del paisaje;
- ♣ **Parcelas:** superficies no lineales y bien delimitadas, cuya apariencia difiere significativamente del entorno a la escala de trabajo seleccionada;
- ♣ El conjunto de las manchas constituyen un **mosaico**^x y el conjunto de los corredores una **red**.

En el caso de las manchas y corredores es posible diferenciar un borde, que interacciona fuertemente con la matriz o las manchas vecinas, y un medio interior donde las interacciones son muy débiles o nulas. Cuanto más alargadas son las manchas, mayor es la proporción borde/interior. Además, la disposición espacial del mosaico y las redes constituye un Patrón paisajístico que sirve para diferenciar o comparar dos paisajes desde el punto de vista estructural (figura IV.36).

^x Mosaico paisajístico: conjunto de manchas de diferente naturaleza.

Figura IV.36
Elementos del paisaje (Burdel y Baudry, 2011)



Mediante la identificación y caracterización de los elementos antes mencionados y, por medio de su valoración de forma conjunta es posible conseguir una valoración cualitativa del paisaje presente en el área de interés con base en los siguientes indicadores:

- ✓ *Heterogeneidad*: se refiere a la combinación de la variedad de elementos con una disposición espacial de sus pautas repetitivas.
- ✓ *Configuración*: trata de definir el modelo de distribución de los elementos con base en la localización y yuxtaposición de los mismos.
- ✓ *Fragmentación*: se caracteriza por una disminución de la superficie total de un hábitat y sus rupturas en fragmentos o islotes.
- ✓ *Contraste*: tipo de transición entre los elementos adyacentes.
- ✓ *Textura*: tamaño relativo de las unidades.
- ✓ *Formaciones singulares*: espacios es los que confluyen diferentes elementos o existe una concentración que las convierte en centros de actividad.

Es así como la matriz que conforma el SAR está compuesta por un mosaico que integra áreas representadas por caminos, cuerpos de agua, áreas sin vegetación, manchas de vegetación de manglar, de selva mediana, dunas costeras, parcelas de pastizal, parcelas representadas por poblaciones o complejos turísticos y remanentes de vegetación que fungen como corredores (figura IV.37).

Figura IV.37
Mosaico paisajístico del SAR



De acuerdo con los párrafos precedentes, la heterogeneidad del paisaje en el SAR es consecuencia del desarrollo de diversas actividades antrópicas; buena parte de la vegetación natural fue reemplazada por complejos turísticos, aunque aún se conservan parcelas con vegetación cercanas al AeP, no obstante la deforestación y degradación de las manchas es bastante evidente. Otra causa de fragmentación es la implantación de infraestructura representada por carreteras, ya que al oeste del AeP se ubica un camino de acceso que entronca con la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez; además de que en las inmediaciones existen una serie de caminos pavimentados y brechas de terracería. Cabe mencionar que aproximadamente dos terceras partes del AeP se encuentran ocupadas por las instalaciones del hotel Playa Maroma Inmuebles y colinda en su porción norte con el hotel Catalonia Playa Maroma.

Considerando que el polígono del proyecto se encuentra representado por una matriz donde predomina una unidad paisajística, el contraste está dado principalmente por las parcelas carentes de vegetación, el complejo turístico y las localidades adyacentes, así como las vialidades existentes.

Ahora bien, a través de la evaluación visual se pretende establecer el valor escénico intrínseco del paisaje en el AeP y su grado de vulnerabilidad ante las características e infraestructura del proyecto; por lo que las siguientes variables serán evaluadas:

1. **Fragilidad visual:** se entiende como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Representa el grado de deterioro del paisaje ante cambios en sus propiedades y constituye una forma de establecer su vulnerabilidad.

2. **Calidad del paisaje:** cualidad intrínseca del mismo que indica los valores estéticos, lo cual es subjetivo al estar influido por condicionantes educativas y culturales. Este aspecto incluye tres elementos de percepción:
 - a. Características intrínsecas del AeP;
 - b. Calidad visual del entorno inmediato (entre 500 y 700 m del AeP);
 - c. Calidad del fondo escénico.
3. **Visibilidad:** rasgos que caracterizan el paisaje, como el color, la forma, línea, textura, escala y configuración espacial.

IV.2.5.1 FRAGILIDAD VISUAL

La fragilidad se encuentra definida por la susceptibilidad de un área al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que podría experimentar un paisaje ante la ocurrencia de determinadas actuaciones (Cifuentes, 1979)⁸⁸; es decir, que se trata de la capacidad de respuesta de un paisaje frente a interacciones humanas en él.

La fragilidad visual depende en gran parte de las características del territorio, es decir de sus factores biofísicos; los cuales son los que se componen de las particularidades básicas del paisaje, son los que van a amortiguar o realzar las alteraciones visuales. Las variables del medio que intervienen en este factor son principalmente la cubierta del suelo y las diferencias geomorfológicas como el relieve.

Los factores biofísicos son relativamente estáticos, ya que los cambios perceptibles son derivados de las acciones antrópicas o catástrofes naturales (Aramburu et ál., 2005)⁸⁹.

La evaluación de la fragilidad se llevó a cabo mediante el modelo general de fragilidad visual de Escribano, *et ál.* (1987)⁹⁰, en el cual se lleva a cabo el análisis y clasificación de paisajes totales o fracciones, en función de una selección de los principales componentes, que son divididos en 4 factores: biofísicos, visuales, singularidad y accesibilidad. Los componentes fueron evaluados de acuerdo a las características que mostraron los elementos de influencia de cada factor (Montoya, Padilla y Standford, 2003⁹¹; tabla IV.39)

Tabla IV.39

Factores utilizados para medir la fragilidad del paisaje

Elemento de influencia	Fragilidad visual alta	Fragilidad visual Media	Fragilidad visual Baja	Valoración en el AeP
Pendiente	Mayor a 30%, laderas muy moldeadas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Con valores entre 15 y 30%, vertientes con modelado suave u ondulados.	Valores entre 0 y 15%, vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.	Baja
Densidad de vegetación	Espacios grandes sin vegetación. Agrupaciones aisladas, domina el estrato herbáceo.	Cubierta vegetal discontinua, dominancia del estrato arbustivo.	Grandes masas boscosas, 100% de cobertura.	Baja
Contraste vegetacional	Vegetación monoespecífica, escasez de vegetación, contraste poco evidente.	Diversidad de especies media, con contrastes evidentes pero no sobresalientes.	Diversidad de especies alta, contrastes fuertes e interesantes.	Media
Altura (vegetación)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 m de altura o sin vegetación.	No hay gran altura de las masas (<10 m) ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos, alturas sobre los 10 m.	Media
Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio	Visión media (1000 a 4000 m). Dominio de planos	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>4000 m).	Baja

Elemento de influencia	Fragilidad visual alta	Fragilidad visual Media	Fragilidad visual Baja	Valoración en el AeP
	de los primeros planos.	medios de visualización.		
Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas.	Baja
Unicidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje interesante pero habitual, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes, sin riqueza visual o muy alterado.	Baja
Visibilidad	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves.	Media
Compacidad	Vistas panorámicas abiertas, sin huecos ni elementos que obstruyan los rayos visuales.	Presencia de zonas de menor incidencia visual, pero en un porcentaje moderado.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual.	Media

La fragilidad visual es de media a baja, debido a la presencia de paisajes con poca complejidad, sin grandes variaciones altitudinales, donde predominan las planicies; la vegetación natural, si bien presenta una estructura arbórea bien definida con alturas por debajo de los 10 m, este factor presenta una diversidad de especies media con contrastes evidentes pero no sobresalientes. Las cuencas visuales son extensas, de formas regulares, con dominios de planos grandes y una intervisibilidad capaz de asimilar intervenciones superficiales (figura IV.38).

Figura IV.38
Vista del AeP



En resumen, el paisaje donde se situará el proyecto ya se encuentra perturbado por actividades antropogénicas (complejos turísticos, apertura de caminos), aunque no llega a ser un paisaje desagradable.

IV.2.5.2 CALIDAD DEL PAISAJE

La calidad visual del paisaje corresponde al grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido o lo que es lo mismo, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (Blanco, 1979 –citado en Bronchalo González, 2002⁹²). Para definir la calidad del paisaje se realizará la evaluación de los valores estéticos que posee éste, considerando las características intrínsecas del AeP, la calidad visual del entorno inmediato y la fragilidad del paisaje (tabla IV.40).

Tabla IV.40
Modelo de calidad visual del paisaje (Solari y Cazorla, 2009)

Calidad visual del paisaje						
Calidad intrínseca					Grado de humanización	
Calidad fisiográfica		Usos de suelo	Calidad de la cubierta vegetal		Rutas y caminos	Núcleos urbanos
Desnivel	Complejidad topográfica	Presencia de cuerpos de agua	Diversidad de la vegetación	Calidad visual de la vegetación		

Los elementos de la tabla anterior serán valorados mediante los componentes de los estudios de campo, a excepción de la calidad fisiográfica, la cual es analizada mediante fotografías satelitales obtenidas de Google Earth®. A continuación se describe cada uno de los elementos.

IV.2.5.2.1 CARACTERÍSTICAS INTRÍNSECAS DEL AEP

A través de las características intrínsecas se busca expresar el atractivo visual que surge a partir de las particularidades propias del área a evaluar, las cuales se encuentran definidas por la fisiografía, los tipos de ocupación del suelo, la vegetación y los cuerpos de agua.

Los paisajes dominados por formas planas tienen menor calidad, mientras que aquellos paisajes con pendientes, cambios abruptos en el relieve y valles estrechos, presentan una mayor calidad (Solari y Cazorla, 2009). En este sentido, en el AeP la topografía es plana, con una diferencia altitudinal de dos metros; mientras que en el SAR se encuentran áreas que evidencian una diferencia altitudinal que oscila en 17 metros; por lo que, la calidad visual intrínseca del SAR y el AeP es baja por el criterio desnivel que se mantiene en las amplias planicies que caracterizan esa parte del territorio mexicano.

Ahora bien, la vegetación y los usos de suelo son un factor fundamental para la evaluación de la calidad al ser un elemento extensivo a todo el territorio (Solari y Cazorla, 2009). En el SAR, se encuentran amplias áreas con vegetación forestal, en algunos casos densa; en otros, ya con muestras claras de perturbación; debido a que la deforestación producida por la construcción de complejos turísticos es bastante clara. La mayor parte del AeP se encuentra ocupada por las instalaciones del complejo hotelero, algunos caminos y el resto del área alberga vegetación secundaria de selva mediana y manglar con un estrato arbóreo que oscila en los 5 m de altura; por lo que en el AeP se observa una diversidad de formas media, lo que es indicativo de una calidad visual intrínseca media.

Considerando el análisis de las formaciones vegetales se tiene que en presencia de vegetación autóctona hay una mayor calidad; por lo que el SAR y el AeP presentan una calidad paisajística media al contener parches de vegetación natural; sin embargo, la calidad disminuye por el cambio de uso de suelo acaecido con anterioridad, los asentamientos humanos e infraestructura presente.

Otro factor que permite determinar la calidad del paisaje es la presencia de cuerpos de agua: En el AeP, a 50 metros aproximadamente en dirección este se encuentra la franja oceánica del mar Caribe; dentro del AeP los cuerpos de agua más visibles son artificiales (piscinas del complejo turístico), aunque se registran comunidades de manglar, en donde es posible que en alguna temporada del año se encuentren formas de agua, por lo que la calidad paisajística es de media a baja.

Las estructuras artificiales y la presencia humana disminuyen drásticamente la calidad del paisaje en cualquier sitio (Montoya Ayala et ál., 2003)⁹³: En el AeP se encuentra un complejo hotelero, canchas de tenis, brechas y estacionamientos; por lo que la calidad del paisaje es bajo (figura IV.39).

Considerando los párrafos precedentes, el análisis integral de la calidad paisajística en el AeP es de medio a bajo debido a las actividades antropogénicas, la perturbación de la vegetación natural, la uniformidad topográfica y la carencia de grandes cuerpos de agua.

Figura IV.39
Componentes del paisaje presente en el AeP



IV.2.5.2.2 CALIDAD VISUAL DEL ENTORNO INMEDIATO

Este elemento de percepción hace referencia a la calidad que aportan las cuencas visuales que pueden observarse desde el sitio donde se llevará a cabo el proyecto (García García, 1999)⁹⁴ y que se encuentran a una distancia de 500 a 700 m de éste. Para la evaluación del entorno se utilizaron fotografías (figura IV.40).

En términos generales, el SAR y el AeP se ubican en el estado de Quintana Roo, el cual se caracteriza por carecer de sistemas montañosos, por lo que las áreas circunvecinas del AeP son planicies donde la limitante visual se encuentra dada por la altura del estrato arbóreo, más no por elevaciones naturales de tierra, por lo que el efecto sombra existente está determinado por el estrato arbóreo y las edificaciones antrópicas.

De forma específica, la luz del sol es obstaculizada durante las primeras o últimas horas del día por la vegetación o las edificaciones, más no por elevaciones de tierra que incidan en el AeP. Hacia el sur-suroeste del AeP las áreas son planas con vegetación (con signos de perturbación), hacia el norte se encuentra el complejo turístico y hacia el este colinda con una porción de playa del mar caribe; no se observan formaciones montañosas en las inmediaciones del sitio, lo cual disminuye la calidad visual del entorno, aunque predomina una homogeneidad cromática y rasgos dominantes del paisaje hacia los puntos de observación más lejanos en la porción sur-suroeste; hacia el norte, el paisaje se

compone de parches de vegetación y edificaciones antrópicas; mientras que en la porción este predomina la coloración azul del mar caribe.

Figura IV.40
Calidad visual del entorno del AeP



Hacia la parte oeste, a poco más de 1,300 m, se localiza la carretera Tulum-Cancún y el poblado más cercano es Playa del Carmen que se ubica a poco más de 10 km en línea recta del AeP.

Considerando la información presentada previamente, en el entorno inmediato no hay contrastes importantes en la vegetación, ya que las formas y texturas no varían significativamente. Así mismo, no existen cuerpos de agua continentales naturales por lo que no existen contrastes derivados de su presencia. La colindancia del AeP con el mar Caribe podría incrementar la calidad visual del entorno inmediato, no obstante que la monocromía termina demeritando este elemento. Aunado a que estas áreas carecen de pendientes muy prolongadas, resulta en un paisaje homogéneo hasta los puntos de observación más lejanos.

IV.2.5.2.3 CALIDAD DEL FONDO ESCÉNICO

El fondo escénico, es la cortina que existe tras las vistas y es determinante para la gama básica de contrastes (Arias Sierra, 2003)⁹⁵.

En este apartado se evalúa la calidad del fondo visual del paisaje considerando aspectos como intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas. Mediante el análisis de dichas variables se obtuvo como resultado un sitio poco heterogéneo en el AeP, manteniendo la diversidad hacia el SAR, con lo cual se mantiene su calidad escénica.

Al evaluar la vegetación, retomando lo mencionado previamente, el AeP alberga vegetación secundaria de selva mediana y pequeños manchones

de manglar, por lo que el contraste de color es en tonos verdes; de donde resulta que los valores cromáticos predominantes son tonalidades verdes a lo largo del año.

Ahora bien, en lo que respecta a las poblaciones cercanas al AeP como punto de observación, la localidad urbana cercana al AeP es Playa del Carmen, ubicada a poco más de 10 km de distancia en línea recta; no obstante que hay varias localidades rurales en las inmediaciones del polígono, las cuales en su mayoría son reportadas sin habitantes, mientras que la población de las otras es baja (tabla IV.41); sin embargo, la carretera y el área adyacente es un destino turístico, por lo que se incrementa el afluente de visitantes durante algunos meses del año.

Tabla IV.41
Localidades cercanas al AeP

Municipio	Localidad	Distancia respecto al AeP (km)	Número de habitantes ⁹⁶
Solidaridad	Playa del Carmen	10	149,923
	El Caracol	5	0
	San Juan	0.5	0
	El Sinaí	0.3	0
	San José	1.3	0
	Izamal	1.4	0
	San Gonzalo	1.3	7
	Rancho Guadalupe	1.9	5
	El Pedregal	2.2	5

Nota: Las distancias fueron medidas en forma lineal, desde el límite del polígono del AeP a la localidad correspondiente.

De acuerdo con la información precedente, los componentes del proyecto podrán ser observados por los habitantes/visitantes de las localidades cercanas; mientras que los observadores estables según el número de habitantes y la corta distancia con el proyecto, serán diecisiete personas, considerando que el estrato arbóreo limita la observación directa del AeP.

Si se consideran las vías de comunicación como sitios que podrían ocasionar un incremento de observadores ocasionales debido a la mayor afluencia de vehículos, hacia la parte oeste se localiza la carretera Tulum Cancún, a una distancia aproximada de 10 km; aunque, por las dimensiones del proyecto y la altura de la vegetación, las modificaciones pretendidas no serán visibles desde la carretera.

IV.2.5.3 VISIBILIDAD

Por su naturaleza, el paisaje es dinámico y cambiante, incluso sin la intervención del hombre (Bronchalo González, 2002). No obstante, las acciones humanas representan una fuerza aplicada con continuidad e intensidad creciente sobre la cubierta vegetal, por lo que representa uno de los componentes principales de la visibilidad.

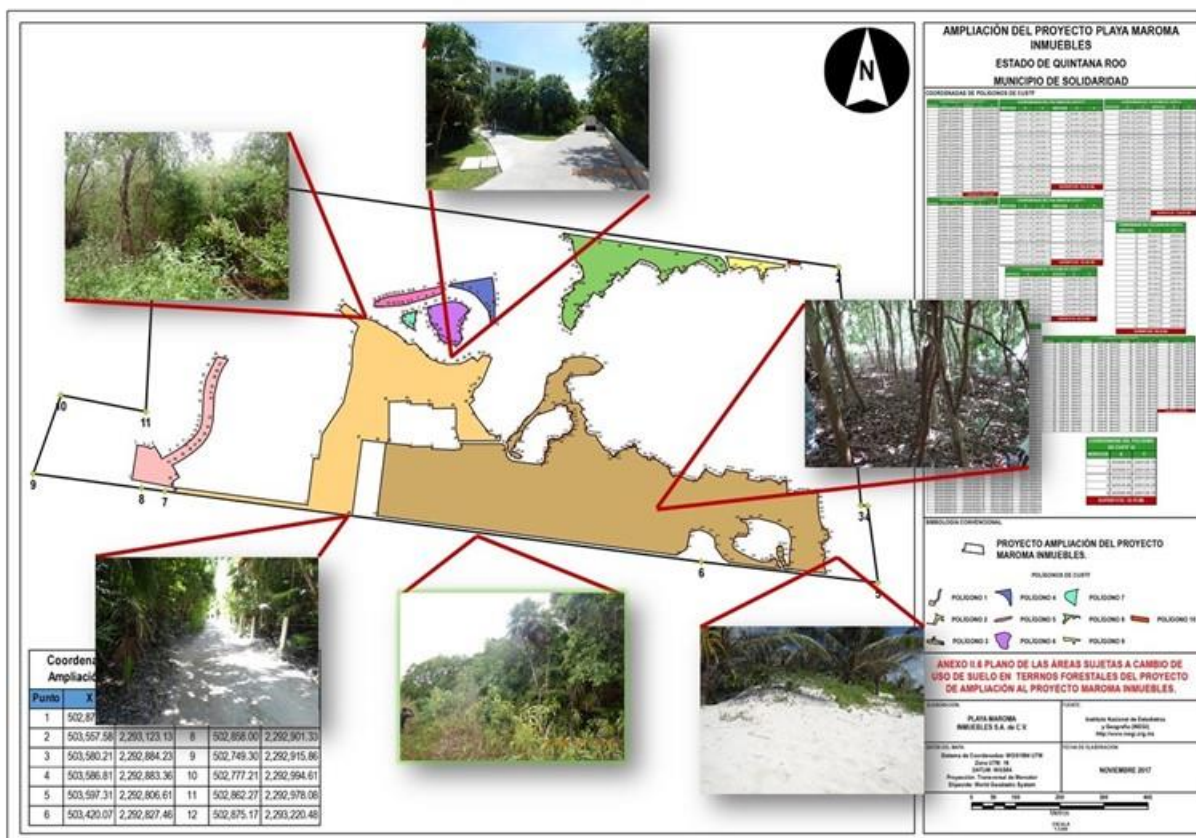
La visibilidad del paisaje determina la importancia relativa de lo que se ve y se percibe, en función de la combinación de distintos factores como son los puntos de observación, la distancia, la duración de la vista y el número de observadores potenciales; lo cual influye decisivamente al momento de otorgar un valor visual a un paisaje.

Así que los rasgos más característicos de un paisaje son la topografía y la vegetación, por lo que serán las variables utilizadas para describir el AeP. En este sentido, la superficie delimitada como SAR presenta una topografía plana, sin grandes variaciones altitudinales y con extensas áreas con vegetación forestal que presentan cierto grado de

perturbación; las zonas que carecen de vegetación son aquellas en donde se encuentran los asentamientos humanos o se desarrollan las actividades turísticas. En el área del proyecto se observa una topografía plana, sin variación altitudinal, con un complejo turístico en la parte noreste.

En lo que se refiere a la vegetación ésta aporta características como la textura, variabilidad cromática, altitud, forma, etc., que tendrán influencia en la conservación de la sostenibilidad del paisaje. En este sentido, el AeP se conforma por un desarrollo turístico en operación, áreas con vegetación secundaria de selva mediana y pequeños manchones de manglar, por lo que se podrían observar algunas formas biológicas singulares. Los colores predominantes a lo largo del año son verdes, incrementando la variabilidad cromática durante la temporada de mayo-agosto como resultado de la floración de las especies (figura IV.41).

Figura IV.41
Visibilidad en el área de establecimiento de proyecto



Por las características del tipo de vegetación, los suelos presentes son medianamente observables, en tonalidades medias que se van aclarando conforme se encuentran más cerca de la franja de playa; los suelos se encuentran determinados por la gran plataforma de roca calcárea (sobre la cual se encuentra la península de Yucatán) que ha venido emergiendo de los fondos marinos desde hace millones de años. Los suelos presentes son

clasificados como rendzina + litosol (E+½/L). No se observan escorrentías superficiales^{xi}, aunque el área que ocupa el manglar puede llegar a inundarse durante parte del año.

Como se ha mencionado previamente, parte del AeP se encuentra ocupado por instalaciones turísticas, es decir que existe evidencia de la presencia humana en el polígono, lo cual ha influido en las características propias del paisaje; por lo que en el polígono del proyecto se observan alteraciones importantes en la visibilidad del paisaje. Cabe mencionar que la intervención humana es moderada y puntual, además de que casi toda la porción oeste es considerada como zona de protección de la vegetación.

IV.2.5.4 CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL PAISAJE

Es la capacidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual.

Para calcular la Capacidad de Absorción Visual (CAV) del paisaje, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de (Yeomans, 1986). Esta técnica consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes para su carácter visual.

La fórmula para determinar la capacidad de absorción visual (CAV) del paisaje es la siguiente:

$$CAV = Px(E + R + D + C + V)$$

Dónde:

- P: pendiente
- E: erosionabilidad
- R: potencial estético
- D: diversidad de la vegetación
- C: contraste de color
- V: actuación humana.

Los valores a emplear para determinar el CAV, con las condiciones que puede presentar cada uno y la escala de valoración utilizada fueron propuestos por Yeomans (1986⁹⁷; tabla IV.42).

Tabla IV.42
Factores del paisaje determinantes de la CAV (Yeomans, 1986)

Factores del paisaje	Condiciones	Puntaje	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25%)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta, derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1

^{xi} Escorrentía superficial: es parte de la precipitación que escapa de la infiltración y de la evapotranspiración y que en consecuencia, circula por la superficie (<http://www.drinking-water.org/html/es/glossary.html>).

Factores del paisaje	Condiciones	Puntaje	
		Nominal	Número
Diversidad de vegetación (D)	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Alto	3
Contraste de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

De acuerdo con la tabla anterior y las condiciones que presenta cada factor en el SAR y el AeP, se asignó un puntaje nominal y numérico teniendo como resultado lo siguiente (tabla IV.43):

Tabla IV.43
Factores del paisaje determinantes de la CAV del SAR y AeP

Factores del paisaje	Condiciones	Puntaje		Observaciones del SA y AeP
		Nominal	Número	
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% pendiente).	Alto	3	El área presenta una topografía plana, con una variación altitudinal mínima.
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2	El tipo de suelo presente en el AeP es vulnerable a cierto grado de erosión, aunque no se observaron indicios de ésta.
Potencial estético (R)	Potencial moderado.	Moderado	2	Con base en el resultado obtenido en la evaluación de calidad y fragilidad del paisaje, se consideró el puntaje de moderado.
Diversidad de vegetación (D)	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3	La vegetación es de tipo selva mediana, manglar, vegetación secundaria de selva y pastizal (en el SA), además de áreas desprovistas de vegetación y edificaciones antrópicas.
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Bajo	1	La calidad escénica esta modificada por la presencia de actividades antrópicas como de construcciones de complejos turísticos, caminos y terracerías.
Contraste de color (V)	Contraste visual moderado	Moderado	2	El contraste de color que predomina es el verde, el cual llega a su punto más pronunciado en temporadas húmedas.

El paisaje presenta una coloración verde, alternada con la variación cromática producto de la floración, como respuesta a las condiciones de humedad que prevalecen, sin embargo es común observar la coloración verde, la mayor parte del año característica de los ecosistemas de selva (Rzedowski J., 2006⁹⁸).

Como resultado de las condiciones del SAR y AeP y del puntaje de estimación de CAV se obtuvieron los siguientes valores:

$$CAV(p) = 3x(2 + 2 + 3 + 1 + 2) = 30$$

Para determinar el significado del valor obtenido de CAV (p), la metodología asigna una escala de referencia para la estimación de CAV, la cual es:

- ♣ Bajo = <15
- ♣ Moderado = 15-30
- ♣ Alto = >30

El valor obtenido CAV(p) = 30, corresponde a una Capacidad de Absorción Visual “Moderada”, este valor muestra que el SAR y AeP tienen capacidad de absorción en cuanto a la generación del proyecto, en otras palabras: La ampliación del hotel Playa Maroma no excederá más allá de los límites del SAR, ya que en el polígono del proyecto funge como una barrera, donde los componentes ambientales son alcanzados por las obras y actividades de la ampliación, por lo cual el funcionamiento del SAR no se verá alterado.

IV.3 SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

El concepto de servicios ambientales, también llamados servicios ecosistémicos, permite analizar el vínculo que existe entre el funcionamiento de los ecosistemas, las decisiones que las poblaciones humanas tomamos, consciente o inconscientemente, que afectan a estos sistemas, y sus consecuencias sobre nuestro bienestar (Balvanera y Cotler, 2007⁹⁹). En este sentido, la Millennium Ecosystem Assessment (MA 2005^{xii}), los define como todos los beneficios que las poblaciones humanas obtienen de los ecosistemas, agrupados como sigue: servicios de soporte, de provisión, de regulación y servicios culturales (tabla IV.44).

Tabla IV.44
Clasificación de los servicios ambientales

Servicio ambiental	Descripción	Ejemplo (s)
De soporte	Son aquellos que mantienen los procesos de los ecosistemas 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 de nutrientes, la formación del suelo, la polinización y la producción primaria.
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 materias primas como la madera, los alimentos, los recursos medicinales, los combustibles, etc.
De regulación	Son lo que mantienen los procesos y funciones naturales de los ecosistemas, a través de los 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 y la prevención de disturbios tal como la protección contra el impacto de los huracanes.
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.

Por su parte, en el artículo 7, fracción XXXIX, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se define a los **servicios ambientales** como “*aquellos que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio de su manejo sustentable, tales como: la*

^{xii} Iniciativa que aglutinó los esfuerzos de cerca de 2,000 científicos y tomadores de decisiones pertenecientes a 85 países y que se denominó la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (Millennium Ecosystem Assessment) sus resultados sirven actualmente para el desarrollo de muchas investigaciones sobre servicios ecosistémicos (Balvanera y Cotler, 2007).

provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; 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”.

Resulta evidente que los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto particular de servicios ambientales y de igual forma, la calidad de los servicios que ofrece será diferencial dependiendo de su grado de conservación al tiempo cero. De lo anterior y tomando en cuenta el contexto en el que se desarrollará el proyecto (tipo de vegetación, grado de conservación y la extensión del cambio de uso de suelo inherente a su desarrollo), es necesario particularizar en los servicios ambientales en los cuales se prevé incidencia para analizar el grado en que éstos se podrían poner en riesgo a causa del CUS:

1) Regulación de la composición química atmosférica por captura de carbono contenido en la vegetación

La captura y el secuestro de carbono se han convertido en temas que son parte de la agenda ambiental global. Tal es el caso de su inserción en la agenda del cambio climático, fenómeno provocado por el aumento de gases de efecto invernadero, en especial el dióxido de carbono, en la atmósfera (Gay y Martínez, 1995¹⁰⁰). Los sistemas vegetales tienen la capacidad para capturar el carbono atmosférico y convertirlo en moléculas orgánicas mediante la fotosíntesis (Sedjo, 1990¹⁰¹; Perry, 1994¹⁰²); pero al mismo tiempo que los vegetales capturan carbono de ese reservorio, también lo liberan por los procesos naturales de respiración, declinación y muerte (Watson y Casper, 1984 en Figueroa-Navarro *et al.*, 2005¹⁰³). De esta manera, las plantas participan activamente en el ciclo global del carbono. Cuando la tasa de captura por las plantas es mayor que la de liberación, este elemento se acumula temporalmente, si tal acumulación ocurre por periodos prolongados, el proceso se denomina secuestro de carbono (Sedjo, 1990).

Los principales almacenes de carbono en los ecosistemas forestales son el suelo, la vegetación y el mantillo. Una vez que el dióxido de carbono (CO₂) atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, éste participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco). El árbol al crecer va incrementado su follaje, ramas, flores, frutos, yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa); así como altura y grosor del tronco (Ordóñez y Masera, 2001¹⁰⁴), en virtud de lo anterior, que si bien a lo largo de su vida las plantas no dejan de fijar carbono a su metabolismo, la cantidad de carbono secuestrado, será mayor en una planta en crecimiento y menor en aquellas que han alcanzado su madurez.

La capacidad de secuestrar carbono varía en función de la naturaleza del ecosistema y sus componentes (Olson *et al.*, 1983 en Figueroa-Navarro *et al.*, 2005) y el carbono almacenado en los reservorios de los ecosistemas terrestres cambia como consecuencia de las transformaciones naturales o inducidas que éstos experimentan, como son la erosión y el cambio de uso de la tierra.

Existen diferentes metodologías para estimar el carbono almacenado en la vegetación, entre ellas, la medición directa de carbono en los componentes estructurales de ésta; en tanto que otras utilizan el supuesto que 50% de la biomasa, cifra propuesta por el IPCC^{xiii} (2001¹⁰⁵), es carbono. Siguiendo este último supuesto y en virtud del alcance de este

^{xiii} Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático o Panel Intergubernamental del Cambio Climático.

estudio, donde no es posible un muestreo destructivo para realizar la medición directa, se estimó la cantidad de carbono almacenado a nivel de fuste aplicando la función universal del carbono (Gayoso, 2000 en Moreno-García *et al.*, 2011¹⁰⁶):

$$C = \text{volumen} * \text{densidad de la madera} * 0.5$$

Partiendo de lo anterior y de los datos dasométricos del inventario forestal, se estimó el contenido de carbono por especies vegetales dominantes de los estratos arbóreo y arbustivo (Tabla IV.45).

En este sentido y considerando que la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia que se afectará por el cambio de uso de suelo corresponde a 6.37 ha, se estima que dejarían de secuestrarse 141.89 Ton de carbono, equivalentes al 0.38% del carbono almacenado en la biomasa de dicho tipo de vegetación en todo el SAR.

Tabla IV.45
Contenido de carbono en especies que se afectarán

ID	Nombre científico	Nombre común	Vol. m ³ /ha	Densidad básica		Contenido de carbono* (ton)		
				ton/m ³	Fuente	Ton/ha	En el área de CUS (6.37 ha)	En el área forestal** del SAR (1,550.82 ha)
1	<i>Coccothrinax readii</i>	Palma náaj k'aax	28.052	0.48	--	6.73	36.96	9,840.76
2	<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chi'it	8.450	0.46	a	1.94	10.67	2,840.78
3	<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	0.185	0.31	b	0.03	0.16	42.55
4	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	28.458	0.73	c	10.39	57.03	15,182.90
5	<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	0.492	0.61	a,d	0.15	0.82	219.19
6	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	0.058	0.62		0.02	0.10	26.43
7	<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	1.998	0.64		0.63	3.48	927.20
8	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	2.065	0.53		0.55	3.03	805.74
9	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	0.550	0.69		0.19	1.04	277.35
10	<i>Myrciaria floribunda</i>	Guayabillo	5.271	0.73		1.92	10.56	2,812.06
11	<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	2.413	0.50		0.60	3.31	881.58
12	<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	0.010	0.66		0.00	0.02	5.02
13	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	0.702	0.56		0.20	1.08	287.34
14	<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	5.927	0.62		1.83	10.07	2,681.35
15	<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	1.506	0.86		0.65	3.56	946.71
Total						25.84	141.89	37,776.97

*Partiendo de la premisa de que el 50% de la biomasa, es carbono.

**Superficie cubierta sólo por el mismo tipo de vegetación a afectar por el cambio de uso de suelo (incluye vegetación secundaria)

Fuentes (densidades básicas de la madera): a) Ordóñez *et al.*, 2015; b) FAO, 2010; c) Velásquez, 2014; d) Tamarit y Fuentes, 2003; para el caso de *C. readii*, no se encontraron referencias bibliográficas de su densidad, por lo que se empleó la media aritmética de otras especies de palmas registradas en el área.

Como referencia, Martínez y Masera (2008 en Infante y Arce, 2013) mencionan que la captura de carbono es uno de los servicios ecológicos de mayor relevancia en la selva de la zona maya de Quintana Roo, con una capacidad de almacenamiento de 57 a 149 t C/ha; por lo que el área de CUSTF del presente estudio representa un área con una menor capacidad de almacenamiento de carbono (del 17 al 45% de las referencias) reflejo de su reducido estado de conservación actual.

De esto, puede deducirse que a nivel de SAR, se distribuyen regiones con mayor captura de carbono, por lo que el servicio que presta el ecosistema de selva mediana subperennifolia en cuanto a captura de carbono no se compromete de manera significativa por las actividades relacionadas con el proyecto. Complementariamente, se destaca que si bien tanto en el SAR como en el predio se distribuye también bosque de manglar, éste no será perturbado por el CUS, en acato a la legislación mexicana que protege este ecosistema, y teniendo en consideración que dicho ecosistema es uno de los más valiosos del mundo en términos de secuestro de carbono, ya que pueden almacenar cantidades excepcionalmente altas de C, aún mayores a las 1,000 ton C ha⁻¹ (Donato *et al.*, 2011¹⁰⁷), es decir, tres veces más altas que la mayoría de los bosques terrestres, por lo que su conservación se ha convertido en una prioridad para mantener las reservas de C y prevenir las altas emisiones que se derivarían de la pérdida de estos humedales (Laffoley and Grimsditch, 2009 en Adame y Kauffmann, 2012¹⁰⁸).

2) Mantenimiento de la biodiversidad

Entendemos por *biodiversidad* “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie (a nivel genético), entre las especies y de los ecosistemas” (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Con base en lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas o protegidas por algún estatus de riesgo según la NOM 059 SEMARNAT-2010, importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos. Por tanto se considera que los ecosistemas son la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

En cada uno de estos niveles, desde genes hasta ecosistemas, podemos reconocer tres atributos: *composición, estructura y función*.

La *composición* es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la *estructura* es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la *función* son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, etc.)

Ahora bien, la información disponible en los alcances de este estudio, no permite hacer un análisis a nivel genético pero sí con un enfoque de este servicio ambiental

refiriéndose al papel que el ecosistema, como unidad de referencia, desarrolla para brindar áreas de refugio, alimentación y reproducción para las **especies**, toda vez que derivado de la naturaleza del CUSTF que se propone realizar, se prevé que podrían registrarse afectaciones parciales a las comunidades vegetales y a la fauna silvestre establecida en este espacio geográfico. Aunado a que una de las condiciones que sustentan la excepcionalidad de la autorización de CUSTF es precisamente el de asegurar que no se compromete a la biodiversidad

Para avanzar en este análisis es importante destacar al concepto **especie** el cual es definido por la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) como *“La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales”*.

Esta definición establece la diferencia entre especie e individuo, la especie es un conjunto de individuos (población) y, consecuentemente un individuo no es una especie, sino miembro de una especie. En tal sentido, para afectar a una especie (recibir un efecto negativo que comprometa su viabilidad, habría que ocasionar alguno o varios de los siguientes supuestos:

- Eliminar un determinado número de individuos de una especie (subpoblación), en cantidad y forma tal que se incida sobre su equilibrio poblacional, lo que equivale a considerar que se pudiera incidir sobre su crecimiento poblacional considerando que, el crecimiento poblacional es el cambio de la población con respecto al tiempo, debido a la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental. Este último proceso se puede considerar como un sistema con una retroalimentación negativa que tiende a mantener la población en un cierto tipo de equilibrio.
- Incidir sobre poblaciones de especies en estatus de riesgo. Es lógico suponer que el efecto negativo sobre los índices de equilibrio de las poblaciones de especies en riesgo podrán acelerar procesos que “comprometan a la biodiversidad”, toda vez que el hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo ya denota un desequilibrio de su población, mismo que podría acelerarse con una afectación adicional.
- Propiciar afectaciones sobre las poblaciones que incidan de manera negativa sobre su potencial reproductivo, bien sea por alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).
- Favorecer la alteración de la estructura abiótica de los ecosistemas con alcance en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen a la biota en las condiciones actuales.

Respecto a todo lo anterior, resulta trascendente en materia de vida silvestre asegurar que la remoción de vegetación que se propone llevar a cabo no comprometerá a la biodiversidad a nivel de especies, ni a nivel de los ecosistemas que las albergan. En este sentido la solicitud para CUSTF corresponde a una superficie de 6.37 ha (0.2% de la superficie del SAR) de Selva Mediana Subperennifolia, donde se identificaron dos especies vegetales con estatus de riesgo A (amenazadas) y una de ellas es endémica de la región, mismas que se registran también dentro del SAR. Con respecto a la fauna, tres de las especies registradas en el área de CUSTF se cataloga dentro de la NOM-059-SEMARNAT 2010, dos reptiles y un ave;

además de que existe la posibilidad de distribución de 59 especies con algún estatus de riesgo, dentro del SAR.

En este sentido, derivado de la naturaleza del CUSTF que se propone realizar y priorizando a las especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se prevé que podrían registrarse afectaciones parciales a las poblaciones por afectación directa a los individuos de flora; las cuales, no obstante, no alcanzan las dimensiones de los supuestos que comprometan la biodiversidad a nivel de especies, toda vez que los individuos a remover representan menos del 0.4% de las poblaciones de las diferentes especies, traduciéndose en una reducción poco significativa, siendo que además todas las especies a remover se encuentran representadas más allá de los límites del área de CUSTF.

Aunado a esto, es necesario determinar la influencia del proyecto sobre la fragmentación del hábitat, lo que en su caso, podría alterar la estructura y función de los ecosistemas, restando áreas de refugio, alimentación y reproducción para las especies de fauna. En este sentido, el “hábitat” se concibe como el espacio que reúne las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para la supervivencia y reproducción de una especie (Hall *et al.*, 1997¹⁰⁹; Storch, 2003¹¹⁰), de tal forma que para que un área sea ocupada como hábitat, ésta debe ofrecer los recursos y condiciones (factores bióticos y abióticos) que fomenten su ocupación por una especie (Morrison *et al.*, 2008¹¹¹). Por otro lado, el término “fragmentación del hábitat”, de acuerdo con la CONABIO^{xiv}, es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones, lo que resta factores ambientales favorables para la ocupación del área derivando en cambios en la abundancia y relaciones ecológicas de las especies (conectividad funcional).

Una de las herramientas desarrolladas para la medición de la *conectividad funcional*^{xv} es la “Teoría de Percolación”^{xvi} (Farina, 2006¹¹²), a partir de la cual se ha logrado establecer una probabilidad crítica o umbral de percolación de $(pc) = 0.5928$, es decir, que la teoría de percolación predice que un organismo puede moverse libremente si su recurso crítico o hábitat ocupa el 59.28% o más del paisaje, de lo contrario los efectos ecológicos son serios (O’Neill *et al.*, 1988 Op Cit.; Gardner *et al.*, 1987 Op Cit.; Krummel *et al.*, 1987 Op Cit.). En este orden de ideas, en el contexto del SAR y partiendo de la línea base, las áreas con vegetación natural, que pueden proveer de espacios con bastos recursos para la fauna local, ocupan el 81.22% de dicha superficie; en tanto que, la adición del proyecto, lo disminuiría a 81.04% por lo que éste no reducirá significativamente la proporción de la cobertura vegetal actual.

Ahora bien, considerando que el problema no es sólo la pérdida de superficie neta, sino también la discontinuidad entre los llamados “parches o teselas de vegetación”, cabe enfatizar que en el diseño del proyecto se optó por la *transferencia de densidades* entre predios ubicados dentro de la misma UGA^{xvii}, es decir, concentrar la superficie de desmonte en un solo predio, lo que se traduce en una menor fragmentación sobre predios diversos y permite preservar las áreas de conservación más extensas, toda vez que la superficie que se pretende para CUSTF en este proyecto, se encuentra actualmente ceñida en parches sin una continuidad entre éstos y el resto de la vegetación forestal del entorno, imposibilitando el flujo de la fauna y

xiv <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/fragmentacion.html>

xv La conectividad funcional incorpora las respuestas de las especies a la estructura y configuración del paisaje.

xvi La teoría de percolación fue formulada a partir del comportamiento de un fluido en un medio determinado, pero que en ecología del paisaje es utilizada especialmente para analizar las posibilidades de movimiento de la fauna, así como su acceso potencial hacia los recursos disponibles a lo largo de los mosaicos del hábitat, considerando una red de teselas que permite obtener un índice de percolación (pc) (Farina, 2006 Op Cit.).

xvii Regulado por Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana (2009).

su verdadera ocupación como hábitat, lo cual quedó evidenciado durante el muestreo de fauna en el área a desmontar, donde se registraron pocas especies de fauna. En este sentido, se reitera la transferencia de densidades y superficie de desplante de los predios La Ceiba y Zacil-Há hacia “Siempre Viva V” y “Siempre Viva IV”, mientras que la superficie del predio La Ceiba (13.6 ha) y Zacil-Há, será destinado como área de conservación en perpetuidad, como medida de compensación, favoreciendo el mantenimiento de este servicio ambiental, toda vez que en estas últimas áreas la estructura, diversidad y composición de flora y fauna presentan un mejor estado de conservación.

Adicionalmente, cabe señalar la integración de los programas de rescate y reubicación de flora y de fauna, a las medidas de mitigación, enfatizando en el rescate de especies protegidas y de lenta movilidad para el caso de la fauna, por lo que no se prevé mayor afectación que la que existe actualmente sobre la conectividad ecológica y funcional de los hábitats y no se pondrá en riesgo la supervivencia de las poblaciones existentes en el área.

En términos económicos, considerando que la superficie solicitada cumpliera con las características de elegibilidad para incorporarse al pago por servicios ambientales de la CONAFOR en la modalidad B2.2 Conservación de la Biodiversidad Área 5^{xviii}, la cual tiene asignada el monto de apoyo equivale a \$382.00 por hectárea y por año, por lo que por las 6.37 hectáreas que se pretenden afectar con la remoción de vegetación, se estaría dejando de percibir en términos económicos la cantidad de \$2,433.34 pesos anuales que corresponde a la afectación en términos económicos del servicio ambiental de protección de la biodiversidad.

3) Preservación de los recursos hidrológico

Los servicios ambientales hidrológicos incluyen en términos generales el mantenimiento de la capacidad de recarga de acuíferos, el mantenimiento de la calidad del agua, la reducción de sedimentos cuenca abajo, la conservación de manantiales y la reducción de riesgos de inundaciones. En este sentido, las condiciones de deterioro de un ecosistema, están directamente relacionadas con la disminución de los servicios ambientales que se derivan de los componentes hidrológicos, donde la vegetación juega un papel relevante ya que contribuye a la infiltración del agua de lluvia, favoreciendo la recarga de acuíferos, reduciendo la probabilidad de estancamiento y el riesgo de inundaciones. En este orden de ideas, es conveniente realizar la estimación de la cantidad de agua que dejaría de **infiltrarse** al llevarse a cabo el cambio de uso de suelo solicitado.

En México, existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras, se encuentran la de Martínez y Fernández (1983), así como todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez *et. al*, 1994; Torres y Guevara, 2003). En tanto que, en Hidrología el concepto de escurrimiento se aplica a “el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca” (Aparicio, 1994). La (CNA, 2015)¹¹³, lo define como el volumen medio anual superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica.

Por lo anterior, el análisis de infiltración se realizó a nivel de SAR, pues de esa manera es posible contextualizar los resultados en torno al agua que infiltra hacia la cuenca hidrológica con las dimensiones superficiales que ello implica. Y se optó por utilizar el

^{xviii} Para el pago por el servicio ambiental de conservación de la biodiversidad se requiere una superficie mínima de 100 hectáreas, por lo que el área por afectar no sería sujeto de incorporación a dicho programa. El monto referido corresponde al publicado en las Reglas de Operación del Programa Pro Árbol para el año 2013.

procedimiento que se cita en la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2015), cuyo objetivo es establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y subterráneas, para su explotación, uso o aprovechamiento; y donde el Coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las siguientes fórmulas (Anexo IV.15):

$Ce = K (P-250)/2000$, cuando K es menor o igual que 0,15.

$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$, cuando k es mayor que 0,15.

Donde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual.

K = Parámetro que depende del tipo y uso actual del suelo.

P = Precipitación anual en mm.

Los valores de K, que está en función del tipo, cubierta vegetal y uso actual del suelo, se presentan en la Tabla IV.46.

Tabla IV.46
Valores de K según tipo y uso de suelo

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	Permeables*	Medianamente permeables**	Casi impermeables***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):			
Más del 75% -poco-	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% -regular-	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% -excesivo-	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30
Fuente: CNA, 2002: * Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos; ** Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos permeables y terrenos migajosos; *** Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.			

Para calcular la lámina media de precipitación anual del área de estudio, se utiliza el método de la media aritmética, cuya fórmula es la siguiente (Becerra, 1999)¹¹⁴:

$$h_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_{pi}$$

Donde:

h_p = Altura de precipitación media (mm).
 h_{pi} = Altura de precipitación registrada en la estación i .
 n = Número de estaciones bajo análisis.

Para calcular el volumen medio anual de escurrimiento natural se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural} = P * A_t * C_e$$

Donde:

P = Precipitación media anual (mm).
 A_t = Área total (ha).
 C_e = Coeficiente de escurrimiento anual.

Para la comunidad vegetal que se encontró en el predio, se decidió utilizar los parámetros correspondientes al apartado de Bosques cubierto más del 75% con suelos medianamente permeables de la tabla anterior. De este modo se tiene una idea general de la importancia ecológica de los grupos de vegetación. Así pues, aplicando este método, se obtuvo el volumen medio anual de escurrimiento de los polígonos donde se solicita el CUSTF. La precipitación se tomó de la estación más cercana que corresponde a la 00023163 Playa del Carmen del Servicio Meteorológico Nacional.

$$C_e = 0.16(1331.2 - 250)/2000 + (0.16 - 0.15)/1.5$$

$$C_e = 0.16 * 1081.2/2000 + 0.0066$$

$$C_e = 0.0864 + 0.0066$$

$$C_e = 0.09$$

Para calcular el volumen anual de escurrimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural} = P * A_t * C_e$$

Donde:

P = Precipitación media anual (mm).
 A_t = Área total (ha).
 C_e = Coeficiente de escurrimiento anual

Tabla IV.47
Volumen de escurrimiento anual

Comunidad vegetal	Superficie SAR (ha)	Cobertura	K	Ce	Precipitación media anual (mm)	Vol. de escurrimiento
Selva Mediana Subperennifolia	2,996.35	Más del 75%	0.16	0.09	1331.2	358,986.98

En este sentido, de acuerdo a los modelos de Coeficiente de escurrimiento se tiene que la **infiltración (F)** es igual al volumen de lluvia menos el volumen de escurrimiento directo y el volumen perdido por evapotranspiración:

$$F = P - Q - ETR$$

Dónde:

P = Precipitación media anual en mm.
 Q = Escurrimiento.

ETR= Evapotranspiración real en mm/año.

Para el cálculo de la evapotranspiración real se utilizó la fórmula de TURC:

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

Dónde:

ETR= Evapotranspiración real en mm/año.

P= Precipitación en mm/año.

L= $300 + 25 t + 0.05 t^3$.

t= Temperatura media anual en °C

En el área en cuestión, la temperatura media anual es de 25.8°C y la precipitación es de 1331.2 mm/año, por lo que:

$$L = 300 + 25 (25.8) + 0.05 (25.8)^3$$

$$L = 300 + 645 + 858.67$$

$$\underline{L = 1,803.67}$$

Por lo tanto:

$$ETR = 1331.2 / \sqrt{0.9 + ((1331.2)^2 / (1803.67)^2)}$$

$$ETR = 1331.2 / \sqrt{0.9 + 1772093.44 / 3253225.46} = 1331.2 / \sqrt{0.9 + 0.544718}$$

$$= 1331.2 / 1.20196461$$

$$\underline{ETR = 1107.520 \text{ mm/año}}$$

De acuerdo al balance hídrico se tiene que la infiltración (F) hacia la cuenca hidrológica en el contexto del SAR, al tiempo cero es:

$$F = P - Q - ETR$$

$$\text{Infiltración} = (1331.2) - (1331.2 * 0.09) - 1107.52$$

$$\underline{\text{Infiltración} = 103.87 \text{ mm/año}}$$

En tanto que en el supuesto de que se retirara la vegetación sobre las 6.37 ha solicitadas para CUS, el volumen de infiltración anual no se modificaría con respecto a lo presentado en los cálculos precedentes. Lo anterior en virtud de que la superficie a remover representa apenas el 0.26% de la cobertura forestal del SAR, por lo que en función de las variables empleadas, el valor de "K" continuaría siendo el mismo (0.16) al mantenerse una cobertura vegetal mayor al 75%, derivado de ello, el Coeficiente de escurrimiento (Ce) también se mantendría igual y con éste también la infiltración. En este sentido, llevando los resultados de dichos cálculos a un análisis más detallado, podemos entender que si bien la remoción de vegetación en la superficie de CUS involucra un decremento en los componentes vegetativos que contribuyen a infiltrar el agua al subsuelo, el volumen de precipitación que incide sobre el área de CUS, tenderá a escurrir hacia los sitios adyacentes, infiltrándose hacia el subsuelo de la misma manera que sucede actualmente, por supuesto, existe la posibilidad de que previo a escurrir, el agua se evapore, sin embargo, no es posible calcular dicho evento a ese nivel de detalle, al menos con las técnicas disponibles. Ahora bien, cabe agregar que la superficie

solicitada para realizar el CUS no quedará completamente impermeable, pues en el diseño del hotel se considera también la presencia de vegetación en jardineras.

En este contexto, re reitera que la cuenca, como la unidad hidrológica más utilizada corresponde al espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Por lo que en la superficie que compone la cuenca, existen lagos y ríos que alimentan a los acuíferos por medio de la infiltración; elementos sobre los cuales el proyecto no prevé incidencia y por ende tampoco a la cantidad de agua que la abastece.

1) Control de la erosión

Es necesario para evaluar el grado de afectación a este servicio ambiental por parte del proyecto, estimar la erosión de los suelos, para lo cual se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha y mayores pérdidas denotan degradación.

Dicha ecuación corresponde a la expresión (anexo IV.16):

$$E = R * K * LS * C$$

Donde:

- E = Erosión del suelo t/ha año.
- R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr.
- K = Erosionabilidad del suelo.
- LS = Longitud y Grado de pendiente.
- C = Factor de vegetación
- P = Factor de prácticas mecánicas.

Para explicar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido, a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

En primera instancia, la erosión potencial se estima a nivel regional según los parámetros y valores de referencia de la metodología ajustada para México^{xix}, mediante la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación, que considera los factores inmodificables R, K, L y S. Los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar. Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país.

^{xix} Datos de referencia y metodología de estimación disponibles en:

<<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>>

Erosividad R. La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la siguiente ecuación:

$$Ec \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:

m= es la masa de lluvia

v= la velocidad de caída de las gotas de lluvia

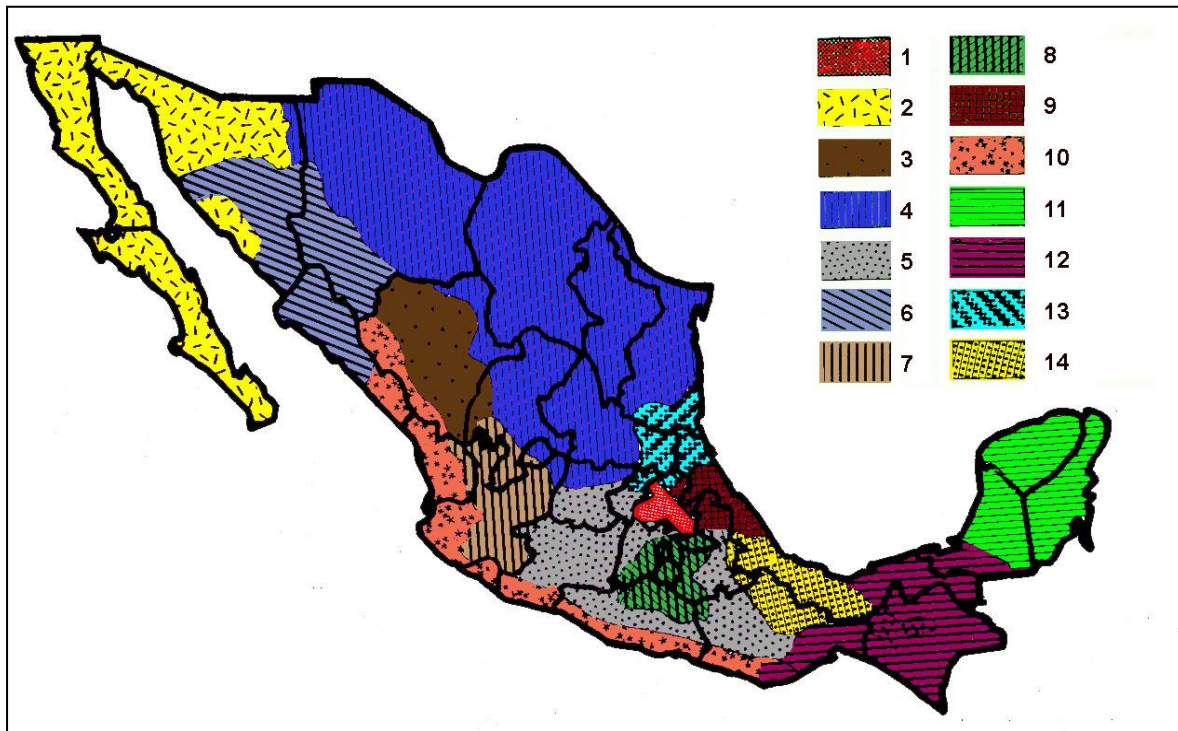
Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI/30$, es decir, el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, como $Ec / 10 \cdot 0.119 \cdot 0.0873 \log$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el valor de Ec y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. La suma de estos valores de EI 30 en un año da el valor de R. Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia; por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa, 1991)¹¹⁵.

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país (tabla IV.48; figura IV.42).

Tabla IV.48
Ecuaciones para calcular R

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 IV.42
Zonas para valores de erosividad en México



En este sentido, para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo, aplicando la ecuación Región XI, para este proyecto:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr.

P = Precipitación media anual de la región, 1,331.2 (estación Playa del Carmen).

Dado que precipitación media de la región es de 1,331.2 mm anuales, entonces el valor de R corresponde a:

$$R = 3.7745 (1331.2) + 0.004540 (1331.2)^2$$

$$R = 5024.61 + 8045.30$$

$$R = 13069.91 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K). La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo, en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la siguiente tabla, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K).

Tabla IV.49
Valores de erosionabilidad

Textura	% de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
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 limoso	0.048	0.042	0.033
Arcilla	0.013 - .029		

Para esta región de trabajo, los terrenos son de textura arcillo-arenosa y los contenidos de materia orgánica son de 0.5 a 2.0, por lo que el valor de K sería de 0.013. Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

Longitud y Grado de pendiente (LS). Este factor considera la longitud y el grado de pendiente. La pendiente media del terreno se obtiene dividiendo la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo.

Esto es:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Donde:

- S = Pendiente media del terreno (%)
- H_f = Altura más alta del terreno (m)
- H_i = Altura más baja del terreno (m)
- L = Longitud del terreno (m)

Si el nivel de la parte alta es de 5 msnm a la entrada del predio y la elevación en la parte baja es de 4 msnm al inicio de la playa, entonces la diferencia en elevaciones es de 1 m. Si la longitud del terreno desde la parte más baja a la más alta es de 705 m, entonces la pendiente media del terreno sería de:

$$S = 5 - 4 / 705$$

$$S = 0.0014 \text{ Esto es; } S = 0.14\%$$

Para calcular LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente formula:

$$LS = (l)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

l = Longitud de la pendiente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

Considerando los valores de longitud de la pendiente de 705 m, la pendiente media del terreno de 0.14% y m equivale a 0.5, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (705)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.14) + 0.00138 (0.14)^2)$$

$$LS = 26.55 * (0.0138 + 0.001351 + 0.000027)$$

$$LS = 26.55 * 0.01518$$

$$\underline{LS = 0.403}$$

Estimación de la Erosión Potencial

Considerando que R es igual a 13069.91, que K es igual a 0.013 y que LS es igual a 0.403 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación, de la siguiente manera:

$$Ep = (13069.91) (0.013) (0.403)$$

$$\underline{Ep = 68.55 \text{ t/ha/año.}}$$

La erosión potencial indica que de no existir cobertura del suelo, es decir en un suelo desnudo, y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían hasta 68.55 ton/ha/año. Se estima que una lámina de suelo de 1 mm corresponde a 10 ton/ha de suelo, por lo que en el presente estudio la pérdida potencial equivaldría a 6.85 mm de suelo anualmente.

Estimación de la Erosión Actual

Para estimar la erosión actual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual.

Factor de protección de la vegetación (C).- El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C varían de 0 a 1 y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo, el valor de C se reduce tendiendo a cero, por ejemplo, cuando existe una selva 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 IV.50.

Tabla IV.50
Valores de protección de la vegetación (factor C)

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
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	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Ahora bien, siguiendo con el contexto regional, para estimar la erosión actual en el SAR se consideró que al estar cubierto en poco más del 80% de su superficie por vegetación forestal, el valor de equivalencia correspondería a 0.001 (Bosque natural con alta productividad), por lo que:

$$E = (13069.91) (0.013) (0.103) (0.001)$$

$$\mathbf{E = 0.069 \text{ t/ha año}}$$

Esto indica que la erosión actual es muy inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

En contraste, de efectuarse el CUS solicitado, la cobertura vegetal del SAR reduciría en un 0.2% su cobertura vegetal, por lo que el valor del parámetro de referencia "C" continuaría inmutable y por ende también la magnitud de la erosión actual en el área de estudio. Ahora bien, no obstante al contexto del presente análisis cuantitativo, se reconoce que el desarrollo de cualquier proyecto involucra actividades poco compatibles con la conservación de los suelos, al considerar la presencia de maquinaria pesada y el retiro de vegetación, por lo que las medidas de mitigación tendientes a la conservación del suelo serán incluidas dentro del capítulo correspondiente.

IV.4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Con base en todo lo antes expuesto en los apartados previos, en éste rubro se integra una síntesis objetiva y congruente del estado de conservación y/o deterioro actual del SAR, a partir de la evaluación de su calidad ambiental. Para ello, se empleó la metodología que

utiliza la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO) al determinar la “calidad del ambiente” de áreas (espacios geográficos) que puedan alcanzar la categoría de regiones terrestres prioritarias (RTP).

Dicha metodología, reportada por Arriaga, *et al* (2000¹¹⁶) emplea un conjunto de 18 criterios de evaluación, de los cuales ocho determinan el valor biológico del área de estudio, seis detectan situaciones de amenaza o riesgo y tres se enfocan en la identificación de las oportunidades de conservación del área (tabla IV.51); estos criterios adquieren un valor ponderado cuya sumatoria arroja un total que denota de manera general la calidad ambiental de la región, en este caso del SAR que fue comparado, para tener un punto de referencia del grado de su calidad resultante, con la calidad ambiental de las dos RTP’s más cercanas entre las que se ubica: RTP 146 “Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam” y RTP 147 “Sian Ka’an-Uaymil-Xcalak” (tabla IV.52). De esta forma, calificar la calidad ambiental del sistema ambiental regional permitió conocer su estado actual (“línea base” o “estado cero”), con respecto a otros espacios que destacan por su alto valor biológico (regiones terrestres prioritarias).

Tabla IV.51
Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación

Criterios		ID	Descripción	Valores
Valor biológico	Extensión de la región	ER	La importancia de este aspecto radica en la correspondencia que existe entre el tamaño de la región y su biodiversidad	0= < 1000 ha. 1= 1000 a 10000 ha. 2= 10000 a 100000 ha. 3= > 100,000 ha
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	Se considera baja, cuando la presencia de plantas nativas y herbívoros silvestres medianos es escasa, así como cuando los procesos naturales de sucesión ecológica han sido alterados significativamente.	0= no se conoce 1= muy bajo 2=bajo 3= medio 4=alto
	Función como corredor biológico.	FC	Este criterio identifica la cualidad de una región de encontrarse conectada o servir de conexión con otra, por cualquier medio físico, el cual permite, entre otras cosas, el movimiento de especies silvestres.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Diversidad de ecosistemas	DE	Con este criterio se evalúa cualitativamente la variedad de ecosistemas que se encuentran representados en el área seleccionada.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios”.	FN	Este criterio identifica y evalúa fenómenos que ocurren en la naturaleza y que tienen un carácter “extraordinario”.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
	Presencia de endemismos	PE	Este aspecto se refiere a la existencia de organismos exclusivos de un área	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Riqueza específica	RE	Este criterio considera el conjunto de las especies y subespecies representadas en un área por los organismos que allí habitan.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Centro de origen y diversificación natural	CO	Este criterio evalúa la función que determinadas áreas han desempeñado como centros de origen, es decir áreas a partir de las cuales se han dispersado los taxa hasta alcanzar su distribución actual.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	Asigna un valor a aquellas regiones que albergan germoplasma de plantas, ya sea en estado silvestre, semisilvestre o ligado a las actuales practicas productivas, en cantidad significativamente relevante.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante

Criterios		ID	Descripción	Valores
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	Área ocupada por ecosistemas conservados respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta.	0= nulo 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)
	Grado de fragmentación de la región	GF	Este criterio se refiere al grado de pérdida de conectividad de los ecosistemas de un área.	0= muy bajo 1= bajo 2= medio 3= alto
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	Los cambios en la densidad poblacional de una región son indicadores indirectos de la estructura productiva y los niveles de bienestar social que en ella existen.	0= negativo 1=estable 2= bajo 3= alto
	Presión sobre especies clave ^{xx} .	PSE	Evalúan las actividades de explotación y extracción no controladas que ponen en riesgo la capacidad de regeneración de poblaciones de organismos clave.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Concentración de especies en riesgo	CER	La concentración de especies en riesgo en un área indica su importancia como zona de refugio, su valor como ecosistema relicto o bien, refleja el grado e amenaza al que está sometida la región y sus componentes.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	Evalúa el efecto que tienen las actividades humanas, incompatibles con la conservación de una región en particular.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Oportunidades de conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	Evalúa el porcentaje de una región en el que se aplica un esquema de manejo compatible con la conservación ya sea, bajo un área protegida en funcionamiento o bajo formas racionales de producción.	0= no se conoce 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)
	Importancia de los servicios ambientales	SA	Los ecosistemas desempeñan funciones ecológicas importantes para la sociedad, a estas funciones vistas como servicios ambientales, presentados por el ecosistema, se les puede asignar un valor económico, por concepto del servicio y amplitud de su influencia regional.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Presencia de grupos organizados.	PGO	Evalúa la importancia que tiene la presencia de grupos organizados en las diferentes regiones, sean de campesinos, indígenas y asociaciones civiles u otros, que se realicen, apoyen, coordinen o fomenten actividades compatibles con la conservación.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Una zona en óptimas condiciones, una vez calificada con estos criterios sumaría un valor total de 42 puntos (28 de valor biológico, 5 de situaciones de amenaza o riesgo y 9 de oportunidades de conservación).				

Tabla IV.52
Regiones Terrestres Prioritarias más cercanas al SAR

Nombre de la RTP	N° RTP	Estado	Distancia (Km) ^{1/}	Ubicación ^{2/}
Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam	146	Quintana Roo, Yucatán	50	N
Sian Kaán-Uaymil-Xcalak	147	Quintana Roo	80	S

^{1/} Distancia aproximada al punto más cercano con respecto al SAR.

^{2/} Ubicación de la región prioritaria con respecto al polígono del SAR.

^{xx} Se considera especie clave a aquella cuya distribución determina el límite de una región de importancia para la conservación y se caracteriza por desempeñar una función determinante dentro del ecosistema. (Arriaga *op cit.*)

La aplicación de los criterios utilizados por la CONABIO a los atributos del SAR, permitió evaluar la situación ambiental actual del sistema que alojará al proyecto. Por lo que la descripción de éstos se presenta a continuación:

a) Criterios de valor biológico (descripción para el SAR)

- **Extensión de la región (ER).** Con una superficie de 2,996.35 ha, el SAR se ubica dentro del rango de 1,000 a 10,000 ha, por lo que su importancia en este aspecto adquiere el valor de 1.
- **Integridad ecológica funcional de la región (IE).** Se le asignó el valor de 3 (medio), por la gran abundancia de especies nativas y porque el 81% de su superficie es vegetación forestal, no obstante la mitad de ésta corresponde a vegetación secundaria, lo cual, si bien habla de la buena capacidad de resiliencia del ecosistema, también se debe a que persiste la existencia de modificaciones de origen antrópico (desarrollos hoteleros, vías de comunicación y asentamientos humanos).
- **Función como corredor biológico (FC).** Se valoró con 2 (medio) debido a la presencia de manglar que conecta con otras áreas del mismo ecosistema, así como de selva mediana subperennifolia, la cual se encuentra menos conservada en algunas zonas, debido a la presencia de desarrollos hoteleros, vías de comunicación y asentamientos humanos.
- **Diversidad de ecosistemas (DE).** Dentro de la superficie del SAR se registran dos tipos de ecosistemas forestales, donde el manglar ocupa el 32.4% de la superficie del sistema ambiental regional y la selva mediana subperennifolia el 48.8% (el resto de la superficie corresponde a pastizal cultivado, cuerpos de agua y áreas desprovistas de vegetación); no obstante, la mayor parte de la selva mediana corresponde a vegetación secundaria, como evidencia de la perturbación a la que ha sido sometida, por lo cual este criterio fue valorado con 2 (medio).
- **Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios” (FN).** No se conocen, dentro de los límites del SAR, áreas de anidación o reproducción de especies en peligro, así mismo, el trabajo de campo no evidenció casos extraordinarios de especies microendémicas. Por lo que este rubro se valoró con 1 (poco importante).
- **Presencia de endemismos (PE).** Se identificó un número reducido de especies endémicas en el SAR: 4 especies de flora y 4 de fauna; en tanto que en el AeP sólo fueron 1 y 2 especies respectivamente, se destaca que el endemismos es a los tres estados que conforman la Península de Yucatán, por lo que se reafirma que no se trata de microendemismos que pudieran circunscribirse exclusivamente al SAR, por lo que este criterio se valoró con 1 (bajo).

Tabla IV.53
Especies endémicas registradas en campo

Especie		Nombre comun	Registro en AeP	Registro en SAR	Estatus NOM-059
Flora endémica	<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	x	x	A
	<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin		x	SC
	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua		x	SC
	<i>Cascabela thevetioides</i>	Venenillo		x	SC
Fauna cuasiendémica*	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca		x	SC
	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo	x	x	SC
	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco		x	SC
	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	x	x	SC

* Avifauna cuasiendémica: aquellas cuya distribución se extiende ligeramente a países vecinos fuera de los límites políticos de México por continuidad ecológica u orográfica.
X=especie registrada
A=amenazada; SC=sin categoría de riesgo.

- **Riqueza específica (RE).** Se determinó una riqueza de especies media (2), donde el grupo más abundante es el de las aves para el caso de la fauna, en tanto que para la flora, el estrato arbóreo estuvo representado por un mayor número de especies.
- **Centro de origen y diversificación natural (CO).** De acuerdo con las premisas básicas del dispersalismo (Morrone, 2002¹¹⁷), existe una tendencia de los organismos a dispersarse a partir del centro de origen, atravesando barreras, hasta poblar áreas nuevas. Esta misma escuela desarrolló varios criterios para ubicar los centros de origen de las especies, entre ellos:
 - Áreas de diferenciación taxonómica y ecológica máxima. Es decir, que el centro de origen corresponde al área en la cual existe gran diferencia taxonómica y/o ecológica, asumiendo que existe un incremento de la diversidad en función del tiempo, por lo que el área más antigua (centro de origen) es la que posee mayor diversidad.
 - Área con mayor abundancia de la especie. Asumiendo que, dado que el centro de origen es donde las condiciones ecológicas son las óptimas, allí será donde los organismos de una especie dada tendrá un mejor desarrollo.

Sobre estos criterios, puede advertirse que el área que ocupa el SAR no representa un centro de origen o diversificación para especies animales o vegetales, toda vez que no existe una gran concentración de individuos para alguna especie en particular, ni tampoco una gran diversidad o riqueza específica para algún taxón en especial. Cabe señalar, que existen nuevas tendencias para la búsqueda de los centros de origen sustentadas en la filogenia y la biogeografía, temas para los cuales no se cuenta con información en el caso de la zona que ocupa el sistema ambiental regional.

- **Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles (CD).** Como toda región con comunidades naturales, los ecosistemas del SAR, albergan germoplasma de especies silvestres. Sin embargo no se cuenta con información de prácticas productivas relevantes.

b) Criterios de amenaza o riesgo (descripción para el SAR)

- **Perdida de superficie original (PS).** Se valoró con 1 (bajo), toda vez que la superficie forestal en el SAR ocupa el 81% del mismo, no obstante que la mayor proporción de ésta corresponde a vegetación secundaria, lo cual si bien habla de perturbación, también es reflejo de la elevada resiliencia del ecosistema de selva mediana subperennifolia y a su vez también denota un incremento en la regulación del uso sustentable de los servicios ecosistémicos que éste brinda, particularmente el turístico, permitiendo la recuperación de la selva.

En este sentido, y con base en el indicador que evalúa este criterio, el área ocupada por ecosistemas forestales (Af) respecto al total del SAR (At), indica una pérdida poco significativa de su superficie:

$$PS = \frac{Af}{At} 100 = \frac{2,433.73 \text{ ha}}{2,996.35 \text{ ha}} 100 = 81.22\%$$

- **Grado de fragmentación de la región (GF).** Se valoró con 2 (medio) en virtud de la presencia de modificaciones antrópicas permanentes, tales como vías de comunicación, desarrollos hoteleros y asentamientos humanos.
- **Cambios en la densidad de poblaciones humanas (CDH).** La densidad poblacional en el municipio de Solidaridad, donde se localiza el SAR, presenta un crecimiento logarítmico, pronosticándose para el 2025, de acuerdo con el Consejo Estatal de Población, que la tasa de crecimiento seguirá en incremento de manera acelerada.
- **Presión sobre las especies clave (PSE).** No se tiene información respecto a actividades de extracción y/o explotación de especies clave^{xxi}, dentro del SAR. Algunas de las especies clave de la flora son los manglares y, prácticamente desde el año 2003 y, con mayor énfasis desde 2006, su protección ha quedado jurídicamente garantizada, por lo que ya no se registran autorizaciones para su poda o remoción, lo que ha contribuido a la paulatina restauración natural en áreas que fueron afectadas (al menos indirectamente) y en las cuales permanecieron condiciones naturales que favorecieron este proceso, alcanzando el umbral característico de estados de estabilidad alternativa (Bestelmeye, T. B., *et al.* 2009)¹¹⁸.
- **Concentración de especies en riesgo (CER).** La concentración de especies en riesgo (en la NOM-SEMARNAT-2010) encontradas en el SAR es relativamente baja, correspondiendo al 7% y el 12% de la flora y la fauna registrada respectivamente; la mayor cantidad de especies protegidas corresponde a la herpetofauna donde también se localiza la

^{xxi} Las especies clave son importantes porque sirven como mediadores del equilibrio de un ecosistema, comúnmente se reconocen a los depredadores superiores y a los polinizadores como especies clave ya que regulan la densidad de las poblaciones.

especie con el estatus de riesgo más riguroso, la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en peligro de extinción, en tanto que el resto de las especies se encuentran en los estatus A (amenazada) y Pr (protección especial). Cabe enfatizar que específicamente en el área del proyecto no se distribuye la especie de tortuga antes mencionada y que ahí se registraron sólo 5 especies protegidas.

- **Prácticas de manejo inadecuado (PMI).** Se valoró con 1 (bajo) en virtud del incremento de actividades antrópicas (turismo, vías de comunicación, asentamientos humanos); no obstante, el desarrollo de programas de ordenamiento y otras herramientas normativas, han contribuido a hacer un uso más sustentable de los servicios ecosistémicos de la región.

c) Criterios de oportunidades de conservación (descripción para el SAR)

- **Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado (AMB).** Se valoró con 1 (bajo), dado que el SAR no incide con ningún área natural protegida o prioritaria para la conservación.
- **Importancia de los servicios ambientales (SA).** Se calificó con 3 (alto) debido a la presencia de manglar en 32% de la superficie del SAR, considerando su elevada capacidad en la captura de carbono, y porque otro de los servicios ambientales destacables en el SAR son el estético y cultural, dando auge a las actividades turísticas que ahí se desarrollan.
- **Presencia de grupos organizados (PGO).** Se valoró con 1 (bajo), toda vez que en general, Quintana Roo se caracteriza por la presencia de población indígena y otros grupos organizados que fomentan actividades compatibles con la conservación, no obstante la mayoría de éstas actividades se centran en áreas protegidas y prioritarias, que no es el caso del SAR.

Una vez descritos y calificados cada uno de los atributos del SAR, se realizó la sumatoria de todos ellos y se comparó con lo descrito para las RTPs (Tabla IV.54), de acuerdo con los valores asignados en las fichas descriptivas de la CONABIO para estas regiones prioritaria, fichas incorporadas en el Anexo IV.17.

Tabla IV.54

Comparativo de los valores obtenidos para cada atributo de calidad ambiental

Criterio	ID	Valores de referencia			Línea base	
		Valor idóneo	RTP 146	RTP 147	SAR (T0)	
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	3	3	1
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	4	4	3
	Función como corredor biológico	FC	3	0	3	2
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	2	2	2
	Presencia de fenómenos naturales y "extraordinarios".	FN	3	3	0	1
	Presencia de endemismos	PE	3	2	2	1
	Riqueza específica	RE	3	1	2	2
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	0	0	0

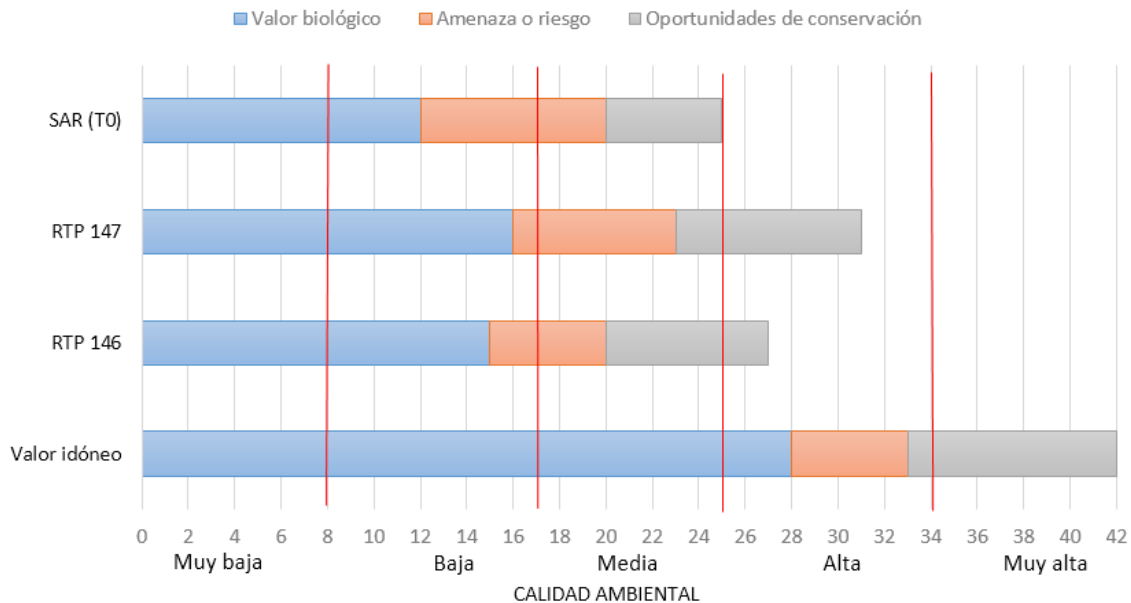
Criterio	ID	Valores de referencia			Línea base	
		Valor idóneo	RTP 146	RTP 147	SAR (T0)	
Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles	CD	3	0	0	0	
Subtotal		28	15	16	12	
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	0	1	1
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	2	1	2
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas	CDH	0	1	1	3
	Presión sobre especies clave	PSE	1	0	0	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	0	3	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	2	1	1
Subtotal		5	5	7	8	
Oportunidades de conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado	ABM	3	2	3	1
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	2	2	3
	Presencia de grupos organizados	PGO	3	3	3	1
	Subtotal		9	7	8	5
Total		42	27	31	25	

Ahora bien, ponderando proporcionalmente el valor de la calidad ambiental resultante de esta metodología, considerando que una zona prístina obtendría un valor máximo de 42 puntos, la calidad ambiental puede agruparse en cinco categorías:

- ☞ Calidad ambiental muy alta (35-42 puntos)
- ☞ Calidad ambiental alta (26-34 puntos)
- ☞ Calidad ambiental media (18-25 puntos)
- ☞ Calidad ambiental baja (9-17 puntos)
- ☞ Calidad ambiental muy baja (1-8 puntos)

De esta manera, con una calificación de 25, el SAR podría evaluarse con una calidad ambiental media si se contrasta con la valoración de las dos regiones prioritarias de referencia que tienen una puntuación de 27 y 31 respectivamente. También es notable que dentro de dicho valor se presenta un decremento de alrededor del 20-30% en los atributos biológicos y oportunidades de conservación del SAR, así como un incremento en las situaciones de amenaza o riesgo (Figura IV.43). La calificación obtenida para la calidad ambiental el SAR, expresa congruentemente la información contenida dentro de este DTU, en el cual se demuestra la existencia de una buena cobertura vegetal, pero también la presencia de modificaciones antrópicas en el SAR, que de acuerdo con el análisis retrospectivo presentado al inicio de éste capítulo se han desarrollado desde hace más de 30 años; no obstante, el incremento en la regulación de éstas actividades, principalmente la turística, ha dado lugar a la recuperación de los ecosistemas, lo cual está evidenciado por la abundancia de vegetación en estado secundario de sucesión.

Figura IV.43
Comparativo de la calidad ambiental del SAR con respecto a las RTP's y el valor idóneo



Finalmente y en virtud de lo expuesto a lo largo de éste capítulo, toda el área destinada a CUSTF, en caso de aprobarse el proyecto, presenta homogeneidad tanto en el tipo de vegetación (selva mediana subperennifolia) como en el estado de conservación de la misma (vegetación secundaria) y considerando además que el proyecto en cuestión implica la ampliación de un hotel ya establecido, las áreas destinadas a CUSTF ya se encuentran influenciadas por dicha modificación antrópica, al presentar poca conexión entre sí y con el resto de vegetación adyacente. Por lo que de hecho, el diseño del proyecto se ha basado la transferencia de densidades permitidas por el Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, de predios ubicados dentro de la misma UGA, en este caso de los predios La Ceiba y Zacil-Há hacia “Siempre Viva V” y “Siempre Viva IV”, mientras que la superficie de los primeros será destinado como área de conservación en perpetuidad, toda vez que en estas áreas la estructura, diversidad y composición de flora y fauna presentan un mejor estado de conservación.

Por lo anterior, dentro de las 6.37 ha de CUSTF no es posible identificar áreas mayormente susceptibles a los impactos; sin embargo, en un esfuerzo de mantener el dato presente, podría seleccionarse como área más vulnerable, por la presencia de un ecosistema frágil, a la zona de manglar más cercana al proyecto que está a 15 metros del área de CUSTF, donde si bien no se contempla la más mínima obra, debe tomarse en cuenta la importancia de su conservación en obediencia a la Normativa en materia, por lo que deberá actuarse con cuidado de no afectarlo en lo absoluto, ya que parte de los límites legales del predio incluyen parte de este ecosistema. La localización de las áreas de manglar se encuentra especificadas en el Estudio de Zonificación en el Anexo III.2.

Aunado a lo anterior y, basado en la descripción del medio natural que se presentó, a continuación se realiza un diagnóstico integral de éstas condiciones ambientales con respecto al proyecto que se presenta.

El proyecto se encuentra dentro de la UGA 17 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, denominada Corredor Turístico Punta Brava-

Xcalacoco, en esta UGA las actividades del proyecto (consideradas como turístico y equipamiento), están condicionadas, sin embargo no son incompatibles de acuerdo a este programa de ordenamiento. Lo anterior significa que el uso de suelo propuesto es una opción válida siempre y cuando se ajuste a los criterios de regulación ecológica.

En el SAR se observa que la principal actividad que representa el cambio de uso de suelo (CUS) corresponde a la actividad turística con hoteles, restaurantes y muelles.

El AeP corresponde a un área impactada y con un paisaje modificado. La tendencia en este espacio no parece pueda ser modificada hacia su estatus original, por el contrario, el escenario previsto implica su cambio de uso de suelo para ser ocupada por un uso turístico.

El SAR, por su parte, se localiza en la zona baja de la cuenca Quintana Roo, por lo que, como ocurre en toda la Península, se presentan características particulares de alta infiltración y escaso relieve, no existen cuerpos de agua superficiales de importancia, la recarga del acuífero por encontrarse en la parte baja o de salida no es significativa, además de que se considera al acuífero como subexplotado, es decir se aprovecha por debajo de su capacidad.

En la parte suroeste del SAR se encuentra un cenote de aproximadamente 35 metros de diámetro que podría ser el más importante a una distancia de 2.5 kilómetros del proyecto, este fenómeno geomorfológico conforma un ecosistema frágil en el cual, el proyecto no incidirá.

De otra parte, esta zona es propensa al paso de huracanes que, con cierta regularidad afectan la flora y fauna del sitio, y que aumentan la vulnerabilidad en cuanto a incendios forestales, sin embargo también es una realidad que el humedal de manglar, por sus dimensiones y funcionamiento conforma una barrera que regula estos efectos y, en los cuales, a pesar de los daños causados por el huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005), éste último considerado como el más dañino que ha afectado a nuestro país y que devastaron a los ecosistemas de duna y de manglar en esta zona de la Península, a la fecha, en tan solo 30 y 13 años, ambos ecosistemas se encuentra casi en un 100% restaurados de manera natural, tiempo sorprendente y que evidencia la importante resiliencia que tienen ambos ecosistemas. Lo mismo puede inferirse del desarrollo de infraestructura turística desarrollada a finales del siglo pasado. Es cierto que muchas de esas infraestructuras rompieron la continuidad de algunos ecosistemas, particularmente el humedal, la selva mediana y la duna costera, sin embargo a 18 o 20 años de distancia no se registran evidencias de daño irreversible al conjunto de ecosistemas, por el contrario, los efectos fueron puntuales y temporales, es importante reconocer que, además de la capacidad de absorción y restauración de estos ecosistemas (resiliencia), también ha aportado su valía el resultado de la aplicación de los lineamientos de la NOM-022, del artículo 60-TER de la LGDVS y los criterios del ordenamiento ecológico local del municipio de solidaridad, a través del procedimiento de evaluación del impacto ambiental y la inspección del cumplimiento de las obligaciones adquiridas en las resoluciones respectivas.

En cuanto a la geomorfología del área del proyecto, éste se ubicará sobre las unidades de relieve que son llanura rocosa de piso rocoso o cementado. La playa o barra de piso rocoso o cementado se ubica a lo largo del sur sureste, este y noreste del SAR; las pendientes son leves y no pasan del rango de 0 a 5%, no se presentan problemas de erosión ni degradación de suelos, el problema de erosión se presenta en la playa donde el movimiento de arena se realiza de norte a sur y viceversa.

En cuanto al paisaje, poco más del 25% de la superficie del SAR corresponde a paisajes naturales, cerca del 50% se compone de ecosistemas alterados (vegetación

secundaria), el restante son paisajes antrópicos determinados por instalaciones de servicios turísticos principalmente hoteles. Con respecto al polígono del proyecto, domina el paisaje natural de selva mediana subperennifolia. Sin embargo, aun cuando en el polígono del proyecto domina el paisaje natural, es importante señalar que el paisaje antrópico que genere el proyecto tiene la capacidad de ser absorbido por el paisaje actual del SAR, esto se debe a que en la superficie del SAR en la línea de costa, el POEL asegura la preservación de la línea de paisaje de manera que no se construyan edificaciones que rebasen la altura de la cobertura forestal dominante.

En cuanto al apartado biótico de acuerdo con el trabajo de campo realizado para el SAR, se identificó vegetación de selva mediana subperennifolia, manglar y como uso de suelo pastizal inducido.

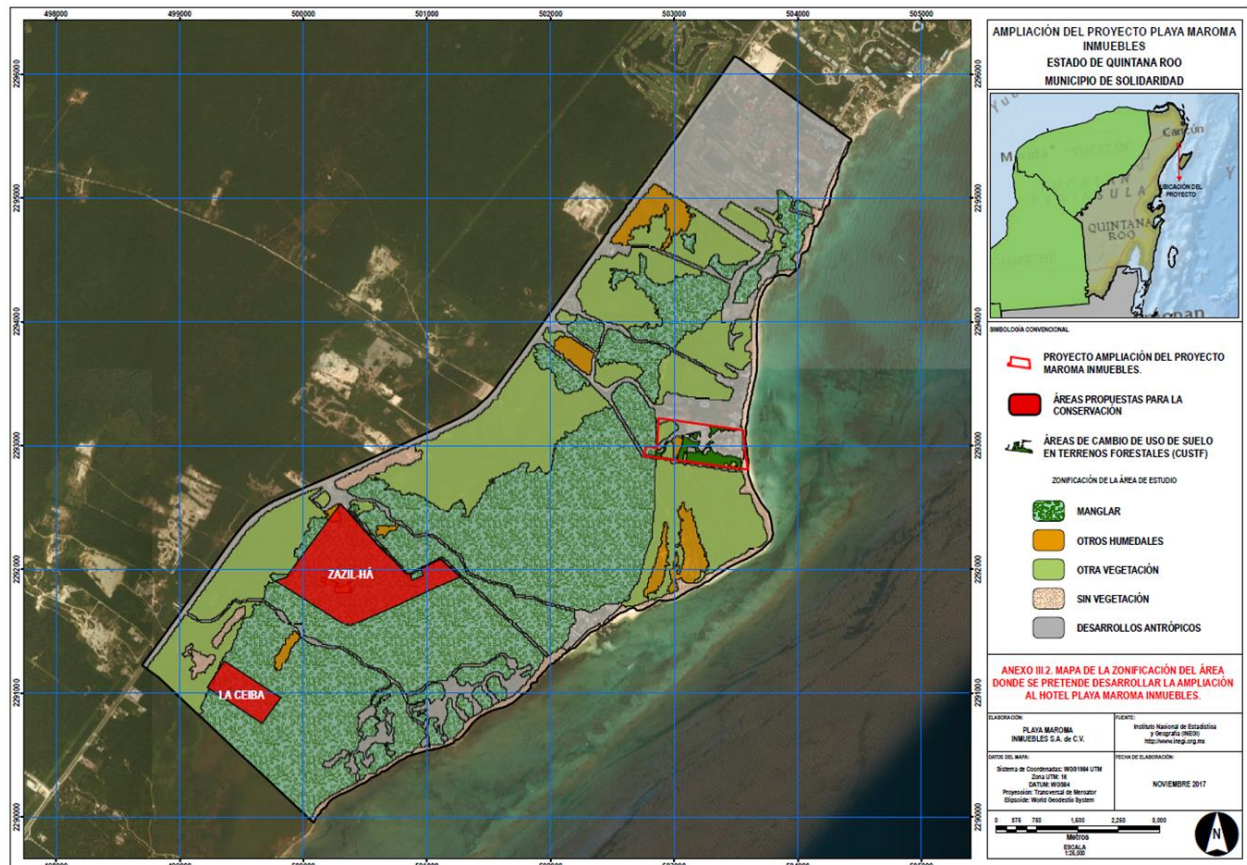
Se realizó un inventario florístico en el cual se registraron en el SAR un total de 31 especies distribuidas en 20 familias; de las cuales, dos de ellas se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de especies amenazadas, que son: *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*; siendo esta última considerada como endémica también.

La diversidad encontrada en el AeP es baja para el estrato arbóreo (1.76 Shannon) y muy baja en los estratos arbustivos (0.127) y herbáceos (0). Lo anterior supone una afectación a la vegetación como la respuesta de la alta densidad de palma Chiiit que suele aprovechar las opciones de reproducirse exponencialmente llegando a convertir áreas homogéneas, a las cuales se les llega a considerar como un tipo de vegetación (chiital).

Los manglares se distribuyen en las zonas de transición entre el mar y la tierra, caracterizándose por ser muy dinámicos y con procesos ecológicos acelerados; sin embargo, son muy sensibles a cualquier perturbación, están considerados dentro de los ecosistemas frágiles. La ocupación de manglar en el SAR es amplia y, si bien en el predio del proyecto hay presencia de esta comunidad vegetal, NO se contemplan obras en esas áreas, es decir que el único tipo de vegetación a ser afectado será de selva mediana (figura IV.44).

Las franjas intermareal y de dunas costeras constituyen el epítome de la interfase tierra-mar y un punto central para el desarrollo de los estudios ambientales de estados costeros. Propuestas recientes indican que el espacio costero debe estar integrado por tres elementos: la línea de costa, el espacio hacia el mar y el espacio hacia tierra, conformando una zona costera mínima u obligada. Las franjas intermareal y de dunas costeras se posicionan en la parte central de esta triada, es decir la línea de costa. En los límites del predio se presenta duna de forma estructural pero no presenta características de vegetación de dunas costeras es decir, no presenta manchones ni continuos mayores a 150 metros cuadrados.

Figura IV.44
Uso de suelo donde se ve la distribución del manglar



En cuanto a la fauna en el SAR se obtuvo un registro total de 52 especies, de las cuales 3 son anfibios, 12 fueron reptiles, 27 aves y 10 mamíferos. Para el área del predio del proyecto se identificó un anfibio, 7 reptiles, 14 aves y 7 mamíferos. Del total de especies registradas, las que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 son:

2 anfibios: Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*).

3 Reptiles: Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), Iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) e Iguana verde (*Iguana iguana*).

1 Ave: Perico pecho sucio (*Eupsittula nana*).

En lo que respecta a la distribución, de las especies registradas en el AeP, solo dos aves son consideradas como cuasiendémicas: Rascador oliváceo (*Arremonops rufivirgatus*) y colibrí yucateco (*Amazilia yucatanensis*).

En cuanto a los servicios ambientales es inevitable una afectación debido a que el desarrollo del proyecto contempla la remoción de vegetación en la cual se están provisionando bienes y servicios ambientales, tales como captura de carbono, protección a la biodiversidad, protección y recuperación de suelo y protección a la biodiversidad; sin embargo, se proponen medidas de mitigación para minimizar las pérdidas y posteriormente la recuperación de los servicios ambientales.

En el medio sociocultural se encontró que la mayor parte de la derrama económica del Municipio de Solidaridad es gracias al sector turístico. Posee una de las de más altas tasas de crecimiento poblacional en el país, particularmente la ciudad de Playa del Carmen, la cual es un atractivo para la inmigración debido a sus bellezas naturales y la cantidad de empleos que oferta, fundamentalmente en el sector terciario.

IV.5 FACTORES AMBIENTALES

Este capítulo concluye con la integración, de la tabla de factores ambientales susceptibles de recibir impactos^{xxii} (tabla IV.77) el cual ordena de manera jerarquizada, a los elementos que constituyen al entorno (subsistemas, medios, factores y subfactores) en el cual pretende establecerse el proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles”. En este apartado se sintetizan y ordenan todos los elementos constitutivos del ambiente y que han sido descritos a lo largo del presente texto. Esta tabla conformará una base inicial del proceso de identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales (Capítulo V de este DTU).

Tabla IV.55
Factores y subfactores del ambiente

Subsistemas	Medios	Factores	Subfactores
Físico-natural	Abiótico	Aire	1 Calidad atmosférica
			2 Confort sonoro
			3 Emisiones de partículas
		Suelo	4 Características fisicoquímicas
			5 Relieve
			6 Profundidad del suelo
		Agua	7 Cantidad
			8 Calidad fisicoquímica
			9 Patrón de escurrimiento
		Procesos del medio inerte	10 Erosión
			11 Dinámica de cauces
	Biótico		Vegetación
		13 Abundancia	
		14 Riqueza	
		15 Individuos de especies vulnerables (NOM-059, importancia biológica)	
		Fauna	16 Hábitat
			17 Diversidad
			18 Abundancia
			19 Riqueza
			20 Individuos de especies vulnerables (NOM-059, importancia biológica)

^{xxii} Por factores ambientales susceptibles a recibir impactos entendemos los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma relevante.

Subsistemas	Medios	Factores	Subfactores
		Procesos	21 Movilidad de especies terrestres
			22 Movilidad de especies voladoras
		Ecosistemas	23 Integridad funcional
			24 Estructura del ecosistema
	Perceptual	Paisaje	25 Calidad paisajística
			26 Conectividad
		Intervisibilidad	27 Incidencia visual
			28 Potencial de vistas
	Usos de suelo	Recreativo	29 Turismo
		Productivo	30 Uso extractivo
			31 Uso forestal
		Conservación	32 Áreas naturales protegidas
		Viales rurales	33 Caminos, sendas
Socioeconómico	Población	Características culturales	34 Estructura de la propiedad
			35 Aceptabilidad social del proyecto
		Estructura de ocupación	36 Empleo
			37 Población ocupada por rama de actividad
			38 Población ocupada según rama profesional
		Dinámica poblacional	39 Inmigración
		40 Emigración	
	Economía	Ingresos	41 Ingreso per cápita
			42 Valor del suelo
		Relaciones económicas	43 Actividades económicas afectadas
			44 Actividades económicas inducidas
			45 Relevancia del sector turismo
	Servicios infraestructura	Servicios básicos	46 Disponibilidad de servicios básicos
	47 Infraestructura energética		
	48 Infraestructura hidráulica		
	49 Existencia de caminos		

IV.6 LITERATURA CONSULTADA

- 1 SECTUR, 2013. Estudio de competitividad turística del destino Riviera Maya, Quintana Roo. Agendas de competitividad de los destinos turísticos de México. Secretaría de Turismo, México.
- 2 Juanes, J.L. 2004. Estudio de factibilidad mejoramiento de la Playa en el predio Tres Ríos. Gamma, S.C. En: Juárez P., J. Ricardo; Chacón H., Andrés; Pasquetti H., Giuseppe; Rojas G., J. Luis; Zarate L., David; Alafita V., Héctor. 2006. Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema ambiental Punta Bete-Punta Maroma. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 112 pp
- 3 Juárez P., J. Ricardo; Chacón H., Andrés; Pasquetti H., Giuseppe; Rojas G., J. Luis; Zarate L., David; Alafita V., Héctor. 2006. Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la Evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano: Sistema ambiental Punta Bete-Punta Maroma. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 112 pp.
- 4 García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- 5 INEGI. Datos climatológicos. Consultada en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/mapas/climatologia/>
- 6 SMN-CNA. Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Información Histórica: ciclones tropicales. Consultado en: <http://smn.cna.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica>
- 7 Pennigton, T.D. y J. Sarukhan. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª Ed. México. UNAM. FCE 523p
- 8 INEGI, 1990. Geología de la República Mexicana. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
- 9 INEGI, 2004. Guías para la interpretación de cartografía. Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- 10 INEGI, 2015. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Escala 1:250 000. Serie III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- 11 INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- 12 CONAGUA. 2014. Estadísticas del agua en México. SEMARNAT.
- 13 INEGI. 2012. Estudio hidrológico del Estado de Quintana Roo. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) – Gobierno del Estado de Quintana Roo. México.
- 14 CONABIO, 2017. La diversidad biológica en México. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Consultada en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html
- 15 Tello, H. A., Castellanos, E. O., 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo I. Capítulo 1. Descripción física. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).
- 16 SAGARPA, 2010. Diagnóstico agropecuario forestal y pesquero del Estado de Quintana Roo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación, Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- 17 Valdez, M., Islebe, G. A., 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo: un análisis para su conservación. Tomo II. Capítulo 3. Tipos de vegetación de Quintana Roo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).
- 18 Flores, J. S. et al, 2010. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. Capítulo 3, apartado uno: comunidades vegetales terrestres. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).
- 19 Díaz, A. E., 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo, un análisis para su conservación. Tomo I. Capítulo 1. Apartado cinco: vegetación. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).
- 20 Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Edición Conmemorativa. Fondo de Cultura Económica USA.
- 21 Juárez, P.J.R., A. Chacón, H. G. Pasquetti, H. J.L. Rojas G. D. Zárate L. y H. Alafita V. 2006. Reflexiones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el Caribe Mexicano. Sistema ambiental Punta Bete – Punta Maroma. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, SEMARNAT. México.
- 22 Anónimo, 2005. Estudio de la zona de humedales. Determinación de las características, composición, estado de conservación y grado de desarrollo. Cancún, Quintana Roo. México. 40 pp.
- 23 Cabrera, C.E. 2012. Composición estructural de la vegetación costera en una franja del litoral quintanarroense. Inédito.
- 24 Espejel, I. 1986. La vegetación de dunas costeras en la Península de Yucatán. II. Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. BIOTICA 11(1): pp 7-24.
- 25 Spitler, P. 1995. Guía técnica para el inventario rápido de bosques secundarios en la zona norte de Costa Rica. COSEFORMA. Alajuela, Costa Rica. 20 pp.

- 26 Ramírez Delgadillo, Mario. 2011. Metodología para realizar y presentar los informes de sobrevivencia inicial (ISI) de las plantaciones forestales comerciales (aspectos técnicos). Colaboración de CONAFOR, PorÁrbol y SEMARNAT. México.
- 27 Hughell, David A. 1997. La optimización de inventarios forestales. Documento técnico 59/1997. Tropical Research and Development y el Wildlife Conservation Society. Bolivia.
- 28 Erhad Duaber. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- 29 Carrera, Fernando. 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la reserva de la Biósfera Maya, Petén, Guatemala. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. Costa Rica.
- 30 Mostacedo, Bonifacio y Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR (Proyecto de manejo forestal sostenible). Santa Cruz, Bolivia.
- 31 Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM.
- 32 CONABIO. 2017. Enciclovida. En: www.enciclovida.mx
- 33 Moreno, Claudia E. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. I. Zaragoza, 84 pp.
- 34 Gotelli, N., Colwell, K. 2001. Estimating species richness. *Biological diversity* 39-54 p.
- 35 Villareal H., Álvarez M., Córdoba S., Escobar F., Fagua G., Gast F., Mendoza H., Ospina M. & Umaña A.M. 2006.- Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad: 191 (en) Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá. Colombia.
- 36 Zarco-Espinosa, VM; Valdez-Hernández, JI; Ángeles-Pérez, G.; Castillo-Acosta, O. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y ciencia, trópico húmedo.* 26(1):1-17.
- 37 Carreón-Santos, Roy y Valdez-Hernández, Juan I. 2014. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, Vol. 20, núm. 1, 2014, pp. 119-130 Universidad Autónoma Chapingo, México.
- 38 Zamora-Crescencio, Pedro; Rico-Gray, Víctor; Barrientos-Medina, Roberto Carlos; Puc-Garrido, Elda Celedonia; Villegas, Pascale; Domínguez-Carrasco, María del Rosario, y Gutiérrez-Báez, Celso. 2017. Estructura y composición florística de la selva mediana subperennifolia en Bethania, Campeche, México. *Polibotánica*, Núm. 43, pp. 1-20, ISSN 1405-2768; México.
- 39 Jorgensen, E.S., (Eds), 2005. *Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health*, CRC Press, Taylor & Francis Group. New York, EUA: 439pp.
- 40 Lamoreux, J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight y H. H. Shugart. 2006. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*, 440:212–214.
- 41 Leroux, S.J. y F.K. Schmiegelow. 2007. Biodiversity Concordance and the Importance of Endemism. *Conservation Biology*, 21:266-268.
- 42 Velasco de León, P.M., J. Arellano, A. Silva P. y S.Y. Guarneros. 2007. Aspectos geológicos y paleontológicos. *Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana* (I. Luna, J. J. Morrone and D.Espinosa., eds.), CONABIO, México. 25–38.
- 43 Arita, H. 1997. The non-volant fauna of Mexico: species richness in a megadiverse country. *Biodiversity and Conservation*, 6:787-795.
- 44 Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend Peterson, H. Berlanga-García y L.A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 476-495.
- 45 Escalante, T., Szumik, C. y J.J. Morrone. 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion. *Biological Journal of the Linnean Society*, 98, 468–478.
- 46 Sánchez C., V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 496-504.
- 47 Ramírez, J. y Castro, A. 1994. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1988-1993*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa, Ciudad de México.
- 48 Ceballos G., I. Salazar, R. List Sánchez, J. Rodríguez y G. Santos. 2006. Vertebrados terrestres. In: H. Cotler, M. Mazari y J. de Anda. *Atlas de la Cuenca Lerma-Chapala: construyendo una visión conjunta*. Instituto Nacional de Ecología. México.
- 49 Edwards, P.J. y Abivardi Cyrus. 1998. The value of biodiversity: where ecology and economy blend. *Biological Conservation*, 83. No. 3: 239-246.
- 50 Pozo, C. (Editora). 2011. *Riqueza biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*. Tomo 2 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones-México.
- 51 Galindo-Leal, C. 2003. *De dos mundos: las ranas, sapos y salamandras de la Península de Yucatán*, México. Pangaea Publications,

U.S.A. 160 pp.

- 52 IUCN, 2017, The IUCN Red List of Threatened Species. Disponible en: [http:// www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org).
- 53 Calderon-Mandujano y Mora-Tembre. L. 2004. New distributional records and comments on Amphibians and Reptiles from Quintana Roo, Mexico. *Herpetological Review* 35(3):295-296
- 54 Cedeño-Vázquez, J. R., Calderón, R. y Pozo, C. 2003. New Distributional Records for Amphibians and Reptiles from Quintana Roo on the Yucatan Peninsula, Mexico. *Herpetological Review* 34(4):393-395.
- 55 Lee, J. C. 1996. *The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula*. Cornell University Press, Ithaca and London. 500 pp.
- 56 Calderon-Mandujano, R. 2006a. Anfibios y reptiles como potenciales indicadores de la calidad del hábitat en tres sitios del Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) en México. Tesis de Maestría. ECOSUR, Chetumal, Quintana Roo. 80 pp.
- 57 MacKinnon H. B. 2005. Aves y reservas de la Península de Yucatán. *Amigos de Sian Ka'an*, A. C. 76 pp.
- 58 Greenberg, R. 1990. *El sur de México: cruce de caminos para los pájaros migratorios*. Smithsonian Institute, Washington, D.C. 32 pp.
- 59 Rich, T. D., Beardmore, C., Berlanga, H., Blancher, P. J., Bradstreet, M. S. W., Butcher, G. S., Demarest, D. W., Dunn, E. H., Hunter, W. C., Iñigo-Eliás, E. E., Kennedy, J. A., Martell, A. M., Panjabi, A. O., Pashley, D. N., Rosenberg, K. V., Rustay, C. M., Wendt, J. S. y Will, T. C. 2004. *Partners in Flight. North American Landbird Conservation Plan*. Cornell Laboratory of Ornithology, Ithaca, New York. 66 pp.
- 60 Correa Sandoval, J. Y B. MacKinnon H. 2011. Fauna/Vertebrados terrestres. En: Pozo, C. (Ed). 2011. Riqueza biológica de Quintana Roo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), ECOSUR. Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México.
- 61 Redford, K.-H. Y J.F. Eisenberg. 1992. *Mammals of the Neotropics*. En: Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Fondo de Cultura Económica (FCE). P. 815. México.
- 62 Humboldt, A. 2004. *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Programa Inventarios de Biodiversidad. Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA), Bogota, Colombia. 190 p.
- 63 Moreno C.E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T-Manual y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 24-86p.
- 64 Palmer, M. W. 1990. The estimation of species richness by extrapolation. *Ecology*, 71: 1195-1198.
- 65 Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper Collins Publ. 654 pp.
- 66 López Gómez, A.M. y G. Williams Linera. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Sociedad Botánica de México. Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 78:7-15.
- 67 Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Grupo Ibérico de Aracnología. Madrid, España. Revista Ibérica de Aracnología*, 8.
- 68 Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N. P. Pavón. 2011. Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82:1249-1261.
- 69 Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.
- 70 Magurran, A. E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey. 179 p.
- 71 Lira, I. y Biones, M. 2012. Abundancia relativa y patrones de actividad de los mamíferos de los Chimalapas, Oaxaca, México. *Acta Zoológica Mexicana* 28(3): 566-585.
- 72 Rocha, A.; Chávez, R.; Ramírez, A. y Cházaro, S. 2009. *Comunidades, Métodos de Estudio*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 73 Smith, T. y Smith, R. 2010. *Ecología*. Pearson Educación. Madrid, España.
- 74 Rocha, A., Chávez, R., Ramírez, A. y Cházaro, S. 2009. *Comunidades. Métodos de Estudio*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México.
- 75 Pozo, C. y Escobedo, J. E. 1999. Mamíferos terrestres de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo. *Revista de Biología Tropical*. México.
- 76 Arroyo, E. et al. 2013. Riqueza, abundancia y diversidad de mamíferos silvestres entre hábitats en el Parque Nacional Cañon del Sumidero, Chiapas. *THERYA. Asociación Mexicana de Mastozoología A.C. México*.
- 77 Bojorges, J. C. y López, L. 2005. Riqueza y diversidad de especies de aves en una selva mediana subperennifolia en el centro de Veracruz. *Acta zoológica mexicana*. México.
- 78 Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- 79 Censo de Población y Vivienda 2010. Quintana roo/Población/Localidades y su población por municipio según tamaño de la localidad.

- 80 Encuesta Intercensal (2015). Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015 : Quintana Roo /Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México : INEGI, 92 p.
- 81 Quintana Roo: Indicadores demográficos, 2010-2030. <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>.
- 82 Honorable Ayuntamiento de Solidaridad 2016-2018. 2017. Plan Municipal de Desarrollo.
- 83 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2016 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.-- México: INEGI, c2016. 407 p.
- 84 Muñoz Criado, A. Guía metodológica. Estudios de paisaje. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. La Imprenta CG.
- 85 Burel, F. y J. Baudry. 2002. Ecología del paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México.
- 86 Toledo, A. 2006. Agua, hombre y paisaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D.F. 261 p.
- 87 Urquijo, T. y Barrera, B.N. 2009. Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista. Andamios. Revista de Investigación Social, 227-252.
- 88 Cifuentes, P. 1979. La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al Valle del Río Tiétar. Tesis Doctoral. E.T.S. de Ing. de Montes. Universidad Politécnica, Madrid.
- 89 Aramburu Maqua, M.; Escribano Bombín, R.; López Hernández, R.; Sánchez Ramos, P. 2005. Cartografía del paisaje de la comunidad autónoma de la Rioja. Departamento de Proyectos y Planificación Rural; Unidad Docente de Planificación y Proyectos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. 15-84 pp.
- 90 Escribano, R., Frutos, M., Iglesias, E. y Tonecilla, I. 1987. El paisaje ministerio de obras públicas y transportes. Secretaria de Estado para las políticas del agua y el medio ambiente. Madrid.
- 91 Solari F.A. y L. Cazorla. 2009. Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje. Cuaderno 30. Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. 213-226 pp.
- 92 Bronchalo González, E. 2002. Gestión sostenible del paisaje visual en el término municipal de Rascafría (Comunidad de Madrid). Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Geografía, t. 15: 95-107.
- 93 Montoya, A.R.; Padilla, R. y Stanford, C.S. 2003. Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Boletín de la A.G.E. No. 35: 123-136.
- 94 García García, C. 1999. Manual de gestión y contenido de proyectos mineros. España: Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones.
- 95 Arias Sierra, P. 2003. Periferias y nueva ciudad: El problema del paisaje en los procesos de dispersión urbana. España: Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- 96 <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/LocdeMun.aspx?tipo=clave&campo=loc&ent=23&mun=008>
- 97 Yeomans, W.C. (1986). Visual impact assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.
- 98 Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1ra Edición digital. México.
- 99 Balvanera, Patricia y Cotler, Helena. 2007. Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. Gaceta ecológica número. especial 84-85 (2007): 8-15. Instituto Nacional de Ecología, México.
- 100 Gay, C. y J. Martínez. 1995. Mitigation of emissions of greenhouse gases in Mexico. Interciencia 20: 336-342.
- 101 Sedjo, A.R. 1990. The global carbon cycle. Are forests the missing sink? J. For. 88: 33-34.
- 102 Perry, D.A. 1994. Forest ecosystems. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD.
- 103 Figueroa-Navarro, C.; Etchevers-Barra, J.D.; Velázquez-Martínez, A. y Acosta-Mireles, M. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la sierra norte de Oaxaca. Terra Latinoamericana, vol. 23 (1):57-64. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- 104 Ordóñez, José Antonio Benjamín y Masera, Omar. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. Madera y Bosques 7 (1). Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México pp. 3-12
- 105 IPCC (Intergovernmental Panel of Climatic Change). 2001. Summary for policymakers. A report of working group I of the Intergovernmental Panel of Climatic Change.
- 106 Moreno García, Norman; Herrera Machuca, Miguel Ángel y Caraciolo Ferreira, Rinaldo Luiz. 2011. Modelo para calculo estimación del carbono en tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en la reserva nacional Malleco – Chile. Revista Árvore, Viçosa-MG, V.35, N.6, p.1299-1306.
- 107 Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarsa, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nature Geoscience, 4, 1-4.

- 108 Adame, María Fernanda y Kauffmann, Boone. 2012. Determinación de la estructura y existencias de carbono en manglares de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an. CONABIO, CINVESTAV y CONAFOR (reporte sometido a revisión).
- 109 Hall, L.S., P.R. Krausman y M.L. Morrison. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 25:173-182.
- 110 Storch, I. 2003. Linking a multiscale habitat concept to species conservation. Pp. 303–320. En: Bissonette, J.A. e I. Storch (eds.). *Landscape ecology and resource management: linking theory with practice*. Island Press, Washington, D.C.
- 111 Morrison, M.L., W.M. Block, M. Dale Strickland, B.A. Collier y M.J. Peterson. 2008. *Wildlife study design* (2a. ed.), Springer Series on Environmental Management, New York.
- 112 Farina, Almo. 2006. *Principles and Methods in Landscape Ecology: Towards a Science of the Landscape*. 2a edición. Londres: Springer.
- 113 http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015
- 114 Becerra, M. A. (1999). *Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos*. Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Estado de México
- 115 Cortés T. «Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados». Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, pp 168, México, 1991.
- Figuroa S. B., Amante A., Cortés H. G., Pimentel J., Osuna E.S., Rodríguez J. M., Morales J. F. «Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión». Secretaría de Agricultura y de Recursos Hidráulicos. Colegio de Postgraduados (CREZAS). México, 1991.
- 116 Arriaga, L., J.M. Espinoza. C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- 117 Morrone, Juan J. 2002. El espectro del dispersalismo: de los centros de origen a las áreas ancestrales. *Revista de la Sociedad entomológica. Argent.* 61 (3-4): 1-14.
- 118 Bestelmeyer. T.B., K. M. Havstad, B. Damindsuren, G. Han, J.R. Brown, J.E. Herrick, C.M. Steele y D.P.C. Peters. 2009. Resilience Theory in Models og rangeland ecology and restoration: the evolution and application of a Paradigm. En: Hbobbs, J.R., and K. N. Suding (Eds). *New Modelos for ecosystem dynamics and restoration*. Oislandpress. Washington, EUA. P. 78.96.

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

CAPÍTULO V

**IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA
AMBIENTAL REGIONAL**

DTU-B

**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**

MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

DTU-B

AMPLIACIÓN DEL PROYECTO PLAYA MAROMA INMUEBLES

CAPÍTULO VI

**JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA
AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**

DTU-B

**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**

MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

DTU-B

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO	1
VI.1 ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD	1
VI.2 ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO	16
VI.3 ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN AL RECURSO AGUA.....	17
VI.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA (ELEMENTOS QUE DEMUESTREN QUE EL USO PROPUESTO ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO COMPARADO CON EL USO ACTUAL)	19
VI.5 JUSTIFICACIÓN SOCIAL	22
VI.6 LITERATURA CONSULTADA	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1 Riqueza total del SAR y AeP	4
Tabla VI.2 Especies que únicamente fueron registradas en el área del AeP o en el SAR	5
Tabla VI.3 Estrato arbóreo de selva baja	7
Tabla VI.4 Estrato arbustivo de selva mediana	8
Tabla VI.5 Estrato herbáceo de selva mediana	8
Tabla VI.6 Riqueza específica del SAR vs AeP	10
Tabla VI.7 Diversidad entre las especies de reptiles registradas entre el SAR y AeP	12
Tabla VI.8 Diversidad entre las especies de aves registradas en el AeP y SAR	13
Tabla VI.9 Diversidad entre las especies de mamíferos registrados en el SAR y AeP	14
Tabla VI.10 Resultados del análisis de balance hídrico	17
Tabla VI.11 Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos forestales del AeP	19
Tabla VI.12 Desglose aproximado de la derrama económica esperada	20
Tabla VI.13 Análisis comparativo de la derrama económica del proyecto y los servicios ambientales a un plazo de 50 años	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI.1 Riqueza específica del SAR vs AeP	10
Figura VI.2 Abundancia de la CHF vs CUSTF	11
Figura VI.3 Eslabones de la derrama económica esperada	20

PÁGINA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

La demanda de bienes y servicios se encuentra íntimamente vinculada al aumento de la población. Es por ello que las actividades necesarias para proveer de bienes y servicios a los demandantes deben realizarse con apego a las disposiciones ambientales legales, de tal forma que se permita un rango de prevención, mitigación o compensación al ambiente por el impacto que puede ser causado.

En cumplimiento de los supuestos que determina el Título Quinto, Capítulo I, Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el presente documento técnico unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal (CUSTF) y particularmente este capítulo, demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión del suelo, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, y que los usos alternativos del suelo en el terreno de establecimiento detallados en capítulos precedentes, son más productivos a largo plazo que en la actualidad. Cabe señalar que los estudios ambientales realizados se consideraron en conjunto para definir y evaluar la viabilidad ambiental y socioeconómica del proyecto.

El DTU, forma parte de un proyecto de la industria hotelera que en nuestro país tiene un significado económico relevante, toda vez que está estrechamente vinculado a la actividad turística que puede proveer al país de desarrollo económico y social, por lo que su aprobación deja un precedente en el sector turístico nacional.

Así, en los párrafos subsecuentes se desahogan los cuatro criterios normativos, establecidos en el marco jurídico que rige el procedimiento que nos ocupa, mismos que motivan la autorización excepcional de la ampliación del proyecto solicitada.

Justificación técnica

Con la intención de obtener las principales justificaciones técnicas que motiven la aprobación de la modificación del proyecto por excepción, para dar paso a la ampliación del hotel Playa Maroma, demostrando que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua o su captación; a continuación se presenta el análisis de los resultados que tiene como objetivo aportar los elementos y argumentos técnicos que permitan obtener la autorización como resultado final del procedimiento de evaluación del presente documento.

VI.1 ANÁLISIS DE LA BIODIVERSIDAD

De acuerdo con la naturaleza del área donde se encuentra el proyecto, se prevé que, en caso de autorizarse, podrían registrarse afectaciones parciales a las comunidades vegetales y a la fauna silvestre establecida en las 6.37 ha de este espacio geográfico; por lo expuesto y, toda vez que una de las condiciones que sustentan la excepcionalidad de la autorización de CUSTF solicitada es precisamente el de asegurar que no se compromete a la biodiversidad, en primera instancia se detallan las siguientes precisiones:

El concepto de “*comprometer a la biodiversidad*” se integra por dos palabras, el verbo comprometer y el sustantivo biodiversidad; el primero, semánticamente se entiende por comprometer: ||2. Exponer o poner a riesgo a alguien o algo en una acción o caso aventurado. ||4. Prnl. Contraer un compromiso (RAE, 2001¹).

En tal acepción, cabe anticipar que comprometer a la biodiversidad significa ponerla en riesgo; pero, cabe preguntar ¿cómo se pone en riesgo a la biodiversidad?, para responder a esta pregunta es importante definir al sustantivo y para ello CONABIO ofrece la siguiente descripción: “*La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto 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*”¹, consecuentemente poner en riesgo o comprometer a la biodiversidad de una región determinada implica alterar de manera irreversible a la organización biológica de un bioma, alterando su variabilidad genética y ecosistémica, así como los paisajes y procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de los genes.

En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función.

La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

Así, y con base en estas precisiones, para que se “*comprometa a la biodiversidad*” debe ponerse en riesgo la viabilidad de las especies, su variabilidad genética, la integridad y funcionalidad de los ecosistemas, de los paisajes, de las regiones y de los procesos ecológicos y evolutivos.

Para avanzar en este análisis es importante destacar al concepto **especie** el cual es definido por la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) como:

“La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales”.

Esta definición establece la diferencia entre especie e individuo; la especie es un conjunto de individuos (población) y, consecuentemente un individuo no es una especie, es miembro de una especie. En tal sentido, para afectar a una especie (recibir un efecto negativo que comprometa su viabilidad), habría que ocasionar alguno o varios de los siguientes supuestos:

- ☞ Alterar el equilibrio poblacional de una especie debido a la eliminación de un determinado número de individuos (subpoblación), lo que equivale a considerar que se pudiera incidir sobre su crecimiento poblacional considerando que, éste se refiere al cambio de la población con respecto al tiempo, debido a la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental. Este último proceso se puede considerar como un sistema con

¹ http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html

una retroalimentación negativa que tiende a mantener la población en un cierto tipo de equilibrio.

Por ello, cuando la afectación a la especie se traduce en el desequilibrio de la población, entonces y solo entonces puede “ponerse en riesgo o comprometerse a la biodiversidad” ya que se rompería uno de los eslabones de la trama que sustenta la integridad y la funcionalidad de los ecosistemas, lo que propiciaría, al paso del tiempo, que se registraran alteraciones que se irían evidenciando en los patrones de la biodiversidad del área correspondiente.

- ☞ Incidir sobre poblaciones de especies en estatus de riesgo. Es lógico suponer que el efecto negativo sobre los índices de equilibrio de las poblaciones de especies en riesgo podrán acelerar procesos que “comprometan a la biodiversidad”, toda vez que el hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo ya denota un desequilibrio de su población, mismo que podría acelerarse con una afectación adicional.
- ☞ Propiciar afectaciones sobre las poblaciones que incidan, de manera negativa, sobre su potencial reproductivo, bien sea por alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).
- ☞ Favorecer la alteración de la estructura abiótica de los ecosistemas con alcance en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen a la biota en las condiciones actuales.

Respecto a todo lo anterior, resulta trascendente en materia de vida silvestre asegurar que la remoción de vegetación que se propone llevar a cabo no comprometerá a la biodiversidad y para ello es importante analizar la forma como el CUSTF podría rebasar lo dispuesto en el artículo 58 de la Ley General de Vida Silvestre, toda vez que en el área de influencia del espacio geográfico donde pretende realizarse el CUSTF no existen poblaciones de especies, tanto de vegetación como de fauna, con estatus de *peligro de extinción* (P).

Al respecto, el Artículo 58 hace referencia a las diferentes categorías de riesgo para las especies cuyo equilibrio poblacional se encuentre alterado. De las tres categorías que define este precepto, resulta evidente que las especies con estatus de riesgo “*en peligro de extinción*” evidencian una mayor vulnerabilidad, consecuentemente, en cualquier esfuerzo de aprovechamiento de recursos naturales que directa o indirectamente incidan sobre la conservación de ese tipo de especies deben centrarse los objetivos más consistentes para preservarlas. Al respecto, en el espacio cuyo uso de suelo será modificado por la remoción de vegetación, se encontraron 16 especies arbóreas, 2 especies de porte arbustivo, una especie del estrato herbáceo; dos de las cuales se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con respecto a la fauna, en total se reportan 29 especies (un anfibio, 7 especies de reptiles, 14 de aves y 7 de mamíferos), de las cuales solo dos reptiles y un ave se encuentran en los listados de la NOM-059-SEMARNAT 2010, una en la categoría de especie *amenazada* y dos *sujetas a protección especial*; no encontrándose ninguna especie en categoría de *peligro de extinción*, la cual presentaría mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio de uso de suelo pretendido.

Por su parte, el Reglamento de la LGVS contiene diversas disposiciones, las cuales, en su conjunto, instan el cómo aplicar los ordenamientos de la Ley; para los objetivos de evidenciar cómo el CUSTF solicitado incide o no incide sobre el equilibrio de las poblaciones de la fauna silvestre en el espacio físico donde se realizará la remoción de vegetación y con ello, determinar si se compromete o no la biodiversidad, en tal sentido y toda vez que la propia LGVS

tiene como objetivo establecer la congruencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana, y dado que con el CUSTF cuya autorización se solicita no se pretende realizar ningún tipo de aprovechamiento (en las diferentes acepciones que definen ambos ordenamientos – LGVS y su reglamento), resultan de importancia indirecta los preceptos contenidos en el Título tercero y, se destaca que en el espacio geográfico de interés, no se encuentra establecido ningún Centro para la Conservación e Investigación de la Vida Silvestre, que pudiera recibir efectos negativos derivados de la remoción de la vegetación que se pretende realizar; de igual forma no se tiene registro de la operación de alguna Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre o Unidad de Manejo, consecuentemente y por lo antes expuesto, se afirma que con la iniciativa sometida a evaluación de la autoridad en el presente DTU-B, **no se prevé que pudiera comprometerse la biodiversidad.**

A continuación se presenta un análisis de los resultados obtenidos en el capítulo IV de la flora y fauna presentes en el AeP y en el SAR, con la finalidad de dar mayores elementos a que sustenten la no afectación de la biodiversidad.

Análisis de Flora:

A través de los datos obtenidos en campo y del análisis realizado por estrato (arbóreo, arbustivo y herbáceo), se determinó la riqueza biológica, abundancia, valor de importancia e índice de Shannon-Wiener. El procedimiento realizado se muestra de manera detallada en el capítulo IV.

En general, en el AeP y SAR se registró una riqueza de total de 31 especies, de las cuales 22 especies forman parte del estrato arbóreo, 6 del estrato arbustivo, 3 del estrato herbáceas (Tabla VI.1).

Tabla VI.1
Riqueza total del SAR y AeP

Especie	Nombre común	AeP	SAR	Estatus NOM-059
Estrato arbóreo				
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	x	x	SC
<i>Plumeria rubra</i>	Flor de Mayo	x	x	SC
<i>Plumeria obtusa</i>	Pagoda	x	x	SC
<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla	x	x	SC
<i>Coccothrinax readii</i>	náaj k'aax	x	x	A
<i>Thrinax radiata</i>	Chi'it	x	x	A
<i>Cocos nucifera</i>	Palmera	x	x	SC
<i>Ehretia tinifolia</i>	Roble	x	x	SC
<i>Bursera simaruba</i>	Shaka	x	x	SC
<i>Sebastiania adenophora</i>	Chechen blanco	x	x	SC
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaiti	x	x	SC
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'nasin	x	x	SC
<i>Acacia cornigera</i>	Subin		x	SC
<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin		x	SC
<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinté		x	SC
<i>Mimosa bahamensis</i>	sac kaatsim		x	SC
<i>Pscidia pscipula</i>	Jabin		x	SC
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaaxnika	x	x	SC

Especie	Nombre común	AeP	SAR	Estatus NOM-059
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua		x	SC
<i>Myrciaria fluribunda</i>	Guayabillo	x	x	SC
<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	x		SC
<i>Manilkara zapota</i>	Zapote	x	x	SC
Estrato arbustivo				
<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio araña	x	x	SC
<i>Cascabela thevetioides</i>	Venenillo		x	SC
<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela		x	SC
<i>Hylocereus undatus</i>	pitahaya		x	SC
<i>Nopalea dejecta</i>	nopalea		x	SC
<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	x		SC
Estrato herbáceo				
<i>Aechmea bracteata</i>	Gallito		x	SC
<i>Schomburgia tibicinis</i>	Orquidea	x	x	SC
<i>Lacisiacis divaricata</i>	carricillo		x	SC
		19	29	

Del total de las especies registradas, 12 de ellas solo se registraron en el SAR y dos solo se registraron en el AeP (Tabla VI.2).

Tabla VI.2
Especies que únicamente fueron registradas en el área del AeP o en el SAR

Estrato	Especie	Nombre común	Estatus NOM-059
SAR			
Arbóreo	<i>Acacia cornigera</i>	Subin	SC
Arbóreo	<i>Acacia gaumeri</i>	Box katzin	SC
Arbóreo	<i>Haematoxylon campechianum</i>	Tinté	SC
Arbóreo	<i>Mimosa bahamensis</i>	sac kaatsim	SC
Arbóreo	<i>Pscidia pscipula</i>	Jabin	SC
Arbóreo	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	SC
Arbustivo	<i>Cascabela thevetioides</i>	Venenillo	SC
Arbustivo	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela	SC
Arbustivo	<i>Hylocereus undatus</i>	pitahaya	SC
Arbustivo	<i>Nopalea dejecta</i>	nopalea	SC
Herbácea	<i>Aechmea bracteata</i>	Gallito	SC
Herbácea	<i>Lacisiacis divaricata</i>	carricillo	SC
AeP			
Arbóreo	<i>Coccoloba reflexiflora</i>	uva de mar	SC
Arbustivo	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla, k'ooch	SC

Es importante mencionar que la riqueza total de las especies identificadas en el SAR y el AeP se detectó la presencia de 2 especies en el AeP que estuvieron ausentes en el muestreo realizado en el SAR, las especies son: *Coccoloba reflexiflora* y *Ricinus communis*; ninguna de las cuales se encuentra en estatus de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Su ausencia en los sitios muestreados para el SAR puede deberse a diversas circunstancias: la primera y más evidente incurre en la incertidumbre inherente a un muestreo donde no es posible analizar a todos los elementos de una población; la segunda, está relacionada a las características de estas especies; por ejemplo, la higuera es una planta exótica invasiva en México, que lejos de exaltar la composición florística del predio, es un indicativo de perturbación ambiental. Si bien, para algunas de estas especies no se conoce un uso (*Coccoloba reflexiflora*), algunas otras, pese a ser consideradas malezas, tienen usos potenciales económicos (*Ricinus communis*) por lo que probablemente no son eliminadas del predio o incluso es posible que sean plantadas por los mismos propietarios. Las especies que se han identificado como ausentes en el SAR se caracterizan por estar presentes en áreas perturbadas, ser ruderales¹¹ e invasoras.

A continuación se presenta el análisis de riqueza, índice de valor de importancia y biodiversidad por estrato.

La selva mediana presente en el SAR y AeP se encuentra representada por 31 especies en sus tres estratos, siendo que la mayor riqueza se registró en el SAR, con 29 especies: 21 en el estrato arbóreo, 5 en el estrato arbustivo y 3 especies en el estrato de las herbáceas. Mientras que en el AeP solo se registraron 19 especies, de las cuales 16 corresponde al estrato arbóreo, 2 arbustivas y una herbácea.

De las 22 especies arbóreas que se identificaron, 15 de ellas se registraron tanto en el SAR como en el AeP, seis solo se observaron en el SAR y una solo se registró en el AeP (*Coccoloba reflexiflora*). La mayor riqueza se registró en el SAR con 21 especies, comparado con la superficie del AeP donde solo se observaron 16 especies (Tabla VI.3).

La especie *Coccoloba reflexiflora* que está presente únicamente en la superficie del AeP tiene una distribución cuasiendémica, ya que su distribución se restringe fundamentalmente en la península de Yucatán, Belice, Guatemala y Honduras; donde es relativamente abundante (Durán García, 1997)²; sin embargo, el hecho de que no se registró en el SAR no es indicativo de que no haya poblaciones dispersas, por lo que su remoción en el AeP no significa su eliminación en el SAR.

Las especies con mayor densidad en el SAR fueron *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Metopium brownei*, *Myrciaria fluribunda* y *Haematoxylon campechanum*; y en el AeP son *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata*, *Metopium brownei* y *Myrciaria fluribunda*. Las especies con menor densidad en el SAR *Bursera simaruba*, *Plumeria obtusa*, *Cocos nucifera*, *Gymnanthes lucida*, *Ehretia tinifolia* y *Manilkara zapota*; y en el AeP fueron *Bursera simaruba*, *Plumeria rubra*, *Manilkara zapota* y *Coccoloba reflexiflora*. Respecto al índice de valor de importancia las especies que presentan mayor valor de importancia, tanto en el SAR como en el AeP, fueron *Coccothrinax readii*, *Thrinax radiata* y *Myrciaria fluribunda*.

Al realizar la comparación entre el SAR y la superficie del AeP, se observa que las especies con mayor IVI en ambos casos son las mismas, en términos generales; aunque existe una ligera variación entre los puntos de muestreo de ambos casos debido al número de especies presentes, ya que el IVI total del estrato es de 300, por lo que este valor se tiene que compartir entre el número de especies, lógicamente aunque se tuviera la misma proporción de IVI para cada una de las especies, el valor del IVI en el área de menor riqueza siempre será más alto.

¹¹ Una planta ruderal es una planta que aparece en hábitats alterados por la acción del ser humano, como bordes de caminos, campos de cultivo abandonados o zonas urbanas (Matesanz y Valladares, 2009)

Para el SAR se tuvo un valor de diversidad de 2.287 que es mayor al valor obtenido en el AeP, el cual fue de 1.760; valores que indican una diversidad baja (Tabla VI.3).

Tabla VI.3
Estrato arbóreo de selva baja

ESTRATO ARBÓREO SAR vs AeP							
ID	Especie	Densidad		I.V.I.		Índice de Shannon	
		SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	AeP
1	<i>Coccothrinax readii</i>	223	433	49.190	62.021	0.328	0.368
2	<i>Thrinax radiata</i>	149	259	56.334	47.581	0.276	0.330
3	<i>Bursera simaruba</i>	1	2	1.505	3.065	0.007	0.011
4	<i>Metopium brownei</i>	109	157	28.363	33.319	0.234	0.266
5	<i>Sebastiania adenophora</i>	30	8	4.315	9.360	0.101	0.033
6	<i>Plumeria rubra</i>	9	1	3.755	2.982	0.041	0.006
7	<i>Plumeria obtusa</i>	1	16	1.505	12.922	0.007	0.057
8	<i>Thevetia gaumeri</i>	18	30	9.845	19.881	0.069	0.092
9	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	38	13	6.778	9.774	0.119	0.049
10	<i>Myrciaria fluribunda</i>	197	206	60.780	40.118	0.313	0.301
11	<i>Cocos nucifera</i>	2	5	3.025	9.111	0.012	0.023
12	<i>Vitex gaumeri</i>	36	6	12.648	6.212	0.115	0.023
13	<i>Gymnanthes lucida</i>	1	6	1.505	12.175	0.007	0.030
14	<i>Ehretia tinifolia</i>	1	61	1.505	25.352	0.007	0.151
15	<i>Manilkara zapota</i>	2	2	1.602	3.065	0.012	0.011
16	<i>Acacia cornigera</i>	34		4.702		0.110	
17	<i>Acacia gaumeri</i>	27		9.242		0.094	
18	<i>Haematoxylon campechanum</i>	137		20.185		0.265	
19	<i>Hampea trilobata</i>	12		7.238		0.051	
20	<i>Mimosa bahamensis</i>	7		5.041		0.033	
21	<i>Pscidia pscipula</i>	25		10.935		0.088	
22	<i>Coccoloba reflexiflora</i>		2		3.065		0.011
		1059	1207	300	300	2.287	1.760

De las 6 especies registradas en el estrato arbustivo, el SAR y AeP solo comparten a la especie *Hymenocallis littoralis*; en el SAR se identificaron cuatro especies y *Ricinus communis* solo se registró en el AeP. Al realizar la comparación entre ambas áreas, es posible determinar que en el SAR existe una mayor riqueza (Tabla VI.4).

La especie *Ricinus communis* solo se registró en el estrato arbustivo del AeP; sin embargo, esto no significa que esta especie sea exclusiva de esta área, ya que de acuerdo con los registros de la CONABIO, la higuera se ha registrado en casi todo el país, además de ser considerada como una planta exótica invasiva.

En el SAR, la especie con mayor densidad registrada fue *Cascabela thevetoides* y en el AeP fue *Hymenocallis littoralis*. Las especies con menor densidad registrada fueron *Hymenocallis littoralis* en el SAR y *Ricinus communis* en el AeP. Respecto al valor de importancia, para el SAR *C. thevetoides* tuvo el valor más alto, así como *H. littoralis* lo tuvo para el AeP.

En términos generales, el estrato arbustivo de la vegetación selva mediana presenta una baja diversidad con 0.978 para el SAR y 0.127 para el AeP de valor de índice de Shannon.

Tabla VI.4
Estrato arbustivo de selva mediana

ESTRATO ARBUSTIVO SAR vs AeP							
ID	Especie	Densidad		IVI		Shannon	
		SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	AeP
1	<i>Ricinus communis</i>		1		57.618		0.100
2	<i>Bromelia karatas</i>	4		57.308		0.210	
3	<i>Hylocereus undatus</i>	3		58.606		0.176	
4	<i>Hymenocallis littoralis</i>	1	35	15.444	242.382	0.082	0.027
5	<i>Nopalea dejecta</i>	6		33.977		0.263	
6	<i>Cascabela thevetoides</i>	33		134.664		0.248	
		47	36	300	300	0.978	0.127

Para el caso del estrato herbáceo, en el SAR se registraron tres especies y solo una en el AeP, con un único registro (Tabla VI.5). En este estrato, la mayor diversidad se presenta en el SAR, por lo que se considera que este estrato no se verá afectado con las actividades de cambio de uso de suelo propuestas.

Tabla VI.5
Estrato herbáceo de selva mediana

ESTRATO HERBÁCEAS SAR vs AeP							
ID	Especie	Densidad		IVI		Shannon	
		SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	AeP
1	<i>Schomburgkia tibicinis</i>	1	1	30.645	300	0.187	0.000
2	<i>Aechmea bracteata</i>	11		226.362		0.196	
3	<i>Lacisiacis divaricata</i>	1		42.993		0.287	
		13	1	300	300	0.670	0

En las tablas comparativas es posible detectar a primera vista la riqueza específica, la cual es la forma más sencilla de medir la biodiversidad porque se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Con base en esto, se demuestra que la composición florística que se encontró en el AeP en comparación con el SAR es menor.

Respecto a los valores obtenidos del Índice de Shannon-Wiener para los estratos analizados: arbóreo, arbustivo y cactáceas, se observa que la diversidad es baja por lo cual se puede intuir de forma preliminar que se trata de comunidades vegetales perturbadas o con un grado de deterioro considerable. Con estos mismos valores también se demuestra que el proyecto incidirá en un ecosistema con baja diversidad y que las especies por afectar están representadas fuera del sitio del AeP, por lo tanto se garantiza que las poblaciones no se verán en riesgo.

Es importante indicar que las medidas de mitigación propuestas para el componente forestal, están encaminadas a salvaguardar y contrarrestar los efectos que ocasionará el proyecto sobre la vegetación natural presente en el AeP, considerando no sólo la particularidad del tipo de vegetación sino la integridad ambiental del área sujeta a cambio de uso de suelo. Por lo tanto, la selección de las especies a rescatar corresponde al análisis integral de los valores estimados de la abundancia, estatus de riesgo e importancia ecológica de las especies forestales identificadas.

Es decir, en el caso de las especies sujetas a rescate y reubicación, se consideraran las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que sean de difícil regeneración y lento

crecimiento, pero fundamentalmente aquellas que tengan alto porcentaje de sobrevivencia a estas prácticas.

▲ **Mitigación de la remoción de vegetación con acciones de rescate y reubicación de especies susceptibles de ello**

Se pondrá en operación un programa de rescate selectivo de la vegetación que considere las especies susceptibles de ser rescatadas, a partir del conjunto de especies que conforman la vegetación natural del área sujeta a cambio de uso del suelo.

Es claro que no todas las especies pueden ser susceptibles de ser rescatadas y reubicadas en virtud de sus características biológicas o físicas, de ahí que para seleccionar las especies objetivo se aplicarán los siguientes criterios:

1. Que se trate de especies que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010;
2. Que sean de difícil regeneración;
3. Que tengan posibilidad de sobrevivir a la extracción y reubicación;
4. Que dado su tamaño, sea técnicamente posible su extracción sin afectar al ejemplar; y
5. Que dado su tamaño, sea económicamente factible su extracción.

Se rescatará un número de ejemplares de las especies que satisfagan dichos criterios y en una cantidad que permita compensar naturalmente la mortalidad, a fin de asegurar como mínimo el 80% de sobrevivencia al año de haber sido rescatadas y reubicadas. Los ejemplares rescatados serán reubicados en las áreas destinadas como jardines, las cuales corresponden a los sitios de ocupación temporal.

La cuantificación de ejemplares a rescatar conserva la estructura de la comunidad forestal encontrada en el AeP, a efecto de mitigar la disminución de la diversidad por la remoción de ejemplares de distintas especies, atenuar la pérdida de individuos que alteran la abundancia y, como resultado de ambos, variar su Índice de Valor de Importancia.

Si bien el CUS podría generar la fragmentación moderada del hábitat, es importante mencionar que ésta será temporal y no definitiva ni irreversible y que a mediano plazo se restablecerá la cubierta vegetal en las áreas de ocupación temporal del proyecto. Finalmente, los resultados obtenidos durante el análisis de la diversidad de flora entre el AeP y el SAR, se demuestra que no se pone en riesgo las especies de flora y fauna encontradas en el área, ya que las especies encontradas en el AeP se distribuyen ampliamente en el SAR por lo que; a pesar de la eliminación de la vegetación por la ampliación del proyecto, únicamente se reduce el número de individuos más no se elimina la especie.

Análisis de fauna

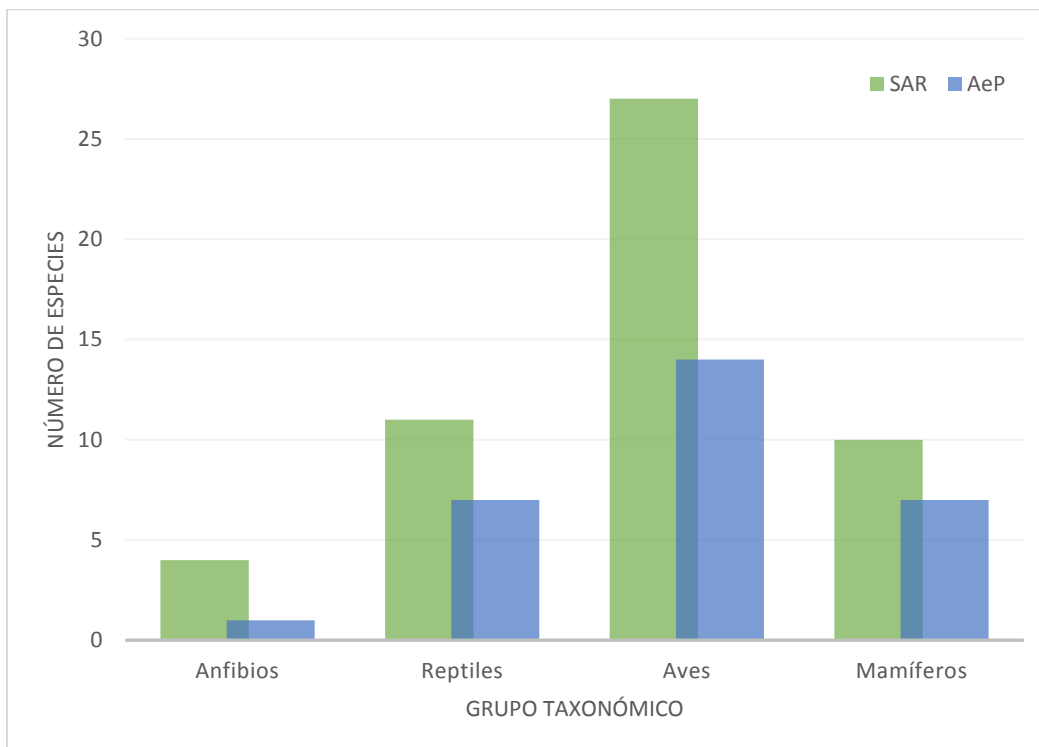
Con respecto a fauna silvestre, se obtuvo información a partir del levantamiento realizado en campo, muestreando en 9 puntos para el SAR y otros 3 en el AeP. Los resultados obtenidos arrojaron un listado de 52 especies para el SAR: cuatro anfibios, once son reptiles, 27 aves y 10 mamíferos, a través de 294 registros; mientras que para el AeP se registraron 29 especies: un anfibio, siete reptiles, 14 aves y siete mamíferos, con un total de 126 registros (Tabla VI.6).

Tabla VI.6
Riqueza específica del SAR vs AeP

Grupo faunístico	SAR		AeP	
	Especies	N° de individuos	Especies	N° de individuos
Anfibios	4	6	1	4
Reptiles	11	33	7	35
Aves	27	196	14	63
Mamíferos	10	59	7	24
TOTAL	52	294	29	126

El grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza tanto en el AeP como en el SAR (Figura VI.1). Las diferencias en números radican en que, primero el AeP representa el 0.21% del SAR, siendo suficientes solo tres puntos de muestreo para alcanzar la representatividad de éste; mientras que el SAR, al ser un espacio de mayores dimensiones, requirió de un mayor número de puntos de muestreo, lo que significó en un mayor número de especies y registros. No obstante que, tal como se especificó en el capítulo IV, ninguna de las especies registradas es considerada como microendémica, sino por el contrario, tienen rangos de distribución amplios.

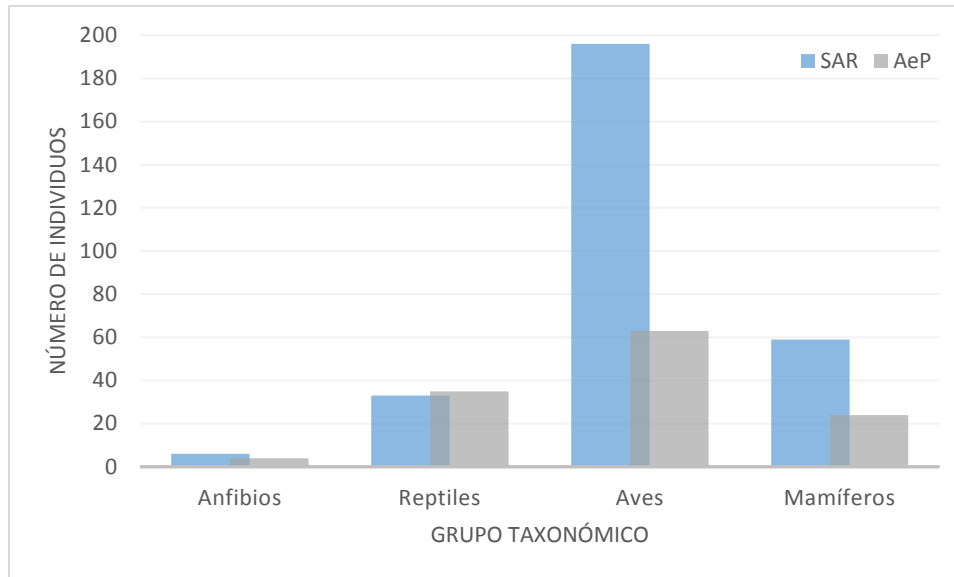
Figura VI.1
Riqueza específica del SAR vs AeP



Dado que la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, puesto que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta la diversidad de la comunidad, se demuestra que la composición faunística que se encontró en las áreas propuestas para cambio de uso de suelo en comparación con las áreas muestreadas dentro del mismo tipo de vegetación en el SAR presentan condiciones estructurales similares, considerando que el grado de afectación es bajo.

Respecto a la abundancia, de manera general, en el SAR se obtuvo un total de 294 individuos registrados: 6 anfibios, 33 reptiles, 196 aves y 59 mamíferos; mientras que, para el AeP se registraron 126 individuos: 4 anfibios, 35 reptiles, 63 aves y 24 mamíferos (Figura VI.2).

Figura VI.2
Abundancia de la CHF vs CUSTF



En lo que respecta a las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, para el SAR se registraron seis especies: la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) en la categoría de en peligro de extinción y la iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) se encuentra amenazada; sapo excavador mexicano (*Rhinophrynus dorsalis*), cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), iguana verde (*Iguana iguana*), perico pecho sucio (*Eupsittula nana*) son catalogadas como especies sujetas a protección especial (Pr); mientras que para el AeP, únicamente se registró la presencia de la iguana negra de cola espinosa, la iguana verde y el perico pecho sucio.

Cabe mencionar que, aun cuando dos especies de reptiles se encuentran enlistados bajo una categoría de protección a nivel nacional, no cuentan con una distribución restringida, y en el libro rojo de la UICN se reportan con una tendencia poblacional estable, ya que su variabilidad genética les ha permitido colonizar diferentes ambientes, situación que disminuye la presión poblacional. Además de que son catalogadas en dicho instrumento, en la categoría de preocupación menor (LC). En el caso del ave, en la UICN, las poblaciones del perico se reportan en decremento y en la categoría de casi amenazada dentro de ese mismo instrumento. Aunque, cabe hacer mención que, si bien en el AeP se registró la presencia de esta especie, no se observaron nidos ni se identificó al AeP como sitio de anidación o descanso, por lo que su registro pudo deberse a que el individuo se encontraba de paso cuando fue avistado.

Así mismo, para contrarrestar cualquier posible efecto de la remoción de vegetación sobre los ejemplares de las especies registradas de reptiles en el AeP, se implementará un Programa de protección de los individuos de fauna silvestre, el cual se enfocará en especies de lento desplazamiento y que se encuentren catalogadas bajo algún estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A fin de demostrar que la remoción de la vegetación en el AeP no compromete la diversidad, se realizó el comparativo de los valores de diversidad obtenidos de cada especie tanto para el SAR como para el AeP.

En el SAR se identificaron cuatro especies de anfibios y once de reptiles mientras que para el AeP se registró un anfibio y siete reptiles, por lo que la riqueza específica resultó mayor en el SAR y por ende, el valor de diversidad también resultó mayor en el SAR que para el AeP, de cualquier forma, este valor es indicador de una baja diversidad y un ambiente que ya se encuentra perturbado (Tabla VI.7).

Tabla VI.7
Diversidad entre las especies de reptiles registradas entre el SAR y AeP

ID	Nombre científico	Nombre común	Riqueza (S)		No. de individuos		Índice de Shannon	
			AeP	SAR	AeP	SAR	AeP	SAR
1	<i>Rhinella marina</i>	Sapo gigante				1		
2	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey				1		
3	<i>Trachycephalus typhonius</i>	Rana arborícola lechosa			4	3		
4	<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Sapo excavador mexicano				1		
5	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra lagartijera común				2		
6	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Culebra bejuquilla verde				5		
7	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado			7	1		
8	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	8	15		1	1.6968	2.276
9	<i>Anolis sagrei</i>	Abaniquillo pardo			3	2		
10	<i>Leptodeira frenata</i>	Culebra ojo de gato de selva				1		
11	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa			7	1		
12	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde			15	11		
13	<i>Sceloporus chrysostrictus</i>	Lagartija escamosa pintas amarillas			1	7		
14	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija arcoiris			1	1		
15	<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco			1	1		
					39	39		

De las cuatro especies de anfibios registradas en el SAR, solo la rana arborícola lechosa se registró en el AeP. Mientras que, en el caso de los reptiles, las siete especies registradas en el AeP se registraron en el SAR. Cabe destacar que, la fauna a comparación de la flora, presenta cierta movilidad, lo cual les permite desplazarse cuando se sienten amenazados o detectan la presencia humana o de algún depredador; por lo que si bien, durante los días de muestreo se registraron ocho especies de herpetofauna en el AeP, en un segundo muestreo no necesariamente se obtendría ni el mismo número de registros ni el mismo número de especies.

Cabe hacer mención del registro de dos de las especies de reptiles en el SAR: la tortuga de carey y el cocodrilo de pantano. En el caso de la tortuga, hacia el este el AeP colinda con la franja de playa del mar caribe, sitio donde llegan a desovar las tortugas, pero que no serán afectados por la ampliación del proyecto y, esta área y sus inquilinos importantes, son causa de diversos programas de protección. En el caso del cocodrilo, este se encuentra como “residente” en un área de manglar que se ubica hacia el sur del AeP, sitio que de igual manera no será afectado por la autorización y ejecución de la presente ampliación de proyecto.

En términos generales, las especies registradas en el AeP son generalistas en cuanto a preferencia de hábitat, altamente adaptables y que fueron identificadas en los mismos tipos de vegetación presente en el SAR, reiterando que estos ejemplares presentan una gran movilidad y es imposible que su distribución se restrinja a las 6.37 ha del AeP, además de que

las áreas que se afectarán por cambio de uso de suelo, son áreas de baja diversidad faunística y son reflejo de ambientes ya perturbados, por lo que se garantiza su viabilidad. Asimismo, se reitera que el encontrar especies diferentes, en el SAR como en el AeP, se ve influenciado por varios factores como la capacidad de desplazamiento para la búsqueda de refugio, alimento, percha, etc., de los ejemplares; también influyen las condiciones climáticas durante los días y la temporada en que se realizó el muestreo, complicando la observación y por ende el registro.

El grupo de las aves registró una riqueza específica mayor en el SAR que en el AeP, siendo identificadas 27 y 14 especies, respectivamente. De igual manera, se registró una mayor abundancia de individuos en el SAR con 196 avistamientos, que en el AeP con 63 individuos. En cuanto a diversidad, se obtuvo un valor mayor en el SAR (3.0978), indicador de una diversidad media-alta y de que el ambiente se encuentra en buen estado, mientras que para el AeP, el indicador de diversidad (2.2307), refleja un ambiente que ya presenta un grado de perturbación y la diversidad es media, por lo que se estaría afectando un ambiente menos diverso y más perturbado (Tabla VI.8).

Tabla VI.8
Diversidad entre las especies de aves registradas en el AeP y SAR

ID	Nombre científico	Nombre común	Riqueza (S)		No. de individuos		Índice de Shannon		
			AeP	SAR	AeP	SAR	AeP	SAR	
1	<i>Anas crecca</i>	Cerceta alas verdes	14	27		3	2.2307	3.0978	
2	<i>Spatula discors</i>	Cerceta ala azul				1			
3	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana				9			
4	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca				7			
5	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera				7			
6	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo				3			5
7	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura							10
8	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca				4			6
9	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca							1
10	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula							2
11	<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical				1			5
12	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Rascador oliváceo				1			11
13	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta				2			5
14	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira				1			21
15	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo				7			4
16	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano				14			16
17	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso				2			3
18	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco							5
19	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio				11			11
20	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris							5
21	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco							5
22	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco				11			12
23	<i>Anthracothorax prevostii</i>	Colibrí garganta negra				4			8
24	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Saltapared moteado				1			10
25	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mimimo				1			5
26	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso							4
27	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común							15

63 196

Aunado a lo anterior y al hecho de que se encontró una mayor riqueza específica y abundancia en el SAR, se garantiza la viabilidad de las especies registradas en el AeP, ya que en el SAR se presentan mejores o iguales condiciones de hábitat que favorezcan la adaptabilidad de los individuos de cada especie, de igual manera con el cambio de uso de suelo se afectará un ambiente menos diverso y con mayor grado de perturbación. Además, cabe mencionar que las aves presentan una alta capacidad de desplazamiento, por lo que se prevé que sea el grupo con menor afectación por la ampliación del proyecto, aunado al hecho de que en el AeP no se registraron cuerpos de agua ni sitios que brinden las condiciones mínimas necesarias para el establecimiento de dormideros, zonas de anidación o de reproducción de este grupo taxonómico.

Aunado a lo anterior, de las especies registradas en el AeP, la mayor abundancia registrada fue para el zanate mexicano, la cual se distribuye desde el SO de EUA hasta el N de Perú; en casi todo el país excepto Baja California; prefiere áreas con vegetación secundaria, arbustiva, densa, campos de cultivo, granjas, pueblos y parques ciudadanos (Peterson y Chalif, 1989)³ y llegan a ser considerados como aves plaga (del Villar-González, 2000)⁴. Aunado a lo anterior, la alta movilidad de las especies de aves, asociado a un ámbito hogareño mayor a la superficie por afectar mediante la implementación del presente proyecto, permite inferir poca o nula afectación ni se comprometerá la biodiversidad de este grupo taxonómico.

Respecto al grupo de los mamíferos, se obtuvo una mayor riqueza específica en el SAR que en el AeP, con 10 y 7 especies identificadas respectivamente. El valor de diversidad de acuerdo a Shannon fue mayor para el SAR que para el AeP, no obstante ambos valores son indicadores de una baja diversidad y reflejo de un ambiente que ya presenta perturbación (Tabla VI.9).

Tabla VI.9
Diversidad entre las especies de mamíferos registrados en el SAR y AeP

ID	Nombre científico	Nombre común	Riqueza (S)		No. de individuos		Índice de Shannon	
			AeP	SAR	AeP	SAR	AeP	SAR
1	<i>Cuniculus paca</i>	Tepezcuintle	10	7	3	7	1.7329	1.9883
2	<i>Dasyprocta punctata</i>	Guaqueque			6			
3	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache sureño			4	12		
4	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño			1	1		
5	<i>Saccopterix bilineata</i>	Murciélago rayado mayor			2	4		
6	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélago frugívoro gigante			9	16		
7	<i>Nasua narica</i>	Tejón			3	4		
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache			2	7		
9	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla tropical						
10	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca				1		

24 59

Ninguna de las especies identificadas se encuentra en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni presenta endemismo. Algunas de las especies de mamíferos que fueron registradas, como el tejón o las ardillas, se han adaptado a la presencia humana, por lo que sus poblaciones no se han visto desplazadas o afectadas por el desarrollo de la industria hotelera en esa zona.

Los grupos más vulnerables ante el cambio de uso de suelo son los anfibios, reptiles y mamíferos de talla pequeña o de hábitos fosoriales; sin embargo, como se mencionó previamente, se ejecutará el programa de protección de los individuos de fauna silvestre, el cual

está dirigido a estas especies, además de la aplicación de otras medidas como la implementación de buenas prácticas en el trabajo, pláticas dirigidas a los trabajadores a fin de evitar afectaciones, revisión y destrucción de madrigueras dentro del AeP, velocidades de circulación máxima dentro del área de trabajo para evitar atropellamientos, entre otras.

Por último, se hace hincapié en que en caso de que exista alguna afectación, ésta se hará sobre individuos más no sobre especies, por ende, no se afectará ni la riqueza específica ni la biodiversidad, por lo que se atiende a lo establecido en el artículo 117 de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable.

Conclusión:

De acuerdo con el muestreo realizado en el SAR y el AeP, el análisis de los datos recabados y los resultados obtenidos se observa que el tipo de vegetación que se pretende afectar con las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales está bien representado en el SAR. Si bien es cierto que las actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales provocaran la afectación de 6.37 hectáreas cubiertas de vegetación forestal, superficie que representa únicamente el 0.4% de la superficie total del SAR.

Indudablemente el CUS propuesto, provocará el desplazamiento de n número de individuos de las 29 especies de fauna presentes en el AeP, sin embargo esto no significa la extinción de una especie ni afectaciones que pudieran poner en riesgo a las poblaciones residentes, toda vez que para que un ecosistema se ponga en riesgo, se requiere una afectación relacionada con la disminución de la superficie del hábitat igual o mayor del 60%^{III}, siendo que la afectación por el proyecto será del 0.4% y, por sus características, no se contempla la formación de efecto barrera, no se implementarán estructuras que puedan poner en riesgo a los individuos, ni se alterara la estructura abiótica del ecosistema.

Para el caso de fauna es importante resaltar que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, además de proveer alternativas para el manejo y resguardo de los mismos mediante la implementación del Programa de protección de los individuos de fauna silvestre, en el cual se detallan las acciones, técnicas y tiempos a realizar sobre este factor ambiental, entre los que destacan:

- ♣ Previo a las actividades de desmonte y despalme, se identificarán nidos y madrigueras.
- ♣ En caso de encontrar madrigueras, si no tiene crías, se procederá a destruir o en su caso a la reubicación de los ejemplares.
- ♣ En caso de encontrar nidos ocupados con crías, éstos se reubicarán en áreas colindantes al sitio de cambio de uso del suelo que reúnan características semejantes a las originales.
- ♣ Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- ♣ Estas acciones incluyen a la fauna registrada como “potencial” en virtud que no fue observada durante los muestreos efectuados, pero que, de acuerdo con la bibliografía consultada, tiene registros en el área del proyecto. Esta fauna potencial, en la eventualidad que fuera observada dentro del área sujeta a cambio de uso de suelo, se ahuyentará o rescatará y reubicará con las técnicas adecuadas, dependiendo del grupo faunístico al que corresponda.

^{III} Teoría de la Percolación (O'Neill, R.V., R. H. Gardner y M.G. Turner, 1992).

- ♣ Realizar la liberación de fauna en sitios adyacentes al área de cambio de uso del suelo, a una distancia no mayor de 300 m. Los sitios de reubicación deberán cumplir los siguientes requisitos: presentar ambientes homólogos a las áreas donde ocurra el rescate, presencia de poblaciones de las mismas especies a liberar en el lugar, disponibilidad de microhábitats adecuados, según la especie. En virtud de lo anterior, no es factible predeterminar en este momento las áreas donde habrán de ser liberados; no obstante, se informará en los reportes correspondientes, las acciones realizadas, registrando las coordenadas del sitio donde el ejemplar fue capturado y del sitio donde fue liberado.

Consecuentemente y por lo antes expuesto, se afirma que con la iniciativa sometida a evaluación de la autoridad en el presente documento técnico unificado, no se compromete la biodiversidad en el área.

VI.2 ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO

La erosión es la remoción del suelo causada por la acción de los agentes físicos, como el agua o el viento, razón por la cual las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas. Para el cálculo de la tasa de erosión en el presente estudio, se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos, con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, lo cual representa un modelo empírico adaptado para nuestro país.

Con base en los resultados obtenidos de la aplicación del modelo, la pérdida de suelo, sin el establecimiento del proyecto es **actualmente de 0.854 ton/ha/año**, lo que indica que la erosión actual es muy inferior con respecto al máximo permisible en algunas regiones de México (10 ton/ha/año)⁵, consecuencia del tipo de suelo que subyace al espacio cubierto por la vegetación forestal (rendzina) que poseen una naturaleza moderadamente susceptible a la erosión y un buen drenaje.

Ahora bien, de efectuarse el CUS solicitado en las 6.37 ha, se obtuvo que el valor de erosión sería de **1.905 ton/ha/año**. Por lo que, al contexto de dicho análisis cuantitativo, la erosión total a mitigar es de **1.051 ton/ha/año en el AeP**, valor hipotético obtenido de la diferencia entre el escenario sin y con el proyecto. Cabe hacer mención que, si bien la modelación del incremento de la erosión arroja un valor de 1.051 ton/ha/año, no necesariamente este será el valor de pérdida potencial de suelo en el AeP; toda vez que, el área a desmontar será utilizada para el desarrollo del proyecto y, al finalizar dichos trabajos, se aplicarán medidas que evitaren el deterioro de este componente ambiental.

Este servicio se identifica con una afectación baja en función de las características de relieve y gradientes de altitud bajos que presenta el AeP. Por otra parte, la nula presencia de corrientes superficiales minimiza la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos que finalmente ocasionen incrementos en los niveles de erosión. La afectación a este servicio ambiental para el AeP en la cual se pretende realizar el CUS se valoró como moderado, en función del índice de erosión estimado con los siguientes valores, bajo el supuesto del retiro de la cobertura vegetal pretendida en 1.905 ton/año, mientras que en las condiciones actuales se presenta una tasa de erosión de 0.854 ton/año, por lo que la afectación real sería de 1.051 ton que se estarán mitigando con buenas prácticas de conservación de suelo.

Derivado del análisis de las características particulares del proyecto que nos ocupa, las actividades a realizar que permitan prevenir, mitigar, rehabilitar y compensar la erosión potencial a generar debido a los trabajos inherentes a la ejecución del proyecto, son:

- ♣ Ajustar el desarrollo de las obras únicamente a las áreas del proyecto.

- ♣ Acopio del suelo orgánico para su empleo en la constitución de jardineras.
- ♣ Promoción del uso de especies vegetales que sean rescatadas en las áreas de ocupación temporal.
- ♣ Implementación del programa de arborización y jardinería.

Aunado a lo anterior, se evitará dejar los suelos desnudos por tiempos prolongados, con lo que se evitará el arrastre de partículas por acción del viento o la lluvia. Una vez que terminen los trabajos del proyecto, las áreas de ocupación temporal serán sujetas a revegetar, de acuerdo con el programa de arborización y jardinería; además de que en esas áreas se utilizará el suelo orgánico que se tiene en resguardo.

La colocación de plantas (árboles, arbustos, pastos) en las áreas de ocupación temporal permitirá fijar el suelo, evitando su pérdida por agentes físicos; además de que favorece la infiltración del agua a los mantos freáticos, ayuda a recuperar la imagen y condiciones del paisaje. Así, al mitigar la erosión total calculada de 1.051 ton con las medidas propuestas, se prevé una nula afectación al componente edáfico, cumpliendo con el precepto indicado en el Artículo 117 del RLGDFS que no se provocará la erosión de los suelos, por lo tanto, se comprueba que el proyecto no tiene una afectación significativa en este servicio ambiental, siendo posible su ejecución con las medidas propuestas.

Cumpliendo con el precepto indicado en el Artículo 117 del RLGDFS que no se provocará la erosión de los suelos, por lo tanto, se comprueba que el proyecto no tiene una afectación en este servicio ambiental, siendo posible su ejecución con las medidas propuestas.

VI.3 ANÁLISIS DE LA AFECTACIÓN AL RECURSO AGUA

Para el presente proyecto, se identificó como un servicio con muy baja afectación, primordialmente por las condiciones particulares que caracterizan al comportamiento del acuífero en el área por afectar y que se calcularon a partir de la estimación del balance hídrico^{IV} realizado para el AeP (la metodología y el cálculo se incluyen en el anexo IV.15). Para el SAR se realizó la estimación de una disponibilidad media anual de lluvia de 39'887,441.84 m³/año con una evapotranspiración de 33'185,243.86 m³/año, cuya diferencia deja un remanente que puede tener dos fines, la infiltración hacia los diferentes estratos del subsuelo (somero y profundo) y el escurrimiento. En este caso el escurrimiento se estimó en **3'716,020.45 m³/año**, por lo que la infiltración sería de **2'986,177.54 m³/año** en las condiciones actuales (Tabla VI.10).

Tabla VI.10
Resultados del análisis de balance hídrico

Balance Hídrico			
	mm/año	m3/ha/año	%
Vol. Precipitación	3,988,744.18	39,887,441.84	100%
Vol. Evapotranspiración (ETR)	3,318,524.39	33,185,243.86	83%
Vol. Escurrimiento (Q)	371,602.04	3,716,020.45	9%
Vol. Infiltración (F)	298,617.75	2,986,177.54	7%

Considerando que la remoción de vegetación por efecto de la ampliación del proyecto que se solicita mediante el presente documento representa el 0.2% de la cobertura forestal del SAR, los valores de evapotranspiración, escurrimiento e infiltración no se verán

^{IV} **Balance Hídrico:** toda unidad hidrológica, sea una cuenca superficial o subterránea, recibe aportaciones de agua y descarga un volumen de agua, además de que contiene otra cantidad de agua variable. El balance hídrico es el equilibrio entre todos los recursos hídricos que ingresan al sistema y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado (Heras, 1970).

afectados por la ejecución del proyecto, toda vez que el porcentaje a remover de cubierta vegetal, si bien no es despreciable, tampoco podrá ocasionar una alteración de tal magnitud que pueda alterar el balance hídrico del SAR (o de la cuenca en que éste se encuentra inmerso) (Galeana et al., 2009⁶; Rodríguez, 2016⁷).

Bajo el escenario de haber realizado la remoción de vegetación en el área de establecimiento del proyecto es de esperarse que el volumen de escurrimiento tienda a aumentar como consecuencia la infiltración disminuye, dándose una afectación puntual en el área de afectación del proyecto; no obstante, aun cuando en el sitio puntual donde serán implantados cada uno de los componentes del proyecto podrán suscitarse variaciones en los volúmenes de absorción/escurrimiento, las áreas aledañas a éstos tendrán la capacidad de realizar esa infiltración; por lo que, finalmente llegara el mismo volumen de agua a los mantos freáticos. Cabe agregar que la superficie solicitada para realizar el CUS no quedará completamente impermeable, pues en el diseño del hotel se considera también la presencia de vegetación en jardineras.

En este contexto, se reitera que la cuenca, como la unidad hidrológica más utilizada, corresponde al espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas, conformado por un sistema hídrico que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande, a un lago o a un mar. Por lo que en la superficie que compone una cuenca, existen lagos y ríos que alimentan a los acuíferos por medio de la infiltración; elementos sobre los cuales el proyecto no prevé incidencia y por ende tampoco a la cantidad de agua que la abastece.

Calidad del agua: La ubicación geográfica del AeP no se encuentra dentro de una zona crítica para la recarga de acuíferos, ya sea por sobreexplotación o por la presencia de aguas superficiales. No obstante, con la finalidad de evitar la alteración en la calidad del agua durante la temporada de lluvias, se implementaran una serie de medidas y buenas prácticas que eviten la modificación negativa de este recurso.

Medidas de mitigación y prevención para que no disminuya la capacidad de captación y calidad de agua: como parte de las medidas de mitigación, se realizará la arborización y jardinería en las áreas de ocupación temporal, con lo cual se prevé contribuir a la captación de agua, ayudando en la infiltración de ésta al subsuelo.

Además, se implementará un Plan de Manejo de residuos, mediante el cual serán planteadas las acciones mediante las cuales se prevé evitar derrames de combustibles, lubricantes, aceites, pinturas; así como el manejo, almacén temporal y disposición final de sustancias potencialmente contaminadas. El mantenimiento y abastecimiento de aceites y combustibles, se realizarán de preferencia en talleres especializados, fuera del AeP.

Para evitar la contaminación por aguas grises, se colocarán sanitarios portátiles; el agua residual proveniente de los servicios será enviada a la planta de tratamiento y los lodos residuales de proceso, serán retirados periódicamente por una empresa debidamente acreditada. Aunado a la colocación de trampas de grasa en restaurantes y cocinas.

De forma adicional, y como parte de las medidas de mitigación, se prevé la conservación de 78.28 hectáreas que ostentan vegetación de manglar en buenas condiciones, acción mediante la cual se espera, no solo proveer de hábitats a la fauna local más susceptible a las modificaciones de su entorno, sino como áreas que seguirán brindando los mismos servicios ecosistémicos como la infiltración de agua y alimentación de mantos freáticos.

Demostrando así que no se compromete la captación de agua en el área sujeta a CUS y por lo tanto se cumple con el precepto del RLGDFS, ya que el proyecto no provocará la disminución de la captación y calidad del agua.

VI.4 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA (ELEMENTOS QUE DEMUESTREN QUE EL USO PROPUESTO ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO COMPARADO CON EL USO ACTUAL)

En lo que se refiere al cuarto de los supuestos antes referidos, relacionado a la obligación de demostrar que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo, se plantea lo siguiente:

El área solicitada para cambio de uso de suelo para el proyecto Ampliación Hotel Playa Maroma, cuyas dimensiones abarcan 6.37 ha, es importante hacer referencia a que, en los últimos años el sector turístico ha ido creciendo y consolidándose como una de las principales actividades económicas.

Cuando se piensa en estimar el valor de los recursos naturales, se debe tener presente la existencia de dimensiones de análisis diversas y complementarias, por lo que la valoración económica genera información útil para la toma de decisión sobre los usos alternativos de los recursos, pero no necesariamente refleja en forma objetiva el valor de estos recursos en términos de moneda, ya que el valor de los bienes y servicios ambientales abarca más de una dimensión y no todas son expresables en dinero.

El AeP donde se llevará a cabo el proyecto no tiene un uso económico directo, no obstante, mediante la valoración económica de los recursos biológico-forestales que presta la fracción de terreno por impactar se puede estimar el valor económico del mismo. Mediante un análisis de la vida útil del proyecto que asciende a 50 años y considerando una inflación anual del 5%, se prevé que la operación del proyecto generará una derrama económica mayor al que actualmente se tiene.

En resumen, la valoración económica de los recursos biológicos forestales estimada para el AeP, equivale a un total de **\$ 642,392.37** (seiscientos cuarenta y dos mil trescientos noventa y dos pesos 37/100MN; Tabla VI.11). Es importante hacer hincapié en que los valores si bien son subjetivos, con la estimación de cada uno de los parámetros se busca un acercamiento al valor real de los elementos que componen el área de cambio de uso de suelo.

Cabe destacar que, si bien el valor económico de los recursos forestales afectados sólo impactará el primer año del proyecto (flora y fauna), dado que es cuando se concreta la remoción de la vegetación del AeP, en el caso de los servicios ambientales que se dejarían de ofrecer afectarán durante toda la vida útil del proyecto, aunque se prevé un balance que incluye estos elementos a largo plazo en virtud de valorar todos los elementos actuales que caracterizan el área de CUS. La estimación de los recursos biológicos forestales se desglosa de manera detallada en el capítulo II del presente estudio.

Tabla VI.11
Resumen de la estimación económica de los recursos biológicos forestales del AeP

Recursos biológicos forestales	Monto estimado
Forestales maderables	\$ 382,020.45
Forestales no maderables	\$ 8,370.00
Faunísticos	\$ 48,060.00
Servicios ambientales	\$ 203,942.00
Total	\$642,392.37

En contraste y, considerando que el sector turístico representa el 9% de los ingresos del PIB, en el empleo y en su aporte de divisas para la economía nacional (CESTUR, 2000⁸); el

proyecto que nos ocupa tendrá una inversión de \$560'280,000.00^V millones de pesos, con lo cual se espera contribuir al desarrollo de la industria y beneficiar a distintos sectores de la economía, a través de la creación de empleos (durante la construcción se espera generar 500 empleos temporales; mientras que durante la operación serán 340 empleos permanentes), capacitación de personal, demanda de bienes y servicios, impuestos. Siguiendo el mismo orden de ideas, durante la etapa operativa se prevé una derrama económica inicial de \$456'918,000.00 pesos anuales (Tabla VI.12), cifra que se obtiene de la sumatoria de cada uno de los eslabones que permiten que el proyecto sea sustentable y rentable (Figura VI.3).



Tabla VI.12
Desglose aproximado de la derrama económica esperada

	Cifras en pesos
Demanda de bienes y servicios	\$ 36'307,000.00
Cadena de valor	\$ 35'462,000.00
Desarrollo de industria	\$ 97'045,000.00
Generación de empleos	\$156,720,000.00
Pago de impuestos	\$ 91'384,000.00
Inversión pública	\$ 10'000,000.00
Bienestar social	\$30'000,000.00
Total	\$ 456'918,000.00

Ahora bien, mediante un análisis de la vida útil del proyecto que asciende a 50 años y considerando una inflación anual del 5%^{VI}, se prevé que la operación del proyecto generará una derrama económica de **\$5'239'661,375.31** (cinco mil doscientos treinta y nueve millones seiscientos sesenta y un mil trescientos setenta y cinco 31/100 MN), con un costo por los servicios ambientales que podrían verse afectados del orden de **\$7,366,570.13** (siete millones trescientos sesenta y seis mil quinientos setenta 13/100 MN), lo que genera un balance positivo con la ejecución del proyecto de **\$5,232,294,805.18** (cinco mil doscientos treinta y dos millones

^V En el Capítulo II se maneja la cifra de \$29'000,000.00 millones de dólares, con fines comparativos se hizo la conversión a pesos mexicanos, considerando el dólar a la paridad del día 15 de enero de 2018.

^{VI} <http://www.banxico.org.mx/portal-inflacion/inflacion.html>

doscientos noventa y cuatro mil ochocientos cinco 18/MN), así se confirma y demuestra que el nuevo uso propuesto es más productivo a largo plazo comparado con el uso actual del terreno forestal (Tabla VI.13).

Tabla VI.13
Análisis comparativo de la derrama económica del proyecto y los servicios ambientales a un plazo de 50 años

AÑO ¹	RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES ²			DERRAMA ECONOMICA PROYECTO			BALANCE ECONOMICO ⁴
	MONTO ANUAL TOTAL	INFLACION ³	MONTO ACUMULATIVO 50 AÑOS	MONTO ANUAL TOTAL	INFLACION ³	MONTO ACUMULATIVO 50 AÑOS	
1	\$642,392.37	0.05	\$674,511.99	\$456,918,000.00	0.05	\$479,763,900.00	\$479,089,388.01
2	\$674,511.99	0.05	\$708,237.59	\$479,763,900.00	0.05	\$503,752,095.00	\$503,043,857.41
3	\$708,237.59	0.05	\$743,649.47	\$503,752,095.00	0.05	\$528,939,699.75	\$528,196,050.28
4	\$743,649.47	0.05	\$780,831.94	\$528,939,699.75	0.05	\$555,386,684.74	\$554,605,852.80
5	\$780,831.94	0.05	\$819,873.54	\$555,386,684.74	0.05	\$583,156,018.97	\$582,336,145.44
6	\$819,873.54	0.05	\$860,867.21	\$583,156,018.97	0.05	\$612,313,819.92	\$611,452,952.71
7	\$860,867.21	0.05	\$903,910.58	\$612,313,819.92	0.05	\$642,929,510.92	\$642,025,600.34
8	\$903,910.58	0.05	\$949,106.10	\$642,929,510.92	0.05	\$675,075,986.47	\$674,126,880.36
9	\$949,106.10	0.05	\$996,561.41	\$675,075,986.47	0.05	\$708,829,785.79	\$707,833,224.38
10	\$996,561.41	0.05	\$1,046,389.48	\$708,829,785.79	0.05	\$744,271,275.08	\$743,224,885.60
11	\$1,046,389.48	0.05	\$1,098,708.95	\$744,271,275.08	0.05	\$781,484,838.83	\$780,386,129.88
12	\$1,098,708.95	0.05	\$1,153,644.40	\$781,484,838.83	0.05	\$820,559,080.77	\$819,405,436.37
13	\$1,153,644.40	0.05	\$1,211,326.62	\$820,559,080.77	0.05	\$861,587,034.81	\$860,375,708.19
14	\$1,211,326.62	0.05	\$1,271,892.95	\$861,587,034.81	0.05	\$904,666,386.55	\$903,394,493.60
15	\$1,271,892.95	0.05	\$1,335,487.60	\$904,666,386.55	0.05	\$949,899,705.88	\$948,564,218.28
16	\$1,335,487.60	0.05	\$1,402,261.98	\$949,899,705.88	0.05	\$997,394,691.17	\$995,992,429.19
17	\$1,402,261.98	0.05	\$1,472,375.08	\$997,394,691.17	0.05	\$1,047,264,425.73	\$1,045,792,050.65
18	\$1,472,375.08	0.05	\$1,545,993.83	\$1,047,264,425.73	0.05	\$1,099,627,647.02	\$1,098,081,653.19
19	\$1,545,993.83	0.05	\$1,623,293.52	\$1,099,627,647.02	0.05	\$1,154,609,029.37	\$1,152,985,735.85
20	\$1,623,293.52	0.05	\$1,704,458.20	\$1,154,609,029.37	0.05	\$1,212,339,480.84	\$1,210,635,022.64
21	\$1,704,458.20	0.05	\$1,789,681.11	\$1,212,339,480.84	0.05	\$1,272,956,454.88	\$1,271,166,773.77
22	\$1,789,681.11	0.05	\$1,879,165.17	\$1,272,956,454.88	0.05	\$1,336,604,277.63	\$1,334,725,112.46
23	\$1,879,165.17	0.05	\$1,973,123.43	\$1,336,604,277.63	0.05	\$1,403,434,491.51	\$1,401,461,368.08
24	\$1,973,123.43	0.05	\$2,071,779.60	\$1,403,434,491.51	0.05	\$1,473,606,216.08	\$1,471,534,436.49
25	\$2,071,779.60	0.05	\$2,175,368.58	\$1,473,606,216.08	0.05	\$1,547,286,526.89	\$1,545,111,158.31
26	\$2,175,368.58	0.05	\$2,284,137.00	\$1,547,286,526.89	0.05	\$1,624,650,853.23	\$1,622,366,716.23
27	\$2,284,137.00	0.05	\$2,398,343.86	\$1,624,650,853.23	0.05	\$1,705,883,395.89	\$1,703,485,052.04
28	\$2,398,343.86	0.05	\$2,518,261.05	\$1,705,883,395.89	0.05	\$1,791,177,565.69	\$1,788,659,304.64
29	\$2,518,261.05	0.05	\$2,644,174.10	\$1,791,177,565.69	0.05	\$1,880,736,443.97	\$1,878,092,269.87
30	\$2,644,174.10	0.05	\$2,776,382.81	\$1,880,736,443.97	0.05	\$1,974,773,266.17	\$1,971,996,883.36
31	\$2,776,382.81	0.05	\$2,915,201.95	\$1,974,773,266.17	0.05	\$2,073,511,929.48	\$2,070,596,727.53
32	\$2,915,201.95	0.05	\$3,060,962.04	\$2,073,511,929.48	0.05	\$2,177,187,525.95	\$2,174,126,563.91
33	\$3,060,962.04	0.05	\$3,214,010.15	\$2,177,187,525.95	0.05	\$2,286,046,902.25	\$2,282,832,892.10
34	\$3,214,010.15	0.05	\$3,374,710.65	\$2,286,046,902.25	0.05	\$2,400,349,247.36	\$2,396,974,536.71
35	\$3,374,710.65	0.05	\$3,543,446.18	\$2,400,349,247.36	0.05	\$2,520,366,709.73	\$2,516,823,263.54
36	\$3,543,446.18	0.05	\$3,720,618.49	\$2,520,366,709.73	0.05	\$2,646,385,045.22	\$2,642,664,426.72

AÑO ¹	RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES ²			DERRAMA ECONOMICA PROYECTO			BALANCE ECONOMICO ⁴
	MONTO ANUAL TOTAL	INFLACION ³	MONTO ACUMULATIVO 50 AÑOS	MONTO ANUAL TOTAL	INFLACION ³	MONTO ACUMULATIVO 50 AÑOS	
37	\$3,720,618.49	0.05	\$3,906,649.42	\$2,646,385,045.22	0.05	\$2,778,704,297.48	\$2,774,797,648.06
38	\$3,906,649.42	0.05	\$4,101,981.89	\$2,778,704,297.48	0.05	\$2,917,639,512.35	\$2,913,537,530.46
39	\$4,101,981.89	0.05	\$4,307,080.98	\$2,917,639,512.35	0.05	\$3,063,521,487.97	\$3,059,214,406.98
40	\$4,307,080.98	0.05	\$4,522,435.03	\$3,063,521,487.97	0.05	\$3,216,697,562.37	\$3,212,175,127.33
41	\$4,522,435.03	0.05	\$4,748,556.79	\$3,216,697,562.37	0.05	\$3,377,532,440.48	\$3,372,783,883.70
42	\$4,748,556.79	0.05	\$4,985,984.62	\$3,377,532,440.48	0.05	\$3,546,409,062.51	\$3,541,423,077.88
43	\$4,985,984.62	0.05	\$5,235,283.86	\$3,546,409,062.51	0.05	\$3,723,729,515.63	\$3,718,494,231.78
44	\$5,235,283.86	0.05	\$5,497,048.05	\$3,723,729,515.63	0.05	\$3,909,915,991.42	\$3,904,418,943.37
45	\$5,497,048.05	0.05	\$5,771,900.45	\$3,909,915,991.42	0.05	\$4,105,411,790.99	\$4,099,639,890.54
46	\$5,771,900.45	0.05	\$6,060,495.47	\$4,105,411,790.99	0.05	\$4,310,682,380.54	\$4,304,621,885.06
47	\$6,060,495.47	0.05	\$6,363,520.25	\$4,310,682,380.54	0.05	\$4,526,216,499.56	\$4,519,852,979.32
48	\$6,363,520.25	0.05	\$6,681,696.26	\$4,526,216,499.56	0.05	\$4,752,527,324.54	\$4,745,845,628.28
49	\$6,681,696.26	0.05	\$7,015,781.07	\$4,752,527,324.54	0.05	\$4,990,153,690.77	\$4,983,137,909.70
50	\$7,015,781.07	0.05	\$7,366,570.13	\$4,990,153,690.77	0.05	\$5,239,661,375.31	\$5,232,294,805.18

¹Los 50 años corresponden al tiempo estimado de vida del proyecto

²Los valores económicos de los recursos biológicos forestales que se emplean para la presente estimación fueron calculados a partir de las características del área de CUSTF y se presentan en el capítulo II (estimación económica de los recursos biológicos forestales).

³Inflación: Índice nacional de precios al consumidor, valor anual durante 50 años a un 5% constante.

⁴El balance económico es la diferencia entre la derrama económica anual del proyecto y el valor económico estimado de los servicios ambientales identificados en el área de CUSTF.

Finalmente, los beneficios del terreno forestal en las condiciones actuales, se limitan a los servicios ambientales que ofrece, toda vez que el área no es aprovechada con fines de producción primaria, así mismo el valor económico del uso que se le pretende dar al área sujeta a cambio de uso del suelo es mayor que la suma de los servicios ambientales que dicha superficie ofrece en condiciones naturales, cumpliendo con el precepto indicado en el *Artículo 117 del RLGDFS*, siendo posible su ejecución con las medidas propuestas.

Dentro de las áreas forestales con las condiciones actuales, los recursos existentes carecen de un valor económico ya que no son empleados en alguna actividad que les asigne dicha propiedad tales como uso medicinal, comestible o de ornato, entre otras.

En suma, el valor económico del uso que se le pretende dar al área sujeta a cambio de uso del suelo es, definitivamente, mayor que la suma de los servicios ambientales que dicha superficie ofrece en condiciones naturales, cumpliendo con el precepto indicado en el Artículo 117 del RLGDFS, siendo posible su ejecución con las medidas propuestas.

VI.5 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Durante el proceso de construcción de la ampliación del complejo turístico “Playa Maroma Inmuebles”, serán requeridas cerca de 500 personas, lo que implica fuentes de empleo temporales importantes para la región, particularmente del municipio, así como la oferta de servicios (alimentación, hospedaje, compra de insumos, mantenimiento, servicio de transporte, entre otros). Durante las etapas de preparación del sitio y construcción serán requeridos una serie

de materiales de construcción y servicios diversos que ocasionaran una derrama económica no menos importante para el municipio. La implantación del proyecto requerirá de una inversión de \$29'000,000.00 millones de dólares.

Se estima que la implantación del proyecto generará una ganancia anual hasta de **\$5'232'294,805.18** de pesos, con una tasa de crecimiento de 5% a un plazo de 50 años, este proyecto contribuirá de forma importante a la economía del municipio donde se ubica el presente proyecto. Así mismo, con la ejecución del proyecto se pretende brindar una alternativa de turismo con instalaciones y paisajes privilegiados en un entorno sustentable; así como el mejoramiento ambiental de las áreas de conservación que actualmente forman parte del proyecto PMI, toda vez que estos han quedado aislados y fragmentados en su cobertura original por la construcción de la infraestructura aledaña de propietarios no relacionados con el proyecto.

Por ello el uso propuesto resulta más productivo que conservar el área en sus condiciones actuales, ya que los impactos ambientales y sociales que ocasionará el cambio de uso de suelo resultan irrelevantes en función de los beneficios económicos que traerá el proyecto, aunado al hecho de que se van a preservar 78.28 ha (12.3 veces el área que se pretende desmontar), resguardando así ecosistemas clave que permitirán la continuidad de los procesos naturales, continuaran brindando los servicios ambientales y brindaran condiciones a las especies registradas.

VI.6 LITERATURA CONSULTADA

HERAS, R. 1970. Manual de Hidrología-Concepto de Balance Hídrico.

- 1 RAE, 2001. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. 22ª Ed. México.
- 2 Durán García, R. 1997. Distribución de las especies endémicas de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán AC. Unidad de Recursos Naturales. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. B070. México D. F.
- 3 Peterson, Roger Tory ; Chalif, Edward D. Aves de México. Guía de campo. Identificación de todas las especies encontradas en México, Guatemala, Belice y el Salvador, México: Editorial Diana, 1989, 473 p.
- 4 del Villar-González, D. 2000. Principales vertebrados plaga en México: situación actual y alternativas para su manejo. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 6(1): 41-54.
- 5 <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>
- 6 Galeana Pizaña, J.M.; N. Corona Romero y J.A.B. Ordóñez Díaz. 2009. Análisis dimensional de la cobertura Vegetal-uso de suelo en la cuenca del río Magdalena. Rev. Ciencia Forestal en México. Vol. 34. Núm. 105.
- 7 Rodríguez, E.C. 2016. La afectación de la cobertura vegetal en el balance hídrico de los suelos en la subcuenca hidrográfica del río Agua Salud –Panamá. Universidad de Cundinamarca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Ambiental. GIRARDOT.
- 8 Secretaria de Turismo (CESTUR). 2000. Encuentro nacional de turismo. La perspectiva 2020. Carpeta de trabajo. México, D.F.

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL	1
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	7
V.1.1 Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos	7
V.1.2 Factores del entorno susceptibles a recibir impactos.....	12
V.1.3 Matriz de interacciones (acciones-factores)	14
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	19
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	21
V.3.1 Determinación de significancia	21
V.3.2 Determinación de la incidencia de los IA del proyecto Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles	25
V.3.3 Determinación de la magnitud de los impactos destacables del proyecto	30
V.3.3.1 Indicadores de impacto.....	30
V.3.3.2 Lista indicativa de indicadores de impacto.	31
V.3.3.3 Estimación de la magnitud.....	32
V.4 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DESTACABLES.....	45
V.5 IMPACTOS RESIDUALES	54
V.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS.....	56
V.7 CONCLUSIONES.....	67
V.8 LITERATURA CONSULTADA	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1 Etapas, componentes y acciones del proyecto “Ampliación del proyecto P.M.I”	8
Tabla V.2 Criterios de selección de acciones	10
Tabla V.3 Matriz de acciones seleccionadas tras el cribado	11
Tabla V.4 Factores y subfactores ambientales susceptibles a recibir impactos.....	13
Tabla V.5 Interacciones registradas para cada medio.....	14
Tabla V.6 Interacciones registradas para cada factor.....	15
Tabla V.7 Interacciones registradas para cada etapa.....	17
Tabla V.8 Interacciones registradas por componente.....	18
Tabla V.9 Impactos ambientales resultantes del proceso de cribado de interacciones causa – efecto.....	20
Tabla V.10 Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo	22
Tabla V.11 Determinación de la significancia de los impactos del proyecto	24
Tabla V.12 Atributos de impacto para determinar incidencia.....	26
Tabla V.13 Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados	28
Tabla V.14 Determinación de la destacabilidad de los IA’s de la Ampliación Playa Maroma Inmuebles... ..	28

Tabla V.15 Impacto 1. Incremento en la compactación del suelo.....	45
Tabla V.16 Impacto 2. Incremento en los niveles de erosión	45
Tabla V.17 Impacto 3. Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones	46
Tabla V.18 Impacto 4. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	46
Tabla V.19 Impacto 5. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	47
Tabla V.20 Impacto 6. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	48
Tabla V.21 Impacto 7. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	48
Tabla V.22 Impacto 8. Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación	49
Tabla V.23 Impacto 9. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia	50
Tabla V.24 Impacto 10. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación.....	50
Tabla V.25 Impacto 11. Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	51
Tabla V.26 Impacto 12. Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat	51
Tabla V.27 Impacto 13. Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	52
Tabla V.28 Impacto 14. Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.	52
Tabla V.29 Impacto 15. Disminución local de los valores de la calidad paisajística.....	53
Tabla V.30 Impacto 16. Cambios en la conectividad del paisaje.....	54
Tabla V.31 Identificación de impactos destacables con carácter de residualidad.....	56
Tabla V.32 Efectos de las actividades sobre los ecosistemas del SAR	58
Tabla V.33 Impactos destacables identificados en los proyectos que comparten el SAR con el proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles	62
Tabla V.34 Valores de los criterios aplicados para determinar acumulación	64
Tabla V.35 Matriz de estimación de valores estandarizados de acumulación	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1 Proceso metodológico para identificar, caracterizar y describir los impactos ambientales del proyecto.....	6
Figura V.2 Interacciones positivas y negativas registradas para cada medio	15
Figura V.3 Interacciones positivas y negativas registradas para cada factor	16
Figura V.4 Interacciones positivas y negativas registradas para cada etapa	17
Figura V.5 Interacciones positivas y negativas registradas por componente	19
Figura V.6 Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales	21

Figura V.7 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 1 en relación al valor máximo de afectación	33
Figura V.8 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 2 en relación al valor máximo de afectación	34
Figura V.9 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 3 en relación al valor máximo de afectación	35
Figura V.10 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 5 en relación al valor máximo de afectación	36
Figura V.11 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 7 en relación al valor máximo de afectación	37
Figura V.12 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 8 en relación al valor máximo de afectación	38
Figura V.13 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 9 en relación al valor máximo de afectación	39
Figura V.14 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 10 en relación al valor máximo de afectación	40
Figura V.15 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 11 en relación al valor máximo de afectación	41
Figura V.16 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 12 en relación al valor máximo de afectación	42
Figura V.17 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 13 en relación al valor máximo de afectación	43
Figura V.18 Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 14 en relación al valor máximo de afectación	44
Figura 19 Retrospectiva del SAR (año 1988), vías de acceso Delimitación de la poligonal del sistema ambiental regional, en color rojo.	59
Figura V.20 Retrospectiva del SAR (año 2006), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura .	60
Figura 21 Retrospectiva del SAR (año 2009), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura	60
Figura 22 Retrospectiva del SAR (año 2012), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura	61
Figura 23 Desarrollos antrópicos presentes en el área que ocupa el SAR.	61

PÁGINA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

V IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL

El presente capítulo integra la parte medular del estudio de impacto ambiental del proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles”, tal como se encuentra establecido en el instructivo emitido por la SEMARNAT^I. En el presente capítulo se identifican, caracterizan, ponderan y evalúan los impactos ambientales, con especial énfasis en los relevantes o significativos y de estos, los que sean residuales, acumulativos y/o sinérgicos que pueden producirse durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, relacionándolos con componentes ambientales que sean identificados para el proyecto; lo que implica diseñar una metodología que permita destacar los impactos ambientales significativos, así como aquellos que ostenten características de acumulación y residualidad, no solo como parte del proyecto en evaluación, sino a nivel del SAR.

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1991)^{II} afirma que hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta técnicas, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos “in situ”, con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Canter (1998)^{III} establece que, aunque se han desarrollado diversas técnicas, no hay una técnica universal que pueda aplicarse a todo tipo de proyectos en cualquier medio en el que éste pretenda establecerse. En ese sentido cada técnica que se utilice debe ser específica para el proyecto que se evalúe y el medio ambiente en el cual éste pretende insertarse, sobre la base de los conceptos básicos de las técnicas existentes.

El propósito de la técnica que se emplee es el de asegurar que se han incluido en la valoración todos los factores ambientales destacables y lograr obtener una síntesis de la información que deriva del alcance de los impactos que podrá generar el proyecto y de las alternativas que pueden surgir para atenderlos, todo lo cual, independientemente de que conforma un conjunto de elementos que evalúa la autoridad para asumir la decisión respecto a

la viabilidad o inviabilidad del proyecto, también forma parte de la base de actuación de la empresa que promueve el proyecto para alcanzar su verdadera sostenibilidad.

Es importante recordar que los impactos ambientales se caracterizan por el sello que les imprimen varios atributos, de los cuales, tres son usualmente más considerados en el proceso de identificación y de valoración del impacto de un proyecto:

- La **magnitud**: calidad y cantidad del factor ambiental afectado.
- La **significancia**: condicionada por la intensidad, la extensión, el momento y la reversibilidad de la acción.
- El **signo**: (+) si es benéfico, ó (-) si es perjudicial.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del ambiente en su estado actual y la que tendrá en el futuro modificado (proyecto ejecutado), considerando la tendencia que tendría el entorno y como habría evolucionado sin la realización del proyecto, lo cual se conoce como alteración neta (Conesa, 1993)^{IV}

El proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad dados producen por su ejecución, es conocido como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); dicho análisis permite determinar su aceptación, modificaciones necesarias o rechazo por parte de las entidades que tengan a su cargo la aprobación del mismo.

Convencionalmente se acepta que la EIA admite varias aproximaciones en su definición, las cuales son interdependientes entre sí, estas son:

- Aproximación conceptual: percibe la EIA como un proceso de análisis conducente a la formación de un juicio previo, lo más objetivo posible, acerca de la importancia que tienen los impactos generados por actividades desarrolladas por el hombre - proyectos- y las posibilidades existentes para su prevención de ocurrencia, o reducción a niveles aceptables.
- Aproximación administrativa: se enfoca la EIA como un procedimiento de carácter administrativo, que conduce a la aceptación, modificación o rechazo definitivo de un proyecto sometido a evaluación, con base en la incidencia que éste tenga en el medio.
- Aproximación técnica: entiende la EIA como un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir, y comunicar (participación pública) el IA de un proyecto en caso de que éste sea ejecutado. De esta forma, la EIA desde la aproximación técnica, representa la herramienta fundamental para la toma de decisiones desde la esfera de la administración, o soporte para la aproximación administrativa.

En éste DTU, la aproximación conceptual da sustento a la aproximación administrativa, ya que es a través de ese enfoque como se hace llegar a la autoridad normativa (SEMARNAT) la propuesta de proyecto y, en tal sentido es importante iniciar el desarrollo de éste capítulo considerando que con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El desarrollo de un DTU Modalidad B cuya característica sea regional debe centrar su esfuerzo en dos rubros particulares: en la definición, la delimitación y el análisis del sistema ambiental regional y en la identificación, la valoración y la cuantificación de los impactos acumulativos de dicho sistema ambiental regional.

Para la valoración de los impactos ambientales, se utilizan indicadores ambientales, considerados como la herramienta que se adopta para cuantificar un impacto ambiental y que pueden representar de mejor forma la alteración potencial que puede afectar a un factor del ambiente o a un ecosistema en su conjunto. El empleo de esta herramienta permite disponer de una estimación medible de la diferencia del indicador “con” y “sin” proyecto, en sustitución de aquellas valoraciones basadas en la percepción individual y subjetiva de la dimensión y del valor de los impactos ambientales identificados.

Con base en lo anterior, el objetivo fundamental de un DTU es identificar los impactos ambientales significativos que puede generar un proyecto. Al respecto es conveniente abordar este aspecto asumiendo en toda su dimensión la definición que ofrece el marco reglamentario de la LGEEPA respecto a lo que se entiende por impacto ambiental significativo:

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Sobre la base de lo expuesto, en el presente capítulo se presenta la identificación, la descripción y la evaluación de los impactos ambientales, centrando el objetivo del análisis en la identificación de aquellos impactos que, por sus características, pudieran ajustarse a la definición dispuesta en la fracción IX del Artículo 3° del REIA antes transcrita.

Para alcanzar lo anterior, la integración de este capítulo se basó en el análisis e interpretación de:

- Las características de los componentes del proyecto y la identificación de las acciones (Capítulo II) que potencialmente puedan propiciar impactos a los factores ambientales susceptibles de recibirlos (Capítulo IV).
- La vinculación del proyecto con las disposiciones, reglas y recomendaciones de los diversos instrumentos jurídicos aplicables al mismo (Capítulo III).
- El diagnóstico ambiental del área de establecimiento del proyecto (AeP), y la valoración de la calidad del Sistema Ambiental Regional (SAR) dentro del cual se pretende insertar al proyecto. Ambos componentes descritos en el capítulo IV de este documento.
- Los usos del suelo definidos para el proyecto por el promovente (Capítulo II)
- La información generada en trabajos de campo y verificación (Capítulo II y IV).
- Técnicas convencionales de Evaluación de Impacto Ambiental.

Complementario a lo anterior es importante destacar que se pretende conducir el proceso de identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales significativos, particularmente a los de tipo acumulativo y residual, y realizar ese alcance en el sistema ambiental regional.

Estos dos objetivos adquieren particular preponderancia en el DTU modalidad regional, por una parte porque al enfocar el análisis de identificación y evaluación a los impactos acumulativos, se aborda uno de los rubros más importantes en la planeación del desarrollo. La acumulación es, tal vez, el problema más importante en el deterioro del ambiente, por lo que la identificación de los impactos que potencialmente pueden ser acumulativos es una acción preventiva relevante por la anticipación que deberá presentarse de manera consecuente.

La definición jurídica del concepto impacto ambiental acumulativo la restringe a: *"el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el*

presente”, (fracción VII, artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, REIA). Esta redacción, hermenéuticamente difusa, requiere complementarse con la acepción técnica que define al concepto en países con mayor desarrollo técnico en este campo.

Los impactos acumulativos son los efectos que pueden ocurrir cuando determinadas acciones de un proyecto, sobre los factores del ambiente se llevan a cabo con tanta frecuencia en el tiempo o en el espacio y tan densamente, que la resiliencia de esos sistemas naturales no puede asimilarlos. También pueden identificarse cuando los efectos negativos de una actividad se combinan con los de otra en una forma casi incremental; así, los impactos acumulativos son los cambios potenciales de origen antropogénico o inducidos por el hombre sobre los factores de los ecosistemas, que incrementan su incidencia y su magnitud en el tiempo y en el espacio. Los impactos acumulativos son aditivos y persistentes en el tiempo. Si bien, los efectos acumulativos se refieren a la degradación ambiental progresiva en el tiempo, tienen su origen en un conjunto de actividades a lo largo de un área o región.

Los impactos acumulativos son los resultados brutos o netos que se originan en un conjunto de proyectos o actividades, en desarrollo o por desarrollarse y no necesariamente relacionadas entre sí, en condiciones que dan lugar al incremento de su incidencia y de su magnitud en el tiempo y/o en el espacio.

Por otra parte, los impactos residuales son definidos en el REIA, en términos poco objetivos: *“es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”* (fracción X, del artículo 3 del REIA). Al igual que en la definición del impacto acumulativo, esta definición es incompleta y no tiene el alcance que tiene dicho concepto en la gestión ambiental, por ello, complementariamente a lo que establece al respecto el REIA, en este DTU- B dicha definición se complementa con la consideración adicional de que, el impacto ambiental residual también es aquel que no tiene forma de ser mitigado, una vez que se ha ajustado la acción del proyecto que lo puede generar.

Bajo estas consideraciones se abordan ambos conceptos en este DTU- B con el agregado de que el alcance de los trabajos a desarrollar no solo implica considerar la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que podría generar el proyecto, incluyendo específicamente a los acumulativos y residuales, sino principalmente a los que se adjudiquen a otros proyectos que se ubiquen dentro de la poligonal envolvente del SAR.

De esta manera, los diversos apartados que integran éste capítulo se ajustan estrictamente a las recomendaciones que establece el instructivo emitido por la SEMARNAT (*Op. Cit.*, 2010) pero sobre todo, a identificar el impacto ambiental significativo (IAS) y potencial que pudiera generarse por la construcción y operación del proyecto “Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles”.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), los eventos de cambio en el mismo, su caracterización y análisis, en este apartado se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y beneficios de carácter significativo (IAS) que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto - entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una técnica que garantice la estimación de los impactos

provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la definición que al respecto establece la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Por lo que el contenido del capítulo deberá ajustarse a lo que establece el instructivo emitido por la SEMARNAT, en este caso para un DTU modalidad regional, refiriéndose a la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

Derivado de lo anterior, el proceso metodológico diseñado que se siguió para desarrollar la identificación, caracterización y descripción de los impactos ambientales del proyecto se concreta en los ocho apartados establecidos en el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales.
- b) Valoración de los IA's, y
- c) Descripción.

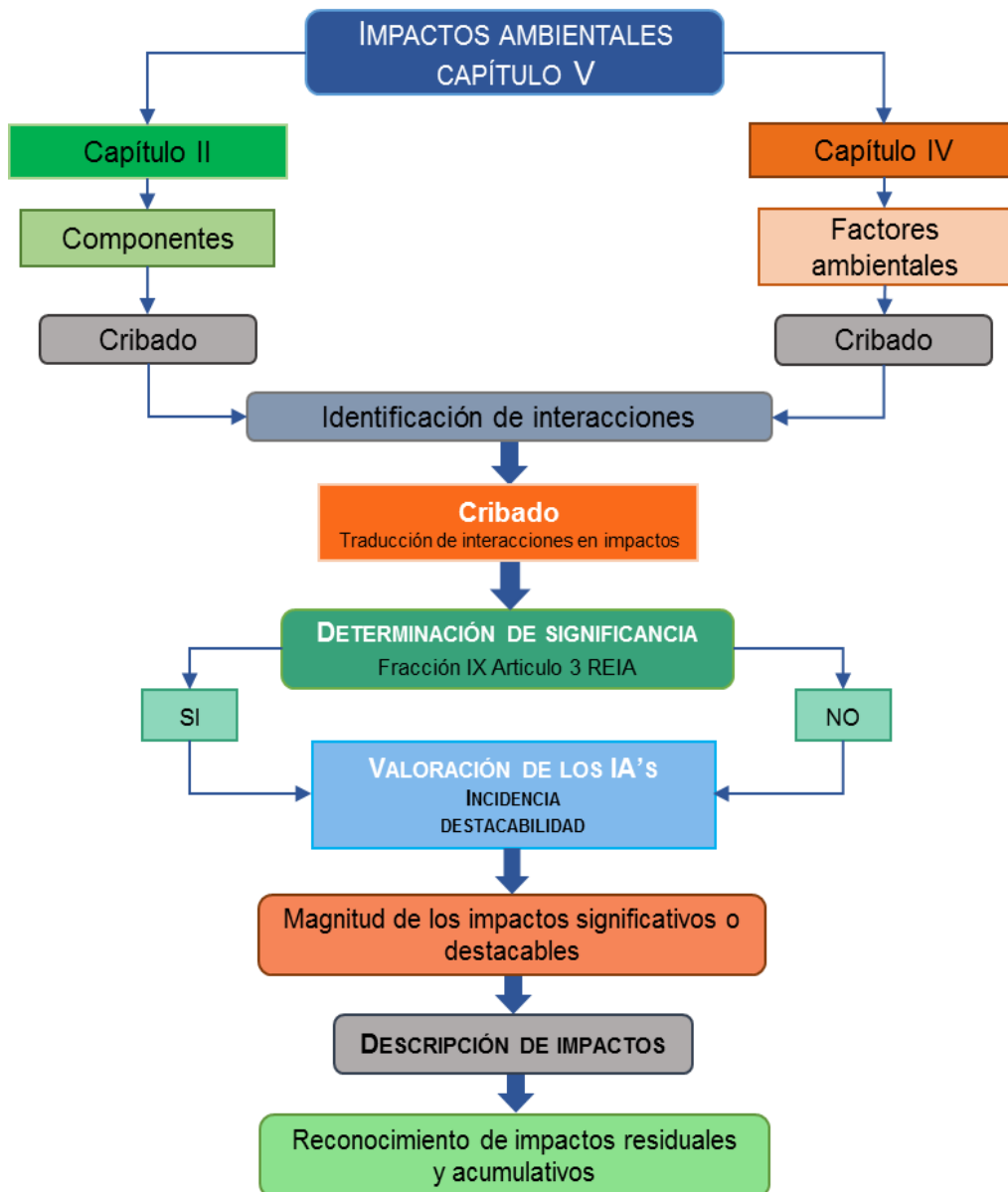
En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus etapas y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II del DTU-R. De igual manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de los elementos constitutivos del ambiente (factores y subfactores ambientales), definido en el Capítulo IV de este DTU-R. Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas conforman a un primer conjunto de impactos potenciales. Una vez identificadas las relaciones causa – efecto (impactos), se procedió a cribar ese conjunto de efectos (impactos), mediante un proceso de tamizado que inicialmente considera los supuesto que definen al IAS desde el enfoque del reglamento de la LGEEPA para la evaluación del impacto ambiental, para, de ser el caso, retomar todos aquellos impactos que pudieran alcanzar esa consideración (significativos o relevantes) ó, asumir otro esquema complementario que coadyuve a evidenciar los IA's destacables sobre bases convencionales que pudieran ser supletorias de las que ofrece la fracción IX del artículo 3° del REIA.

Técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

En la integración de este DTU-R, por técnica se entiende el planteamiento estructurado de cómo llevar a cabo una o varias actividades del proceso de evaluación del impacto ambiental, Canter 1998 (*Op. Cit.*) cita que se han desarrollado muchas técnicas de ayuda para la realización de las distintas tareas del proceso de EIA, como es el caso de la identificación de los impactos ambientales del proyecto. La de uso más generalizado es la de Leopold (1971)^V, la cual emplea una matriz simple la cual recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 factores ambientales; una parte sustantiva de ésta técnica es la de la estimación de la magnitud para lo cual propone la asignación de valores numéricos comprendidos entre el 1 y el 10, en la cual el valor de 10 representa la magnitud mayor y 5 (por ejemplo), una magnitud intermedia, la técnica de Leopold adolece de imprecisiones difíciles de superar, por lo que su adopción como herramienta para este DTU-R, fue rechazada.

Se optó por adoptar y adaptar la propuesta de Gómez Orea (2013)^{VI}, la cual integra un enfoque holístico que ayuda a limitar la incertidumbre natural asociada a un proceso de predicción como lo es la EIA. Dicha técnica adaptada a los requerimientos de nuestro marco jurídico y administrativo, permite arribar a determinaciones sobre las desviaciones de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto en la “línea base” o T0 determinada como corolario del Capítulo IV de este DTU-R, tanto para cada impacto potencial a generar como por el proyecto en su conjunto; dicha técnica (adaptada a nuestras condiciones) es detallada en el anexo V.1 de este DTU-R (Figura V.1).

Figura V.1
Proceso metodológico para identificar, caracterizar y describir los impactos ambientales del proyecto



V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

El proceso de identificación de impactos que se aborda en este DTU-R se inicia con la identificación de los componentes y de las acciones del proyecto potencialmente propiciadores de impactos al ambiente (Capítulo II de este DTU-R) y por la identificación de los factores y sub factores del ambiente que pueden recibir el efecto de los componentes y de las acciones del proyecto (Capítulo IV de este DTU-R); así, en esta etapa se llega a un nivel prospectivo que inició a partir del conocimiento de la estructura y del funcionamiento del sistema ambiental para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre los componentes del proyecto y los factores del ambiente para lograr concretar algún proceso que permita determinar su significancia, en el contexto de la definición que al respecto ofrece el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).

El proceso de identificación de los impactos ambientales debe pasar por una serie de acciones cuya realización implica:

1. Conocer el proyecto y sus alternativas, es decir, identificar los componentes ambientales y del proyecto que podrán ocasionar impactos al ambiente
2. Conocer el ambiente en el que va a desarrollarse, es decir, su “entorno”, y
3. Determinar las interacciones (relaciones recíprocas) entre ambos,

De acuerdo con esto, la identificación de impactos se desarrolla en la metodología según dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto para identificar los componentes susceptibles de producir impactos significativos y otra que analiza el entorno en busca de los factores que presumiblemente serán alterados por las acciones derivadas de los componentes del proyecto; ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de efectos mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores.

V.1.1 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES DEL PROYECTO SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTOS

En el caso de los elementos constitutivos del proyecto, se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa efecto que define un impacto ambiental (Gómez Orea. 2013. Op. Cit.). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en tres niveles: las etapas del proyecto, sus componentes y las acciones concretas, propiamente dichas.

- a) Etapas: Se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto:
 - Preparación
 - Construcción
 - Operación y mantenimiento
 - Abandono
- b) Componentes: Integra las partes homogéneas del proyecto, por ejemplo: trazo y nivelación, apertura de zanjas, etc., o procesos de distinta naturaleza. El componente, se refiere si más al segundo nivel de desagregación del proyecto.
- c) Acciones concretas: Una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien identificada y localizable del impacto. Los criterios de selección de las acciones

En esta etapa del proceso, se alcanza una relación exhaustiva de los componentes y de las acciones del proyecto (Tabla V.1), las cuales por su número importante, será preciso cribar para arribar a un conjunto operable al identificar impactos ambientales.

Tabla V.1
Etapas, componentes y acciones del proyecto "Ampliación del proyecto P.M.I"

Etapas	Componente	Acciones
Trabajos preliminares	Prospección del sitio	1 Visita de inspección
		2 Topografía y deslindes de terreno
		3 Identificación de veredas
		4 Muestreo de flora
		5 Muestreo de fauna
	Trabajos de gabinete	6 Elaboración de cartografía
		7 Elaboración de estudios ambientales
Preparación del sitio	Trazo	8 Ingreso de personal
		9 Apertura de veredas
		10 Levantamiento topográfico
		11 Delimitación y marcaje de las áreas
		Preparación del terreno
	13 Reubicación de flora	
	14 Ahuyentamiento de fauna	
	15 Rescate de fauna de lento desplazamiento	
	16 Reubicación de fauna	
	17 Ingreso de maquinaria y vehículos	
	18 Desmonte (remoción de la vegetación)	
	19 Despalme (retiro de capa orgánica)	
	20 Excavaciones y movimiento de tierras	
	21 Limpieza del terreno	
	22 Relleno del terreno	
23 Nivelación del terreno		
24 Compactación del terreno		
25 Manejo de residuos (sólidos y provenientes del desmonte)		
Construcción	Obras temporales	26 Adecuación de áreas para triturado de material
		27 Adecuación de áreas para circulación y maniobras
		28 Instalación de oficinas temporales
		29 Construcción de almacenes temporales (residuos y generales)
		30 Instalación de sanitarios portátiles
	Edificaciones	31 Excavación para cimentación
		32 Construcción de cimentaciones
		33 Construcción de zapatas
		34 Construcción de estructuras de soporte (pilares, muros, lozas)
		35 Colado de zapatas de cimentación y otras estructuras
		36 Montaje de guías del elevador
		37 Construcción de albercas
		38 Construcción del estacionamiento descubierto
		39 Acabados, pintura general e impermeabilización
Áreas verdes y jardinadas	40 Conformación de áreas verdes y jardinadas	
Vialidades	41 Construcción de camino de acceso	
	42 Habilitación de andadores peatonales	
Instalación eléctrica	43 Montaje de cableado eléctrico	

Etapas	Componente	Acciones	
	Instalación hidráulica	44 Conexión eléctrica	
		45 Tendido de líneas de conducción de agua potable	
		46 Colocación partes de instalación hidráulica	
		47 Perforación del pozo de extracción e inyección	
		48 Instalación del pozo de extracción e inyección	
	Drenaje y alcantarillado	49 Tendido de líneas de conducción de drenaje	
		50 Instalación de redes neumáticas de presión	
		51 Colocación partes de instalación sanitaria	
	Residuos	52 Manejo de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos)	
	Abastecimiento de materiales e insumos	53 Adquisición de insumos y materiales	
		54 Traslado de insumos y materiales	
		55 Ingreso de vehículos con equipo, materiales e insumos	
		56 Descarga de insumos y materiales	
	Operación	Habitaciones	57 Limpieza de pisos y mobiliario
			58 Manejo de residuos sólidos urbanos
Restaurantes		59 Limpieza de pisos y mobiliario	
		60 Manejo de aceites vegetales	
		61 Manejo de residuos sólidos urbanos	
Albercas		62 Limpieza física (recolecta de hojas, sólidos pequeños)	
		63 Aplicación de tratamiento químico	
Servicios (lavandería, tintorería, spa, etc.)		64 Uso de sustancias químicas	
		65 Manejo de residuos sólidos urbanos	
Áreas verdes y jardinadas		66 Aplicación de fertilizantes y pesticidas	
Drenaje y alcantarillado		67 Generación de aguas negras provenientes de sanitarios	
		68 Generación de aguas provenientes de servicios y edificaciones	
		69 Generación de lodos activados	
Equipos e instalaciones		70 Puesta en servicio de las instalaciones	
		71 Supervisión de funcionamiento	
	72 Uso de energía eléctrica		
	73 Manejo de residuos peligrosos		
Mantenimiento	Habitaciones	74 Impermeabilización de techos	
		75 Revisión de equipos y mobiliario	
	Restaurantes	76 Revisión de equipos de cocina (refrigeradores, cámaras frías, estufas, extractores, etc.)	
	Albercas	77 Pintura y recubrimientos en pisos y paredes	
		78 Lavado y desinfectado de cisternas	
	Servicios (lavandería, tintorería, spa, etc.)	79 Revisión de equipos (lavadoras, secadoras, etc.)	
	Áreas verdes y jardinadas	80 Fumigaciones	
	Drenaje y alcantarillado	81 Lubricación y limpieza de estructuras y unidades	
	Equipos e instalaciones	82 Inspección visual	
		83 Comprobación de estado de transformadores (nivel de aceite, aisladores, muflir, etc.)	
		84 Comprobación de estado de válvulas, filtros y tuberías	
85 Comprobación de estado de extractores de aire y caldera			

Etapas	Componente	Acciones
		86 Control de energéticos (gas, electricidad, agua)
	Residuos	87 Manejo de residuos (sólidos, peligrosos)
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	Infraestructura, equipos e instalación	88 Desmantelamiento de equipos
		89 Retiro de equipos y materiales
		90 Demolición de cimentaciones y edificaciones
		91 Retiro de material de demolición
		92 Rehabilitación o compensación de las superficies intervenidas
		93 Despido de personal

Las acciones que podrán derivar de la ejecución del proyecto en todas sus etapas, son aquellas identificadas en el Capítulo II de este DTU-R, las cuales suman un total de 93. Dada esta vastedad de acciones, de acuerdo a lo que establece la técnica utilizada, se aplicó el primer proceso de cribado con base en los criterios propuestos por Gómez Orea (*Op. Cit.*), para seleccionar aquellas acciones concretas: relevantes, excluyentes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables (Tabla V.2); estos conceptos fueron asumidos como atributos de cada acción y, adjudicando un valor adimensional a cada uno de ellos, fue evaluada cada acción (anexo V.2), para que en su expresión máxima la acción más destacada pudiera alcanzar el valor de 1.0.

En un esfuerzo de congruencia, se asumió una directriz de precautoriedad que no obligará a considerar únicamente las acciones que alcanzaran un valor de 1.0 punto, sino a todas aquellas que tuvieran una puntuación ≥ 0.6 denominada "valor umbral de selección". De esta forma, de las 93 acciones, el ejercicio de selección (cribado) permitió obtener un total de 70 acciones (Tabla V.3) lo cual aseguró considerar aquellas acciones que aún y cuando no satisficieran todos los atributos fuesen consideradas para no sesgar la selección retomando únicamente las acciones que alcanzarán e valor máximo.

Tabla V.2
Criterios de selección de acciones

Criterio	Definición	Valor
Relevantes (R)	Han de ajustarse a la realidad del proyecto y ser capaces de desencadenar efectos notables.	0.2
Excluyentes (E)	Para evitar solapamientos que puedan dar lugar a duplicaciones en la contabilidad de los impactos.	0.2
Fácilmente identificables (FI)	Susceptibles de una definición nítida y de una identificación fácil sobre planos o diagramas de proceso.	0.2
Localizables (L)	Atribuibles a una zona o punto concreto del espacio en que se ubica el proyecto.	0.2
Cuantificables (C)	En la medida de lo posible, deben ser medibles en magnitudes físicas.	0.2
Total		1.0

Tabla V.3
Matriz de acciones seleccionadas tras el cribado

Etapa	Componente	Acciones	Criterios de selección					Valor		
			R	E	FI	L	C			
Trabajos preliminares	Prospección del sitio	1 Muestreo de flora	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6		
		2 Muestreo de fauna	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.6		
Preparación del sitio	Trazo	3 Apertura de veredas	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.6		
		4 Delimitación y marcaje de las áreas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
	Preparación del terreno	5 Rescate de flora	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8		
		6 Reubicación de flora	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		7 Ahuyentamiento de fauna	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6		
		8 Rescate de fauna de lento desplazamiento	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8		
		9 Reubicación de fauna	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8		
		10 Ingreso de maquinaria y vehículos	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8		
		11 Desmonte (remoción de la vegetación)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		12 Despalme (retiro de capa orgánica)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		13 Excavaciones y movimiento de tierras	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		14 Limpieza del terreno	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6		
		15 Relleno del terreno	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		16 Nivelación del terreno	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0		
		17 Compactación del terreno	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8		
		18 Manejo de residuos (sólidos y provenientes del desmonte)	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8		
		Construcción	Obras temporales	19 Adecuación de áreas para triturado de material	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8
				20 Adecuación de áreas para circulación y maniobras	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.6
21 Instalación de oficinas temporales	0.2			0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
22 Construcción de almacenes temporales (residuos y generales)	0.2			0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
23 Instalación de sanitarios portátiles	0.0			0.2	0.0	0.2	0.2	0.6		
Edificaciones	24 Excavación para cimentación		0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
	25 Construcción de cimentaciones		0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
	26 Construcción de zapatas		0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8		
	27 Construcción de albercas		0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8		
Áreas verdes y jardinadas	28 Construcción del estacionamiento descubierto		0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8		
	Vialidades		29 Conformación de áreas verdes y jardinadas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	
			30 Construcción de camino de acceso	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	
	Instalación eléctrica		31 Habilitación de andadores peatonales	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	
			32 Montaje de cableado eléctrico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	
	Instalación hidráulica		33 Tendido de líneas de conducción de agua potable	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6	
			34 Perforación del pozo de extracción e inyección	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	
			35 Instalación del pozo de extracción e inyección	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6	
	Drenaje y alcantarillado		36 Tendido de líneas de conducción de drenaje	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6	
			37 Instalación de redes neumáticas de presión	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6	
	Residuos	38 Manejo de residuos (sólidos, de manejo especial y peligrosos)	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8		
	Abastecimiento de materiales e insumos	39 Ingreso de vehículos con equipo, materiales e insumos	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8		

Etapa	Componente	Acciones	Criterios de selección					Valor
			R	E	FI	L	C	
Operación	Habitaciones	40 Manejo de residuos sólidos urbanos	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8
	Restaurantes	41 Manejo de aceites vegetales	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8
		42 Manejo de residuos sólidos urbanos	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8
	Albercas	43 Aplicación de tratamiento químico	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
	Servicios (lavandería, tintorería, spa, etc.)	44 Uso de sustancias químicas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
		45 Manejo de residuos sólidos urbanos	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8
	Áreas verdes y jardinadas	46 Aplicación de fertilizantes y pesticidas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
	Drenaje y alcantarillado	47 Generación de aguas negras provenientes de sanitarios	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6
		48 Generación de aguas provenientes de servicios y edificaciones	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6
		49 Generación de lodos activados	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
	Equipos e instalaciones	50 Puesta en servicio de las instalaciones	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6
51 Supervisión de funcionamiento		0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	
Mantenimiento	Habitaciones	52 Impermeabilización de techos	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
		53 Revisión de equipos y mobiliario	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
	Restaurantes	54 Revisión de equipos de cocina (refrigeradores, cámaras frías, estufas, extractores, etc.)	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
		55 Pintura y recubrimientos en pisos y paredes	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6
	Albercas	56 Lavado y desinfectado de cisternas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
		57 Revisión de equipos (lavadoras, secadoras, etc.)	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
	Áreas verdes y jardinadas	58 Fumigaciones	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
	Drenaje y alcantarillado	59 Lubricación y limpieza de estructuras y unidades	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.6
	Equipos e instalaciones	60 Comprobación de estado de transformadores (nivel de aceite, aisladores, muflir, etc.)	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
		61 Comprobación de estado de válvulas, filtros y tuberías	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
		62 Comprobación de estado de extractores de aire y caldera	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
63 Control de energéticos (gas, electricidad, agua)		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	
Residuos	64 Manejo de residuos (sólidos, peligrosos)	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8	
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	Edificaciones, electricidad, instalación hidráulica, drenaje y alcantarillado	65 Desmantelamiento de equipos	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
		66 Retiro de equipos y materiales	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
		67 Demolición de cimentaciones y edificaciones	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
		68 Retiro de material de demolición	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8
		69 Rehabilitación o compensación de las superficies intervenidas	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0
		70 Despido de personal	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0

V.1.2 FACTORES DEL ENTORNO SUSCEPTIBLES A RECIBIR IMPACTOS

Por factores del medio susceptibles a recibir impactos entendemos los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto de forma significativa; este tipo de factores son considerados como “relevantes” (Gómez Orea. 2013. *Op. Cit.*).

Ahora bien se denomina “entorno” a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y

agua (Gómez Orea. 2013. *Op. Cit.*), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomaron los factores ambientales analizados para el inventario ambiental realizado en el capítulo IV de esta DTU-R.

Al igual que en el caso de las acciones, los factores que se identifiquen como relevantes, deben reunir condiciones de: relevancia, exclusión, de fácil identificación, de localización y cuantificación. En el proceso seguido en la integración de éste capítulo, del análisis de los elementos constitutivos del ambiente se identificaron 20 factores ambientales con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto y 49 subfactores (Tabla V.4); dada la importancia de cada uno de estos factores y subfactores todos ellos fueron considerados como relevantes sin realizar algún cribado.

Tabla V.4
Factores y subfactores ambientales susceptibles a recibir impactos

Subsistemas	Medios	Factores	Subfactores	
Físico-natural	Abiótico	Aire	1 Calidad atmosférica	
			2 Confort sonoro	
			3 Emisiones de partículas	
		Suelo	4 Características fisicoquímicas	
			5 Relieve	
			6 Profundidad del suelo	
			7 Cantidad	
		Agua	8 Calidad fisicoquímica	
			9 Patrón de escurrimiento	
		Procesos del medio inerte	10 Erosión	
			11 Dinámica de cauces	
	Biótico	Vegetación	12 Diversidad	
			13 Abundancia	
			14 Riqueza	
			15 Individuos de especies vulnerables (NOM-059, importancia biológica)	
		Fauna	16 Hábitat	
			17 Diversidad	
			18 Abundancia	
			19 Riqueza	
		Procesos	20 Individuos de especies vulnerables (NOM-059, importancia biológica)	
			21 Movilidad de especies terrestres	
		Ecosistemas	22 Movilidad de especies voladoras	
			23 Integridad funcional	
			24 Estructura del ecosistema	
		Perceptual	Paisaje	25 Calidad paisajística
				26 Conectividad
	Intervisibilidad		27 Incidencia visual	
	Usos de suelo	Recreativo	28 Potencial de vistas	
			29 Turismo	
		Productivo	30 Uso extractivo	
			31 Uso forestal	
		Conservación	32 Áreas naturales protegidas	
		Viales rurales	33 Caminos, sendas	
		Socio económico	Población	34 Estructura de la propiedad
	35 Aceptabilidad social del proyecto			
	36 Empleo			

Subsistemas	Medios	Factores	Subfactores
		Dinámica poblacional	37 Población ocupada por rama de actividad
			38 Población ocupada según rama profesional
			39 Inmigración
			40 Emigración
	Económica	Ingresos	41 Ingreso per cápita
			42 Valor del suelo
		Relaciones económicas	43 Actividades económicas afectadas
			44 Actividades económicas inducidas
			45 Relevancia del sector turismo
	Servicios e infraestructura	Servicios básicos	46 Disponibilidad de servicios básicos
			47 Infraestructura energética
			48 Infraestructura hidráulica
			49 Existencia de caminos

V.1.3 MATRIZ DE INTERACCIONES (ACCIONES-FACTORES)

Un vez que se obtuvo la relación final de las acciones del proyecto susceptibles de causar impacto y la relación de los factores del ambiente señalados como relevantes, se estructuró una matriz de identificación de interacciones (causa-efecto) (anexo V.3) en la cual se identificaron 700 interacciones entre los 49 subfactores y las 70 acciones del proyecto.

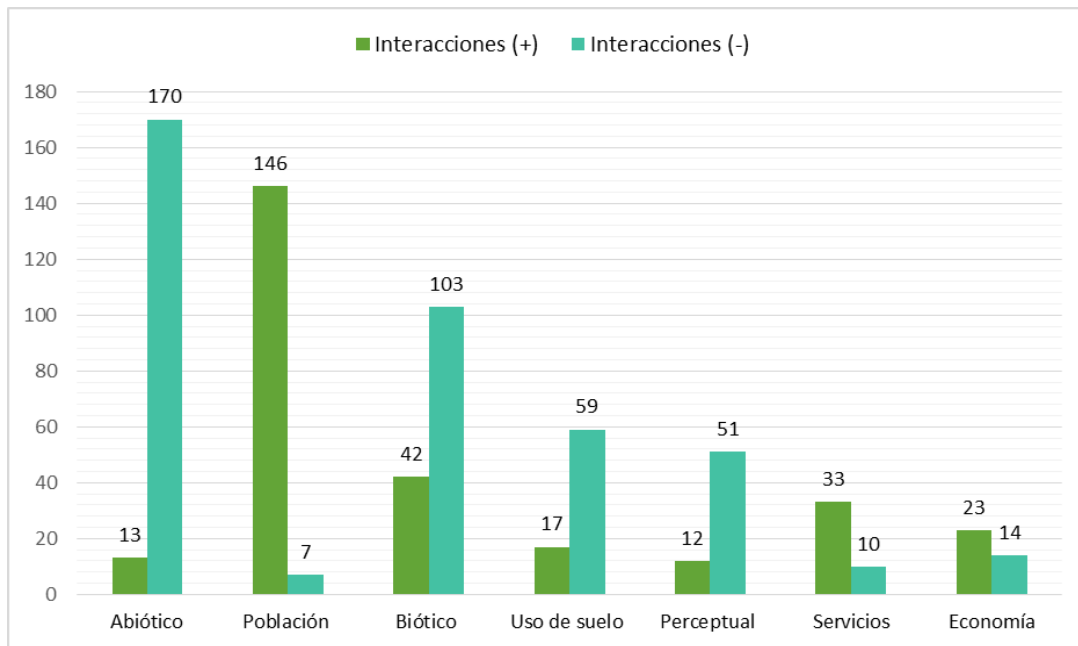
A partir de este ejercicio se puede vislumbrar que el mayor número de interacciones reside en el medio abiótico con 183 interacciones, seguido de población que presenta un total de 153 interacciones, medio biótico con 145 interacciones, uso de suelo con 76, y medio perceptual con 63. Por el contrario, los medios que recibirán menos impactos son servicios con 43 interacciones y economía 37 interacciones (Tabla V.5).

En este sentido, el proyecto generará un mayor número de interacciones negativas en distintos medios; en el medio abiótico las interacciones negativas que se registran son 170, seguida del medio biótico con 103 interacciones negativas, uso de suelo con 59 y medio perceptual con 51 interacciones negativas. Por el contrario, en los medios de población, servicios y economía se registra un número mayor de interacciones positivas, en virtud que el proyecto será fuente generadora de empleos y ocasionará una derrama económica en las localidades donde se adquirirán insumos (Figura V.2).

Tabla V.5
Interacciones registradas para cada medio

Medio	Interacciones positivas (+)	Interacciones negativas (-)	Total de interacciones
Abiótico	13	170	183
Población	146	7	153
Biótico	42	103	145
Uso de suelo	17	59	76
Perceptual	12	51	63
Servicios	33	10	43
Economía	23	14	37
Total	286	414	700

Figura V.2
Interacciones positivas y negativas registradas para cada medio



Por lo que respecta a los factores del medio, el que tendrá un mayor número de interacciones es el factor estructura de la población con un total de 149, seguido del factor aire con 91 interacciones, fauna con 65 interacciones, uso productivo con 45 interacciones y el factor paisaje con 45. Los factores con menor número de interacciones son la dinámica poblacional, características culturales y viales rurales con una, tres y cinco interacciones respectivamente. El factor conservación no registro ninguna interacción (Tabla V.6).

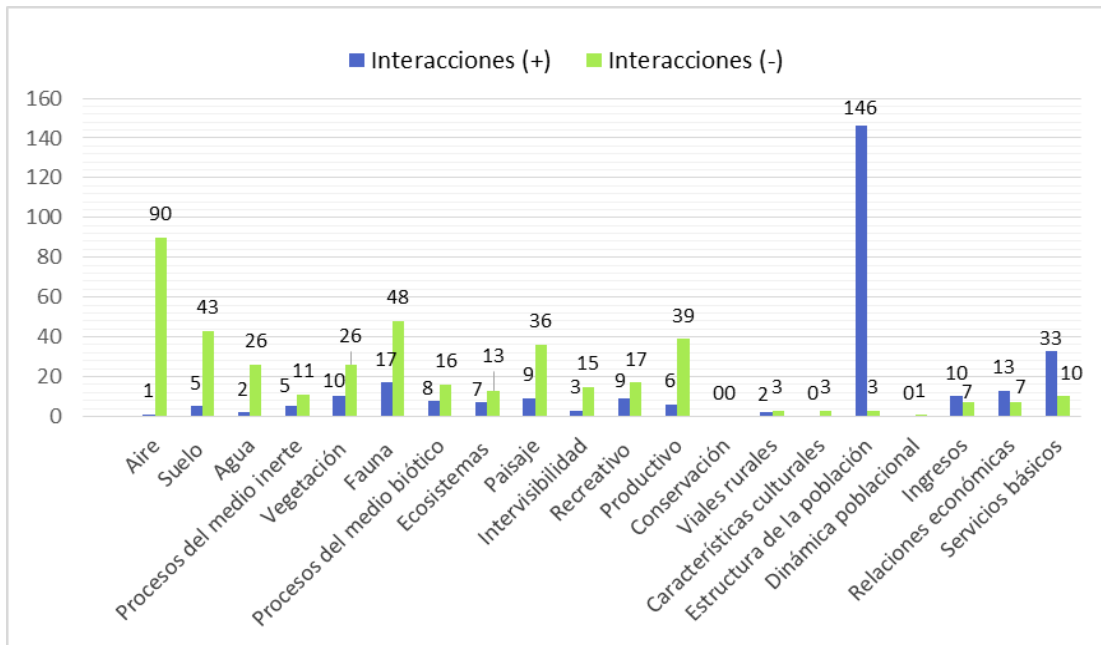
Derivado de las interacciones anteriores, el mayor número de interacciones negativas las registran los factores: aire, con 90 interacciones, fauna con 48 interacciones, suelo con 43 interacciones, uso productivo con 39 interacciones, paisaje con 36 interacciones, agua con un registro de 26 interacciones, vegetación con 26, uso recreativo con 17, procesos del medio biótico con 16, intervisibilidad con 15, ecosistemas con 13 y procesos del medio inerte con 11 interacciones negativas. El caso contrario se registra en los en los factores estructura de la población, servicios básicos, relaciones económicas e ingresos donde habrá un mayor número de interacciones positivas (Figura V.3), lo anterior, debido a que el proyecto será fuente generadora de empleos y ocasionará una derrama económica para la población.

Tabla V.6
Interacciones registradas para cada factor

Medio	Factor	Interacciones (+)	Interacciones (-)	Total de interacciones por factor
Abiótico	Aire	1	90	91
	Suelo	5	43	48
	Agua	2	26	28
	Procesos del medio inerte	5	11	16
Biótico	Vegetación	10	26	36
	Fauna	17	48	65
	Procesos del medio biótico	8	16	24
	Ecosistemas	7	13	20

Medio	Factor	Interacciones (+)	Interacciones (-)	Total de interacciones por factor
Perceptual	Paisaje		36	45
	Intervisibilidad	3	15	18
Usos del suelo	Recreativo	9	17	26
	Productivo	6	39	45
	Conservación	0	0	0
	Viales rurales	2	3	5
Población	Características culturales	0	3	3
	Estructura de la población	146	3	149
	Dinámica poblacional	0	1	1
Economía	Ingresos	10	7	17
	Relaciones económicas	13	7	20
Servicios	Servicios básicos	33	10	43
Total		286	414	700

Figura V.3
Interacciones positivas y negativas registradas para cada factor

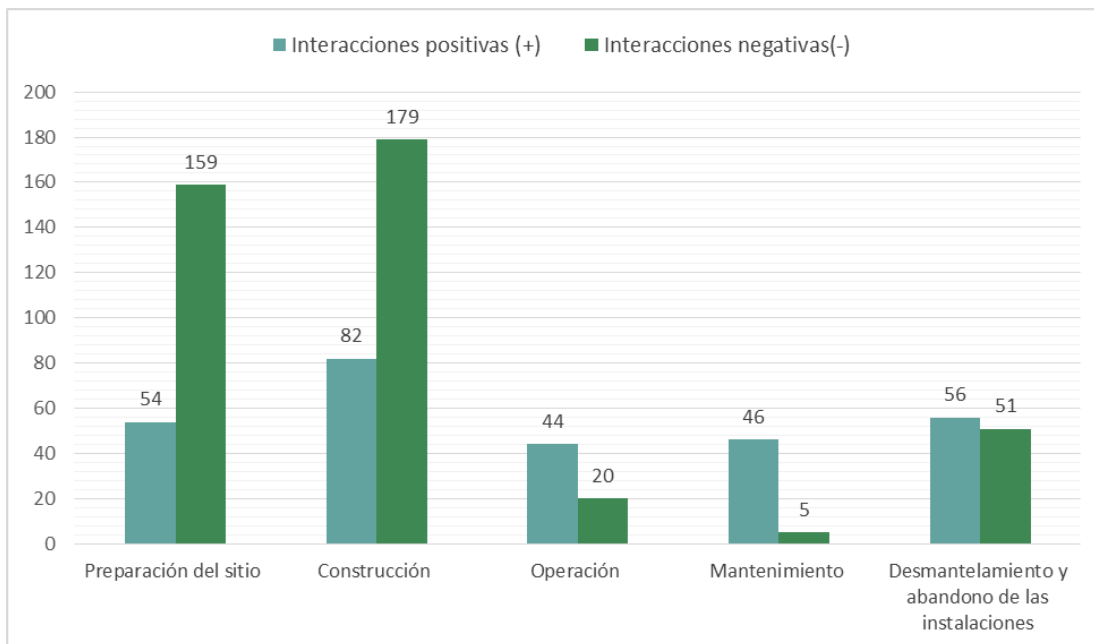


Por su parte, las etapas que generaran un mayor número de interacciones son: la preparación del sitio y la construcción del proyecto (tabla V.6), además de generar el mayor número de perturbaciones, lo cual resulta lógico si consideramos que en esas dos etapas se desarrollan las acciones que incidirán directamente sobre los elementos tanto bióticos como abióticos del ambiente, que podrían desencadenar efectos trascendentes, por el contrario las etapas que producirán un mayor número de interacciones positivas son la operación, la etapa de mantenimiento y el desmantelamiento y abandono de las instalaciones (Figura V.4).

Tabla V.7
Interacciones registradas para cada etapa

Etapa	Interacciones positivas (+)	Interacciones negativas(-)	Total de interacciones
Trabajos preliminares	4	0	4
Preparación del sitio	54	159	213
Construcción	82	179	261
Operación	44	20	64
Mantenimiento	46	5	51
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	56	51	107
Total	286	414	700

Figura V.4
Interacciones positivas y negativas registradas para cada etapa



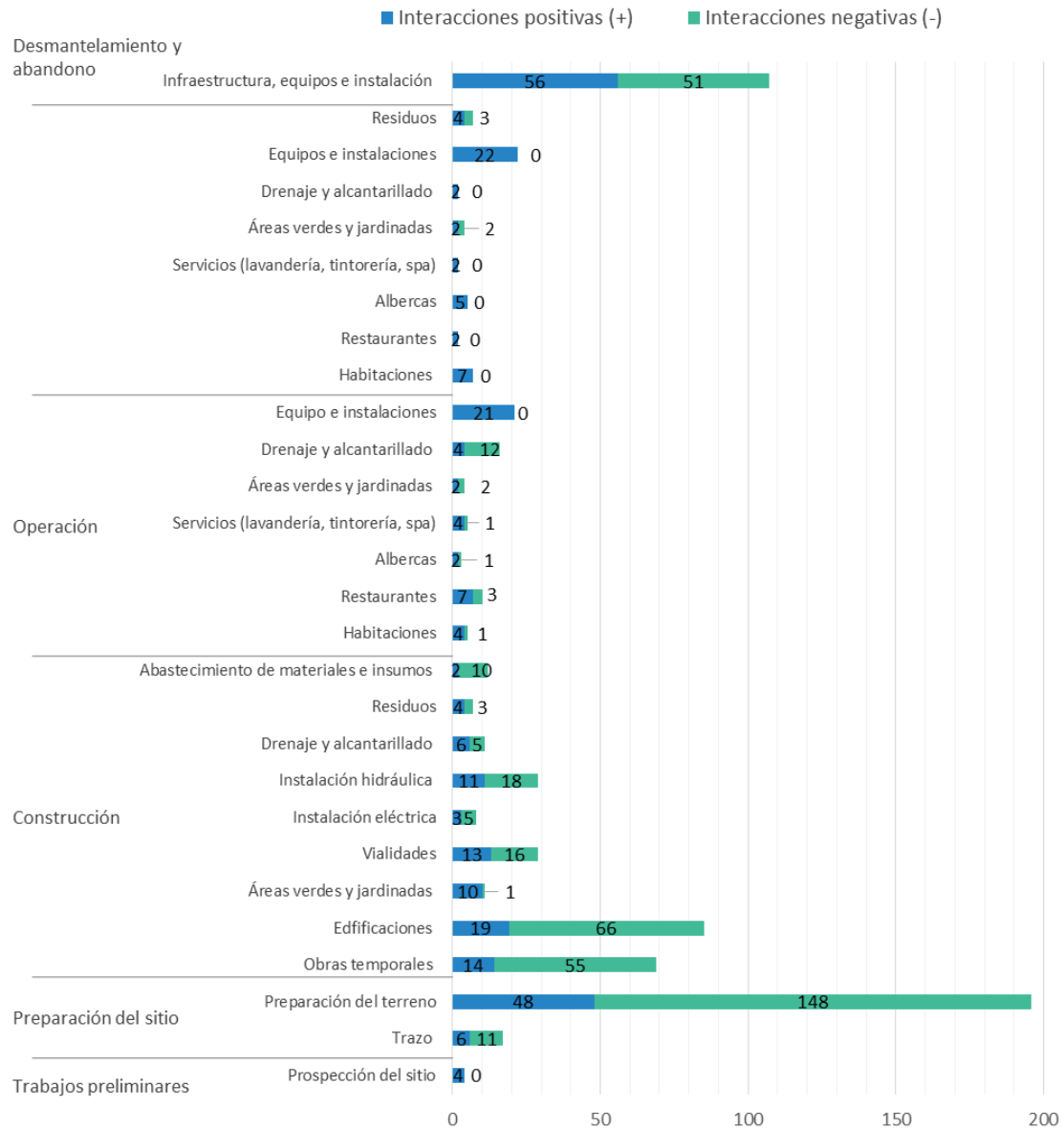
Ahora bien, el componente que registra un mayor número de interacciones es la preparación del terreno con 196, seguida del componente infraestructura, equipos e instalación de la etapa de desmantelamiento del proyecto con 107 interacciones, no obstante, en virtud de la escasa probabilidad que ello ocurra, se asume que el componente edificaciones de la etapa de construcción del proyecto generará un mayor número de interacciones con 85, seguido del componente obras temporales e instalación hidráulica de la misma etapa (Tabla V.8.)

Tabla V.8
Interacciones registradas por componente

Etapa	Componente	Interacciones positivas (+)	Interacciones negativas (-)	Total de interacciones
Trabajos preliminares	Prospección del sitio	4	0	4
Preparación del sitio	Trazo	6	11	17
	Preparación del terreno	48	148	196
Construcción	Obras temporales	14	55	69
	Edificaciones	19	66	85
	Áreas verdes y jardinadas	10	1	11
	Vialidades	13	16	29
	Instalación eléctrica	3	5	8
	Instalación hidráulica	11	18	29
	Drenaje y alcantarillado	6	5	11
	Residuos	4	3	7
	Abastecimiento de materiales e insumos	2	10	12
	Operación	Habitaciones	4	1
Restaurantes		7	3	10
Albercas		2	1	3
Servicios (lavandería, tintorería, spa)		4	1	5
Áreas verdes y jardinadas		2	2	4
Drenaje y alcantarillado		4	12	16
Equipo e instalaciones		21	0	21
Mantenimiento	Habitaciones	7	0	7
	Restaurantes	2	0	2
	Albercas	5	0	5
	Servicios (lavandería, tintorería, spa)	2	0	2
	Áreas verdes y jardinadas	2	2	4
	Drenaje y alcantarillado	2	0	2
	Equipos e instalaciones	22	0	22
	Residuos	4	3	7
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	Infraestructura, equipos e instalación	56	51	107
Total		286	414	700

En este sentido, el componente preparación del terreno registra el mayor número de interacciones negativas (148), seguido del componente edificaciones (66), obras temporales (55), instalación hidráulica (18) y vialidades (16). Los componentes con mayor número de interacciones positivas son infraestructura, equipo e instalación de la etapa desmantelamiento del proyecto, no obstante, en virtud de la escasa posibilidad de abandono del proyecto, se asume que el componente equipos e instalaciones de la etapa de mantenimiento generará el mayor número de interacciones positivas (Figura V.5).

Figura V.5
Interacciones positivas y negativas registradas por componente



V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Las interacciones obtenidas en la matriz correspondiente (ANX VIII.V.5) se sometieron a un nuevo proceso de cribado el cual consistió en agrupar las interacciones de acuerdo al efecto ocasionado sobre un subfactor determinado, de manera que, interacciones que tuvieran el mismo significado ambiental se fueron agruparon en un determinado impacto; en este mismo sentido, cada grupo de interacciones fue nominado en términos de lo que significa un impacto al ambiente;

De esta forma, las 700 interacciones se redujeron a 33 impactos de los cuales 28 son negativos y 5 son positivos (Tabla V.9), aun no calificados como significativos o no; este ejercicio implicó:

- Reconocer cada interacción e identificar sus efectos sobre el subfactor ambiental respectivo,
- agrupar las interacciones que tienen efectos similares o equivalentes sobre un mismo sub factor o sobre el factor ambiental correspondiente, y
- nominar a cada grupo de interacciones en términos de impactos de forma tal que reflejen, en la medida de lo posible, el efecto que se ocasionará sobre el subfactor ambiental.

Cabe mencionar que solo serán evaluados los impactos negativos en cuanto a su incidencia, magnitud y valor.

Tabla V.9
Impactos ambientales resultantes del proceso de cribado de interacciones causa – efecto

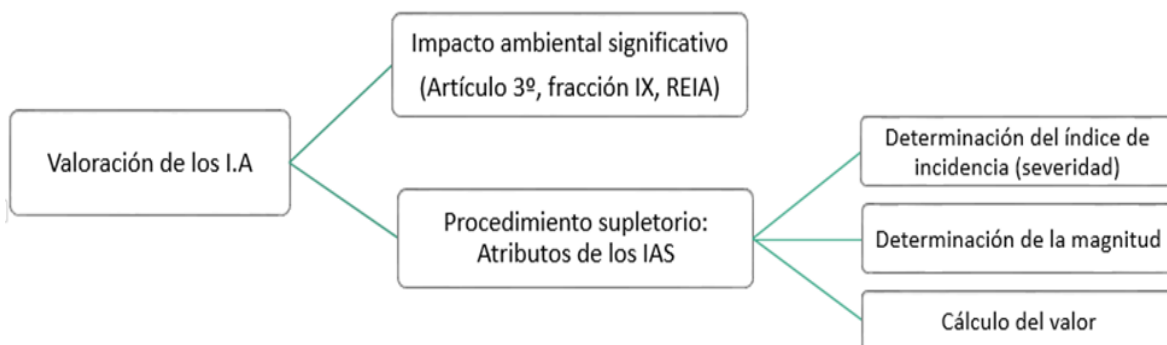
Factor	Id	Impacto	Signo
Aire	1	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire.	-
	2	Incremento temporal en los niveles de ruido.	-
	3	Incremento en la concentración de gases contaminantes.	-
Suelo	4	Incremento en la compactación del suelo.	-
	5	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos).	-
	6	Incremento en los niveles de erosión.	-
	7	Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.	-
	8	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	-
Agua	9	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	-
	10	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos.	-
	11	Modificación puntual del porcentaje de infiltración	-
	12	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	-
Vegetación	13	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	-
	14	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación	-
	15	Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia	-
	16	Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	-
Fauna	17	Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	-
	18	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación.	-
	19	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat.	-
	20	Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	-
	21	Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido."	-
Ecosistemas	22	Desplazamiento temporal de los individuos de fauna.	-
	23	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación.	-

Factor	Id	Impacto	Signo
	24	Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia).	-
Paisaje	25	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.	-
	26	Cambios en la conectividad del paisaje.	-
Uso de suelo	27	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas.	-
	28	Incremento en la derrama económica por actividades turísticas.	+
Relaciones económicas	29	Incremento en la oferta laboral.	+
	30	Incremento en la derrama económica por adquisición de equipos, materiales e insumos.	+
	31	Incremento en los ingresos de los propietarios de los predios donde se desplantará el proyecto.	+
	32	Reducción de la tasa de empleo.	-
Servicios e infraestructura	33	Contribución a la satisfacción de la demanda turística	+

V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales, es la valoración de los impactos detectados para determinar su significancia. Esta etapa del proceso se abordó en dos fases: en la primera, se identifica la significancia con bases cualitativas y tomando como referencia el alcance de la definición de impacto significativo que establece la fracción IX del artículo 3° del REIA. Mientras que en la segunda se basó en la propuesta de Gómez Orea (*Op. Cit.*), modificada para permitir aplicar las definiciones y disposiciones del marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental (Figura V.6).

Figura V.6
Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales



V.3.1 DETERMINACIÓN DE SIGNIFICANCIA

Como se ha mencionado con anterioridad, el procedimiento en la valoración de los impactos se ajustó a los lineamientos de la normatividad, en particular a las disposiciones del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, toda vez que con fundamento en los artículos 35 Bis 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su REIA, así como el artículo 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En este sentido, la Ley (LGEEPA) dispone en la fracción XXI de su artículo 3° que la manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo y, sobre la base de la definición que establece la fracción IX del artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA/LGEEPA), el cual define que:

El impacto ambiental significativo es aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

En este sentido, asumiendo los alcances de la hermenéutica de esta definición como aquella que implica el que para que un impacto sea significativo éste debe satisfacer todos los supuestos que relaciona esa definición, resultó importante para la técnica definir los conceptos:

1. Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales,
2. Alteración de la salud,
3. Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre,
4. Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos,
5. Continuidad de los procesos naturales.

En tal sentido, la acepción con la que se asumen los conceptos anteriores en la determinación del impacto significativo se describe en la tabla (Tabla V.10).

Tabla V.10

Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo

Concepto	Definición
Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales	Si por alteración se entiende la acción que propicia cambiar la esencia o forma de algo (Alterar: cambiar la esencia o forma de algo, (DRAE, 2017 ^{VI})), entonces, el concepto de alteración en los ecosistemas y sus recursos naturales se asume como aquel efecto que provoca un cambio en la esencia o la forma de los ecosistemas y, si consideramos que la esencia de los ecosistemas es su organización para que funcionen como la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados (Fracción XIII, Artículo 3°, LGEEPA), un impacto alcanzará significancia cuando cambie la esencia de la función de los ecosistemas y estos dejen de conformar la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con su ambiente, lo que equivaldrá a la alteración radical de su integridad funcional y de su capacidad de carga.
Alteración de la salud	El DRAE, 2017 define al verbo alterar como “cambiar la esencia o la forma de algo”. Por lo que se refiere al sujeto receptor de la alteración, éste no se encuentra explícitamente identificado en el concepto que define el REIA/LGEEPA, pero es de inferirse que ese atributo está dirigido hacia las personas, toda vez que la fracción I del artículo 1 de la LGEEPA dispone que este instrumento establece las bases para “Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.” Consecuentemente, un impacto significativo será aquel que modifique en sentido negativo el estado de salud de las personas, esto es que le afecte y que consecuentemente vaya en detrimento su estado físico.
Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre	El significado del verbo obstaculizar lo detalla el DRAE como “Impedir o dificultar la consecución de un propósito”; consecuentemente, un impacto será significativo cuando impida la existencia del hombre y cuando impida su desarrollo, entendiendo por lo primero la afectación negativa de la vida del hombre y de la continuidad de sus procesos vitales (desarrollo). Esto equivale a considerar, que la significancia del impacto, sustentada en este concepto implicaría poner en riesgo la vida de las personas y su desarrollo en el más amplio sentido.



Concepto	Definición
Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos	Al igual que el concepto anterior, en este rubro el impacto será significativo cuando impida la existencia de los seres vivos (en general de todos aquellos que conforman la biota, flora y fauna) y cuando impida su desarrollo, entendiéndose por lo primero la afectación negativa de la vida de los seres vivos y de la continuidad de sus procesos vitales.
Continuidad de los procesos naturales	Todo lo que ocurre en la naturaleza, son procesos o transformaciones naturales, y una característica de todos ellos es que se desarrollan durante un lapso de tiempo (ninguno es instantáneo). Algunos ejemplos de procesos naturales son el envejecimiento, la erosión, la fotosíntesis, el ciclo del agua, la productividad primaria, el ciclo de la energía, la respiración, la reproducción, la evaporación es un proceso o transformación natural; en consecuencia el número de "procesos naturales es prácticamente de difícil cuantificación; por lo tanto el texto que se analiza, el cual forma parte de la definición contenida en la fracción IX del artículo 3° del REIA/LGEEPA, al no acotar el concepto "procesos naturales", alude a todos aquellos procesos que se dan en la naturaleza y que aseguran la funcionalidad de sus diversas estructuras. Por otra parte, la palabra continuidad alude a la unión natural que tienen entre sí las partes de un continuum, lo que equivale a considerar que su utilización en la frase continuidad de los procesos naturales, implica que esto, los procesos naturales, están unidos y se desarrollan en el tiempo de manera secuencial, uniforme e ininterrumpida. Consecuentemente para que un impacto sea significativo deberá incidir en alterar alguna o algunas de las partes de esos continuum integrados por los procesos de transformación que ocurren en la naturaleza.

El texto definitorio del concepto impacto ambiental significativo, por la forma como está redactado constituye un sintagma conjuntivo, el cual para alcanzar el objetivo de su núcleo (impacto ambiental significativo) debe reunir todas las condiciones de los elementos que le constituyen.

Vista así, la definición del concepto impacto ambiental significativo, resulta de una radicalidad extrema y aplicable a impactos ambientales totalmente graves que incidan sobre la viabilidad de personas, recursos naturales y procesos vitales. Por ello y con base en las definiciones antes desarrolladas y para determinar si alguno de los 28 impactos negativos identificados en el proyecto "Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles" alcanzaba el nivel de impacto ambiental significativo, se aplicó el alcance conjunto de cada uno de los conceptos que integran la definición que establece la fracción IX del artículo 3° del REIA en un ejercicio simple de ajuste a cada supuesto definido por el concepto; el resultado alcanzado se presenta en la Tabla V.11 y se anticipa que ninguno de los impactos negativos satisfizo la totalidad de los alcances, que respecto a la significancia del efecto, establece el precepto antes citado. El resultado del análisis realizado, evidencio que ninguno de los impactos negativos puede ser considerado como Impacto Ambiental Significativo.

Tabla V.11
Determinación de la significancia de los impactos del proyecto

Id	Impacto ambiental	Supuestos de la Fracción IX, Artículo 3º REIA							Significancia	
		Origen		Altera		Obstaculiza			No	Si
		Hombre	Naturaleza	Ecosistemas y recursos naturales	Salud	Existencia y desarrollo del	Existencia y desarrollo de los demás seres vivos	Continuidad de los procesos naturales		
1	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire.	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	x
2	Incremento temporal en los niveles de ruido.	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x
3	Incremento en la concentración de gases contaminantes.	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x
4	Incremento en la compactación del suelo.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
5	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos).	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x
6	Incremento en los niveles de erosión.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
7	Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
8	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x
9	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x
10	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos.	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x
11	Modificación puntual del porcentaje de infiltración	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x
12	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x
13	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x
14	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
15	Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
16	Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
17	Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
18	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
19	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
20	Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
21	Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido."	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
22	Desplazamiento temporal de los individuos de fauna.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
23	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
24	Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia).	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
25	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x
26	Cambios en la conectividad del paisaje.	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x
27	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x

Id	Impacto ambiental	Supuestos de la Fracción IX, Artículo 3º REIA						Significancia	
		Origen		Altera		Obstaculiza		No	Si
		Hombre	Naturaleza	Ecosistemas y recursos naturales	Salud	Existencia y desarrollo del	Existencia y desarrollo de los demás seres vivos		
28	Reducción de la tasa de empleo.	✓	x	x	x	✓	x	✓	x

V.3.2 DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LOS IA DEL PROYECTO AMPLIACIÓN DEL PROYECTO PLAYA MAROMA INMUEBLES

Ante la carencia de impactos significativos acotados a la definición del REIA, se desarrolló un ejercicio complementario de valoración el cual utilizó los 10 atributos de impacto propuestos por Gómez Orea (*Op. Cit.*), mismos que se describen en la Tabla V.12, la selección de estos criterios se realizó eligiendo aquellos criterios más relevantes a la naturaleza del proyecto.

Es importante señalar que este procedimiento no sustituye lo que se establece en el REIA, por el contrario, lo complementa y tiene como objetivo valorar aquellos impactos que, sin llegar a ser significativos (según los alcances establecidos en la definición del REIA) son destacables por el efecto que pudieran llegar a ocasionar sobre algún sub factor del ambiente, en el contexto general de los impactos identificados. A los impactos que alcanzaron los puntos más altos en esta valoración se les denominó “impactos destacables”, lo que en un sentido amplio podría equivaler a sinónimo de significancia, pero acotado a estándares diferentes.

Inmediatez: directo o indirecto. El efecto directo o primario es el que tiene repercusión inmediata en algún factor ambiental, mientras el indirecto o secundario es el que deriva de un efecto primario.

Acumulación: simple o acumulativo. Efecto simple es el que se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios ni acumulativos ni sinérgicos. Efecto acumulativo es el que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera.

Sinergia: Un efecto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.

Momento: corto, mediano y largo plazo. Su efecto se manifiesta en el periodo inmediato (un ciclo anual), varias semanas o meses después (antes de cinco años) o en un periodo mayor, respectivamente.

Persistencia: temporal o permanente. Efecto permanente, supone una alteración de duración indefinida, mientras el temporal permanece un tiempo determinado.

Reversibilidad: reversible o irreversible- Efecto reversible es el que puede ser asimilado por los procesos naturales, mientras que el irreversible no puede serlo o solo después de muy largo tiempo.

Residualidad: residual o no residual. Efecto residual es el que no puede ser modificado por los procesos naturales o revertido con la intervención humana, mientras el no residual implica que puede ser modificado por los procesos naturales o por la acción humana a través de la aplicación puede serlo o sólo después de un largo tiempo.

Continuidad: continuo o discontinuo. Efecto continuo es el que produce una alteración constante en el tiempo, mientras que el discontinuo se manifiesta de forma intermitente o irregular.

Periodicidad: periódico o de aparición irregular. Efecto periódico es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente; efecto de aparición irregular es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.

Conflicto: conflictivo o no conflictivo. Efecto conflictivo es el que deriva del nivel de rechazo que pueda manifestar la población vecina al sitio donde se pretende ubicar el proyecto; no conflictivo es cuando no hay evidencia de rechazo alguno al impacto respectivo.

A los atributos se les asigna un valor que oscila entre 1 y 3, dependiendo de la severidad con que se manifiestan (Tabla V.12).

Tabla V.12
Atributos de impacto para determinar incidencia

Atributo	Carácter del atributo	Interpretación	Código/ Valor
Signo (Sg)	Benéfico	Se refiere a la consideración benéfica que merece el efecto a la comunidad y a la población en general	+
	Perjudicial	Se refiere a la consideración perjudicial que merece el efecto a la comunidad y a la población en general	-
Inmediatez (In)	Directo	Es el efecto que tiene repercusión inmediata sobre el ambiente	3
	Indirecto	Es el que deriva de un efecto primario	1
Acumulación (Ac)	Simple	Se manifiesta en un solo factor ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos	1
	Acumulativo	Es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3
Sinergia (S)	No Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	1
	Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	3
Momento (M)	Corto	Es el que se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena.	3
	Mediano	Es el que se presente varias semanas o meses después del desarrollo de la acción que lo desencadena	2
	Largo plazo	Es el que se genera un año o más, después de que se ejecuta la acción que lo genera.	1
Persistencia (Pe)	Temporal	El efecto tiene una alteración de duración definida	1
	Permanente	Tiene una duración indefinida	3
Reversibilidad (Re)	Corto	Puede ser asimilado por los procesos naturales en plazos menores a una semana	1
	Mediano	No puede ser asimilado de inmediato, tardan varias semanas en desaparecer las manifestaciones del efecto.	2
	Largo plazo o no reversible	Las manifestaciones del efecto tardan un año o más en desaparecer	3
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable	El que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1
	Irrecuperable	El que no puede ser eliminado o reemplazado por la acción natural o humana	3

Atributo	Carácter del atributo	Interpretación	Código/Valor
Continuidad (Co)	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular.	1
	Continuo	Es el que produce una alteración constante en el tiempo	3
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular	Es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	1
	Periódico	Es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3

Con el uso de los valores de estos criterios se determinó la destacabilidad de cada impacto. Para ello se procedió a determinar el índice de incidencia de cada uno de ellos. Al respecto, por índice de incidencia entendemos a la severidad y a la forma de la alteración que provoca el impacto, la cual viene definida por la serie de atributos mencionados con anterioridad que caracterizan dicha alteración.

A cada uno de los 28 impactos negativos identificados se le atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la siguiente metodología:

1. Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento en corto, mediano y largo plazo,

2. Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo (3) para la más desfavorable y un mínimo (1) para la más favorable; así para el ejemplo anterior si el momento es de corto plazo = 3, mediano plazo = 2, largo plazo = 1.

3. **El índice de incidencia (I)** de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple que se muestra a continuación. El valor se obtiene a través de la suma ponderada de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala, lo anterior requiere atribuir pesos específicos a los atributos considerados como “definitorios de la significancia”.

Expresión 1:

$$I = Sg + In + Ac + S + M + Pe + Re + Ri + Co + Pi$$

4. Se estandarizo cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

Expresión 2

$$I = I - I \text{ mín} / I \text{ máx} - I \text{ mín}$$

Donde:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto

I mín = el valor obtenido utilizando el valor menor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 9, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 1.

I máx = el valor obtenido utilizando el valor mayor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

5. Previamente se determina un valor umbral de significancia a aplicar a los resultados del ejercicio y éste queda a criterio del evaluador. La técnica recomienda asignar la

destacabilidad¹ a los impactos que alcancen el valor I_{\max} , sin embargo, con el objeto de ser más rigurosos en la selección se decidió que el valor considerado como mínimo destacable fuera una media del valor estandarizado, más un porcentaje mínimo, lo cual definió al valor de 0.60 como el valor umbral para decidir entre destacable y no destacable (Tabla V.13).

Tabla V.13
Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No destacable	Se afectan componentes o procesos sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte	0.34 a 0.59
Destacable	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR	Mayor a 0.60

Los resultados obtenidos con la aplicación de éste modelo permitieron identificar un total de 16 impactos potencialmente destacables que se incluyen en la Tabla V.14.

Tabla V.14
Determinación de la destacabilidad de los IA's de la Ampliación Playa Maroma Inmuebles

Id	Impacto ambiental	Valores referencia		Valor estimado para cada atributo									Resultados	
		I_{\max}	I_{\min}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Ri)	Recuperabilidad	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)	I	I_i
1	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire.	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	3	15	0.33
2	Incremento temporal en los niveles de ruido.	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22
3	Incremento en la concentración de gases contaminantes.	27	9	3	3	1	3	1	1	1	1	1	15	0.33
4	Incremento en la compactación del suelo.	27	9	3	3	1	3	3	3	3	3	3	25	0.89
5	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos).	27	9	3	3	1	3	1	2	1	3	1	18	0.50
6	Incremento en los niveles de erosión.	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
7	Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.	27	9	3	3	1	3	3	3	3	3	3	25	0.89
8	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	27	9	1	3	1	3	3	3	1	3	3	21	0.67
9	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	27	9	1	3	1	3	3	3	1	3	3	21	0.67
10	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos.	27	9	3	3	1	3	1	2	1	3	1	18	0.50
11	Modificación puntual del porcentaje de infiltración	27	9	3	3	1	3	1	1	1	1	3	17	0.44

¹ En este ejercicio se utiliza el adjetivo destacable (destacabilidad), como sustituto de significativo para no propiciar una confusión con el concepto que utiliza la definición de impacto ambiental significativo, cuya aplicación ya se analizó y evidenció que ninguno de los impactos que se han identificado que pudiera ocasionar el proyecto alcanza esa connotación, en consecuencia y de acuerdo al objetivo de identificar los impactos cuya incidencia y magnitud les hace más destacables en el contexto de la generalidad del conjunto, se utilizó el adjetivo de **impacto destacable**.

Id	Impacto ambiental	Valores referencia		Valor estimado para cada atributo									Resultados	
		I _{máx}	I _{mín}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Ri)	Recuperabilidad	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)	I	I _i
12	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	27	9	1	3	1	3	3	3	1	3	3	21	0.67
13	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	27	9	1	3	1	3	3	3	1	3	3	21	0.67
14	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
15	Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
16	Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
17	Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
18	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación.	27	9	3	3	1	2	3	2	1	1	1	17	0.44
19	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
20	Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
21	Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.	27	9	3	3	1	3	3	3	1	3	3	23	0.78
22	Desplazamiento temporal de los individuos de fauna.	27	9	3	3	1	2	3	2	1	1	1	17	0.44
23	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación.	27	9	3	3	1	2	1	3	1	3	1	18	0.50
24	Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia).	27	9	3	3	1	2	1	3	1	3	1	18	0.50
25	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.	27	9	3	3	1	3	3	3	3	3	3	24	0.89
26	Cambios en la conectividad del paisaje.	27	9	3	3	1	2	3	3	3	3	3	24	0.83
27	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas	27	9	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19	0.56
28	Reducción de la tasa de empleo.	27	9	1	1	1	3	1	1	1	1	1	11	0.11
I _{máx} = el valor de la incidencia en el caso de que los atributos se manifiesten con el mayor valor. I _{mín} = el valor de la incidencia en el caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor. I = índice de incidencia (suma del valor asignado a los atributos). I _i = índice de incidencia estandarizado.		Expresión: $I = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min}$												
Impacto destacable														

Derivado de la evaluación anterior, los impactos destacables del proyecto son:

1. Incremento en la compactación del suelo.
2. Incremento en los niveles de erosión.
3. Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.
4. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.
5. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.
6. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.

7. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.
8. Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación
9. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia
10. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación
11. Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.
12. Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat
13. Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.
14. Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.
15. Disminución local de los valores de la calidad paisajística.
16. Cambios en la conectividad del paisaje.

V.3.3 DETERMINACIÓN DE LA MAGNITUD DE LOS IMPACTOS DESTACABLES DEL PROYECTO

V.3.3.1 INDICADORES DE IMPACTO

La magnitud de las alteraciones potenciales o impactos sobre un factor ambiental puede expresarse de diferentes maneras según la naturaleza, el estado y las características de cada factor y de la unidad de medida que se pretenda utilizar; un mecanismo adoptado para cuantificar la magnitud de un impacto es el empleo de indicadores de impacto.

Es conveniente destacar que, dado que cada indicador de impacto ambiental tiene entre sus principales fundamentos a la calidad del ambiente en el cual se inserta el proyecto, resulta obvio que, en la medida en que el ambiente se encuentra alterado en relación a sus características naturales, el uso de esta herramienta pierde su utilidad y su empleo se restringe a los factores más conspicuos. En este sentido, las características del Sistema Ambiental Regional donde pretende instalarse el proyecto y de su área de influencia, según se puso en evidencia en el Capítulo IV, corresponden a un mosaico que integra áreas representadas por caminos, cuerpos de agua, áreas sin vegetación, manchas de vegetación de manglar, de selva mediana, dunas costeras, parcelas de pastizal, parcelas representadas por poblaciones o complejos turísticos y remantes de vegetación que fungen como corredores, lo que obliga a adoptar indicadores “acordes” a tales realidades.

Asimismo, es un hecho reconocido por los especialistas (Gómez Orea, Op. Cit.) que hay impactos cuyas características y por su naturaleza hacen extremadamente difícil, identificar un indicador representativo, por lo que para ellos fue preferible valorarlos cualitativamente ya que su conjunto representa la “fracción no cuantificable del impacto”.

De otra parte, los proyectos de complejos turísticos, analizados desde el enfoque de su impacto potencial al ambiente, se caracterizan por incidir negativamente sobre los factores uso de suelo, vegetación, fauna y paisaje.

La afectación a la fauna podría considerarse en función de su hábitat. Por un lado, la fauna terrestre se verá afectada, principalmente, durante las terracerías para nivelar el área donde se desplantará el proyecto, ya que tendrá que migrar hacia zonas seguras durante el tiempo que duren tales trabajos. Una vez concluidas las obras y retirada la maquinaria, la fauna

terrestre tendrá la posibilidad de regresar a los sitios de origen o desplazarse en busca de otras áreas agrícolas donde encuentren alimento y sustrato para continuar con su ciclo vital.

Es claro que si bien se prevé que el proyecto ocupe 23.23 hectáreas, no necesariamente toda esa superficie quedará aislada, quedando remanentes de las rutas de tránsito que la fauna terrestre podría volver a emplear.

Las afectaciones a la fauna terrestre pueden, por lo tanto, atenderse mediante acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación disminuyendo prácticamente en su totalidad los impactos que ésta pudiera recibir.

Se identificaron otros impactos que, si bien alcanzaron la calificación de destacabilidad que se ha empleado como criterio de evaluación del presente proyecto, no son residuales, es decir, son temporales o pueden ser atenuados con medidas de mitigación sencillas y rutinarias, que se exponen en el capítulo VI de este DTU-r.

Las características ambientales antes citadas y la inocuidad relativa de proyectos de esta naturaleza sobre la mayoría de los factores ambientales, son el sustento de la explicación respecto al número de impactos de cierta importancia que se identifican en el proceso y, en consecuencia del número de indicadores diseñados en éste ejercicio de evaluación, empleados en la valoración de los impactos más destacados identificados en el ejercicio. Se hace notar que el resultado más importante de todo éste proceso es el que evidencia que, aplicando como se debe aplicar, la definición del impacto ambiental significativo que ofrece la fracción IX del artículo 3 del REIA, en este proyecto no se identifica ningún impacto ambiental de esa naturaleza.

V.3.3.2 LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

Para determinar el valor de la magnitud, la técnica empleada recomienda el uso de los criterios utilizados por la comunidad científica o los establecidos por la legislación para predecir los cambios desencadenados por cada acción del proyecto sobre el factor ambiental respectivo; en algunos casos se utilizan:

- a) Modelos de dispersión atmosférica,
- b) Modelos de vulnerabilidad a la contaminación,
- c) Modelos de difusión y dispersión en cauces.
- d) Modelos para determinar la capacidad de autodepuración.
- e) Modelos para evaluar el riesgo de eutrofización
- f) Modelos para determinar el caudal ecológico
- g) Modelos de evaluación del suelo y de sus diferentes funciones.

De todas estas propuestas u opciones para determinar la magnitud del impacto, el empleo de indicadores resulta la que mayor aplicabilidad puede tener en el ejercicio de determinación del valor de magnitud de cada uno de los impactos destacables identificados, esto se enfoca así para alinear la congruencia al alcance que le asigna la LGEEPA a una Manifestación de impacto ambiental en la fracción XX de su artículo tercero, al establecer que en ese documento deberán darse a conocer los impactos significativos o relevantes, y, con este ejercicio se está incidiendo en un alcance.

V.3.3.3 ESTIMACIÓN DE LA MAGNITUD

Tal y como se mencionó anteriormente, para este tipo de impactos la determinación de su magnitud puede alcanzarse con el empleo de indicadores de impacto ambiental. En estos casos, la magnitud del impacto se medirá por la diferencia entre el indicador en las situaciones “sin” y “con” proyecto.

En este punto es importante destacar que, dada la naturaleza del impacto y del factor y/o subfactor del ambiente sobre el que incide, algunos indicadores serán cuantitativos, cuando el indicador que defina al impacto de la manera más objetiva puede ser diseñado a partir de registros levantados en campo, mientras que, otros, serán valorados con indicadores cualitativos ya que su naturaleza no permite valorarlos cuantitativamente, se trata así de los impactos que representan la “fracción no cuantificable del impacto”.

La técnica empleada establece que en esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, donde 1 corresponde al impacto máximo posible de alcanzar.

De esta forma se aborda cada uno de los impactos identificados en el presente DTU-R (Figura V.7 a Figura V.18).

Impacto 1. Incremento en la compactación del suelo

Indicador de magnitud: compactación del terreno en relación a las condiciones naturales.

Descripción: la magnitud del impacto será determinada por la relación de la superficie que potencialmente será afectada en el área de establecimiento del proyecto, comparada con la superficie total que se reporta para el Sistema Ambiental Regional. La magnitud se expresa por:

$$I_{sc} = \frac{SpAeP}{StSAR}$$

Donde:

I_{sc} = Indicador de la superficie que puede enfrentar procesos de compactación

SpAeP = Superficie potencialmente afectable del área de establecimiento del proyecto

StSAR = Superficie total del Sistema Ambiental Regional

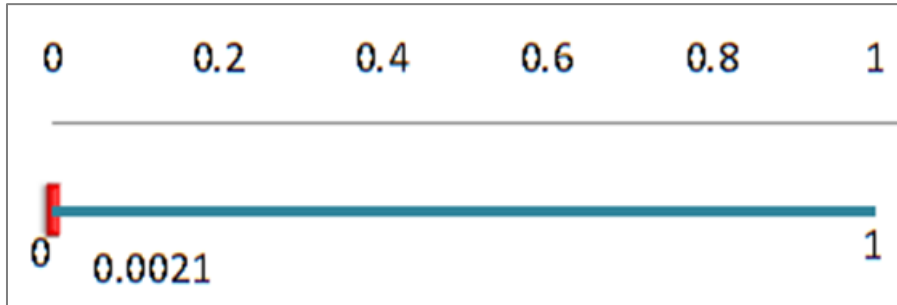
En relación a lo anterior, el paso continuo de maquinaria, vehículos y personas las obras o actividades que se desarrollen en el sitio del proyecto provocará un incremento en la compactación del suelo, la cual será comparada con las condiciones naturales del terreno del SAR.

El predio donde se desplantará el proyecto tiene una superficie total de 23.23 hectáreas, sin embargo, el área potencial de afectación corresponde a 6.37 hectáreas, mientras que el SAR cuenta con una superficie total de 2,996.35 hectáreas.

De acuerdo con la superficie que potencialmente podría afectarse en el AeP en comparación con la superficie del SAR, se tiene que la magnitud del impacto es de 0.0021 (figura 11).

$$I_{sc} = \frac{6.37}{2,996.35} = 0.0021$$

Figura V.7
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 1 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 2. Incremento en los niveles de erosión

Indicador de magnitud: La pérdida de suelo que actualmente persiste en el terreno en relación a las condiciones naturales del SAR.

Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la pérdida de suelo que presenta el AeP, comparada con la pérdida de suelo que presenta el Sistema Ambiental Regional. Lo anterior se expresa por:

$$I_{ps} = \frac{PAeP}{PSAR}$$

Donde:

I_{ps} = Indicador de la pérdida de suelo

PAeP = Pérdida de suelo en el AeP

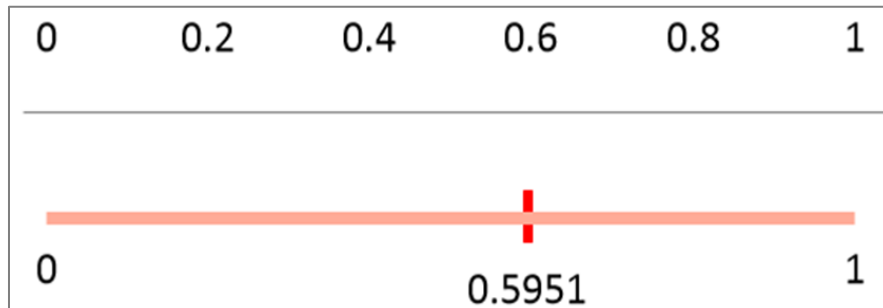
PSAR = Pérdida de suelo en el SAR

En este sentido, la pérdida de estabilidad del suelo derivado de las posibles actividades que se desarrollan en el terreno (remoción de vegetación, circulación de vehículos y tránsito de personas) ocasionan el incremento en los niveles de erosión, los cuales serán comparados con los niveles de erosión que presenta el SAR, derivado de las posibles actividades que ahí se realizan (paso de vehículos, tránsito de personas, operación de complejos habitacionales, etc.).

La pérdida de suelo que actualmente persiste en el área de establecimiento del proyecto es de 0.854 ton/ha/año, mientras que la pérdida de suelo en el SAR es de 1.435 ton/ha/año de acuerdo con estos valores se estima que la magnitud del impacto corresponde a 0.5951:

$$I_{ps} = \frac{0.854}{1.435} = 0.5951$$

Figura V.8
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 2 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 3. Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones

Indicador de magnitud: La pérdida de suelo que actualmente persiste en el área de establecimiento del proyecto en relación a la pérdida de suelo que podría ocasionarse con las excavaciones en el terreno.

Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la pérdida de suelo que presenta actualmente el AeP, comparada con la pérdida de suelo que podría generarse con la ejecución del proyecto. Lo anterior se expresa por:

$$I_{psAeP} = \frac{P_{acAeP}}{P_{pAeP}}$$

Donde:

I_{psAeP} = Indicador de pérdida de suelo en el área de establecimiento del proyecto

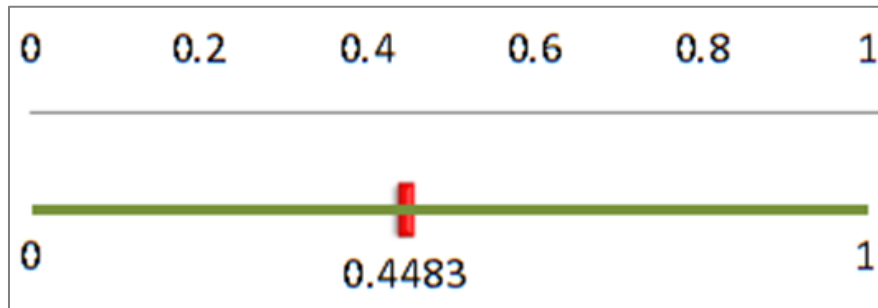
P_{acAeP} = Pérdida actual de suelo en el área de establecimiento del proyecto

P_{pAeP} = Pérdida de suelo que podría generarse en el AeP con la ejecución del proyecto

La pérdida de suelo que actualmente persiste en el AeP, sin el establecimiento del proyecto (tendencia natural), es de 0.854 ton/ha/año, en tanto que de efectuarse las actividades relacionadas con las excavaciones y la remoción de la vegetación, el valor sería de 1.905 ton/ha/año (este valor se calcula aún sin considerar medidas de mitigación). De acuerdo con estos valores se estima que la magnitud del impacto corresponde a:

$$I_{psAeP} = \frac{0.854}{1.905} = 0.4483$$

Figura V.9
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 3 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 4. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.

Impacto 6. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.

Indicador de magnitud: producción total de aguas residuales por día en relación a la cantidad que será conducida a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Indicador de magnitud: Cantidad de agua tratada en relación a la cantidad que será utilizada para el riego de las áreas verdes.

Descripción: La magnitud del impacto puede determinarse por la relación del total de producción de aguas residuales que se generarán al día, comparada con la que será conducida a la PTRAR para recibir tratamiento.

Descripción: la magnitud será posible de determinar por la cantidad de agua procedente de la PTAR, comparada con la cantidad de agua que será utilizada para el riego de áreas verdes. Lo anterior puede expresarse por:

$$IPAR = \frac{CtAR}{CPTAR}$$

Donde:

IPAR = Producción de aguas residuales

CtAR = Cantidad total de aguas residuales generadas en un día

CPTAR = Cantidad de aguas residuales que será conducida a la PTAR

La producción total de aguas residuales que generará la operación del proyecto corresponde a 820 m³/día, cantidad que se pretende conducir a la planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento y posterior utilización en los riegos de las áreas verdes del proyecto e infiltración al subsuelo. De acuerdo con lo anterior, se pretende que la misma cantidad de aguas residuales producidas en un día en el proyecto (820 m³/día) sea conducida a la PTAR para su óptimo tratamiento (820 m³/día).

$$IPAR = \frac{820}{820} = 1$$

Ahora bien, se realiza el análisis de la cantidad de agua proveniente de la PTAR (820 m³) comparada con la cantidad de esta agua que será utilizada para el riego de las áreas verdes y jardinadas (150 m³) y la que será reinyectada al acuífero mediante un pozo de inyección (620 m³). Lo anterior justifica que la magnitud de este impacto alcance el intervalo de 0, donde 0 corresponde al impacto mínimo posible de alcanzar.

Impacto 5. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.

Indicador de magnitud: contaminación del suelo por el manejo inadecuado de residuos.

Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la generación de residuos sólidos durante la operación del actual complejo Playa Maroma Inmuebles en comparación con los residuos sólidos que podrán generarse durante la operación de la Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles, expresado por:

$$IGRS = \frac{RS_{Amp}}{RSPMI}$$

Donde:

IGRS = Generación de residuos sólidos

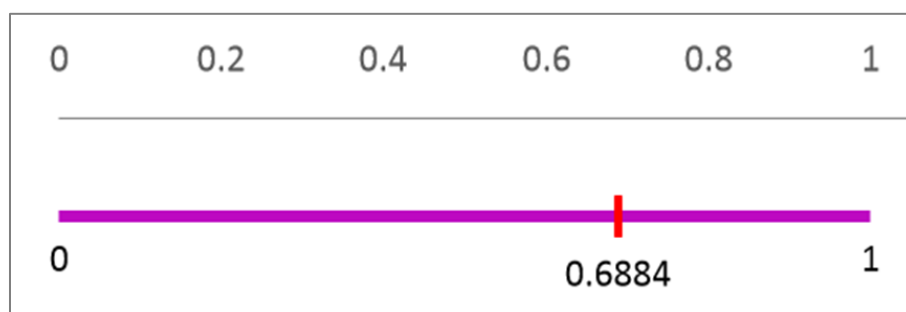
RS_{Amp} = Cantidad de residuos sólidos generados por la ampliación del proyecto PMI

RSPMI = Cantidad de residuos sólidos generados por el proyecto PMI.

La producción total de residuos urbanos que actualmente genera el desarrollo PMI corresponde a 55,675.5 ton/año, cantidad que es manejada, dispuesta y trasladada por empresas acreditadas para tal fin. Con la ampliación del proyecto PMI se estima generar 38,331.19 ton/año, mismos que serán entregados a las empresas para que se encarguen del manejo y disposición final. De acuerdo con lo anterior, el valor de magnitud del impacto corresponde a

$$IGRS = \frac{38,331.19}{55,675.50} = 0.6884$$

Figura V.10
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 5 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 7. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.

Indicador: contaminación del agua por el manejo inadecuado de residuos.

Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la generación de residuos líquidos, como las grasas vegetales provenientes de cocinas y restaurantes durante la operación del actual complejo Playa Maroma Inmuebles en comparación con los residuos líquidos (grasas vegetales) que podrán generarse durante la operación de la Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles, expresado por:

$$IGGv = \frac{GGvAmp}{GGvPMI}$$

Donde:

IGGv = Generación de grasas vegetales

GGvAmp = Cantidad de grasas vegetales generadas por la ampliación del proyecto PMI

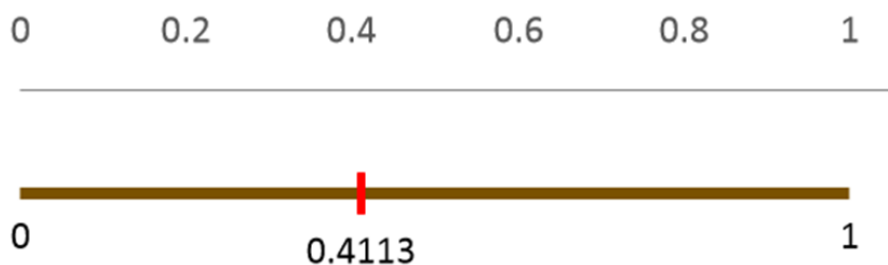
GGvPMI= Cantidad de grasas vegetales generadas por el proyecto PMI.

La producción total de grasas vegetales que actualmente genera el desarrollo PMI corresponde a 14,000 kg/anual, cantidad que es manejada, dispuesta y trasladada por empresas acreditadas para tal fin. Con la ampliación del proyecto PMI se estima generar 5758.87 kg/anual, sumando un total de 19,758.87 kg/anual en todo el complejo (PMI + Ampliación). De acuerdo con lo anterior, el valor de magnitud del impacto corresponde a

$$IGGv = \frac{5,758.87}{14,000.00} = 0.4113$$

Figura V.11

Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 7 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 8. Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación

Indicador de magnitud: superficie forestal destinada a otro uso

Descripción: la magnitud del impacto se terminó considerando la superficie de selva mediana subperennifolia del AeP que será destinada a remover para el establecimiento del proyecto, en comparación con la superficie de selva mediana subperennifolia presente en el SAR. El indicador en cuestión tiene un carácter cuantitativo toda vez que es factible disponer de valores de referencia para integrar la expresión matemática

$$IRSf = \frac{SFr}{SFSAR} =$$

Donde:

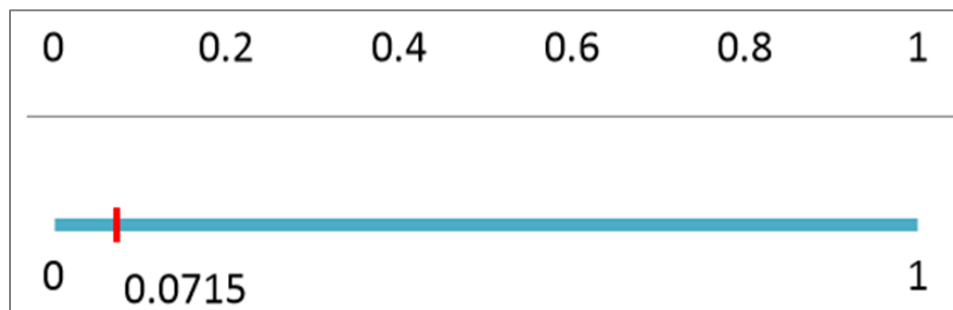
- IRSf = Valor de reducción de la superficie forestal
- SFr = Superficie forestal a remover de tipo selva mediana subperennifolia.
- SFSAR = Superficie forestal presente en I SAR de este tipo de vegetación.

En relación a lo anterior, se define que la superficie del área de establecimiento del proyecto que será modificada, es aquella que corresponde a mediana subperennifolia con 6.37 hectáreas mientras que el valor de la superficie de forestal de este tipo en el SAR es de 89.14 ha. De acuerdo con los datos de superficie de forestal (selva mediana subperennifolia) en el área de establecimiento del proyecto, se determinó que la magnitud del impacto es de 0.0715 (Figura V.12).

$$IRsf = \frac{6.37}{89.14} = 0.0715$$

Figura V.12

Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 8 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 9. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia

Indicador: tasa de cambio entre los valores de diversidad del AeP y los valores de diversidad del SAR

Descripción: los índices de diversidad proporcionan información sobre la composición de la comunidad, por lo que la magnitud de este impacto será determinada comparando el valor calculado de diversidad del AeP y el valor de diversidad del Sistema Ambiental Regional (capítulo IV).

Lo anterior puede representarse por:

$$ICD = \frac{IDAeP}{IDSAR} =$$

Donde:

- ICD = Cambio en los valores de diversidad

IDAeP = Valor del índice de diversidad en el AeP

IDSAR = Valor del índice de diversidad en el SAR

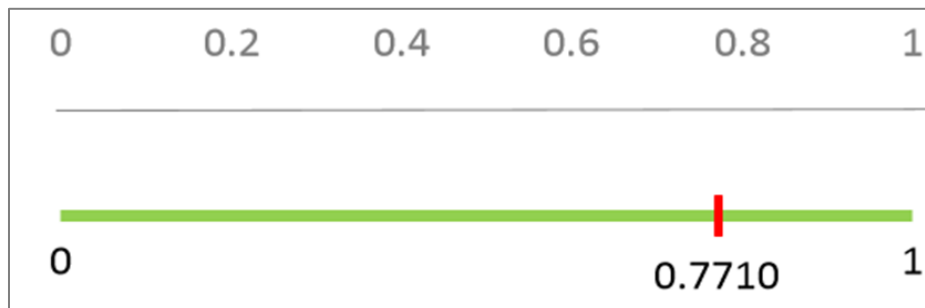
El valor de diversidad calculado para el área de establecimiento del proyecto es de 1.76 (H), mientras que para el Sistema Ambiental Regional y el valor de diversidad es de 2.28 (H), por lo que se estima que la magnitud del impacto corresponda a 0.771.

La expresión anterior se sustituye por:

$$ICD = \frac{1.76}{2.28} = 0.771$$

Figura V.13

Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 9 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 10. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación

Indicador: número de individuos registrados en el AeP en relación al número de individuos registrados en el SAR

Descripción: la magnitud será determinada por la relación del número de individuos que se registraron en los muestreos del AeP en comparación con el número de individuos registrados en los muestreos del SAR. Lo anterior se expresa por:

$$IAin = \frac{IpAeP}{IpSAR} =$$

Donde:

IAin = Valor de alteración puntual a los individuos de flora

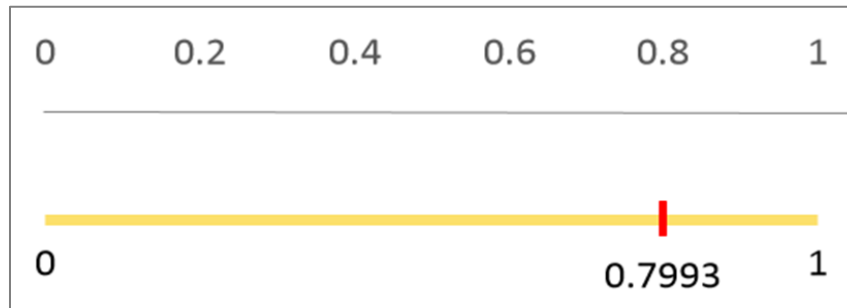
IpAeP = Número de individuos presentes en los muestreos del AeP

IpSAR = Número de individuos presentes en los muestreos del SAR

Los datos registrados durante los monitoreos en campo, indican que el número de individuos de flora en el AeP corresponde a 1,244 mientras que en el SAR se registró un total de 1,569 individuos de flora, por lo que la estimación de la magnitud de este impacto corresponde a 0.7928. la sustitución de los valores se expresa a continuación:

$$IAin = \frac{1244}{1569} = 0.7993$$

Figura V.14
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 10 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 11. Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.

Indicador: número de especies de flora presentes en el AeP y número de especies de flora potencialmente presentes en el SAR.

Descripción: la magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies de flora que se localizan en el sitio del proyecto que podrían presentar afectación, comparado con el número de especies potenciales de flora que se reportaron en el SAR.

$$I_{Asp} = \frac{SpFAeP}{SpFSAR} =$$

Donde:

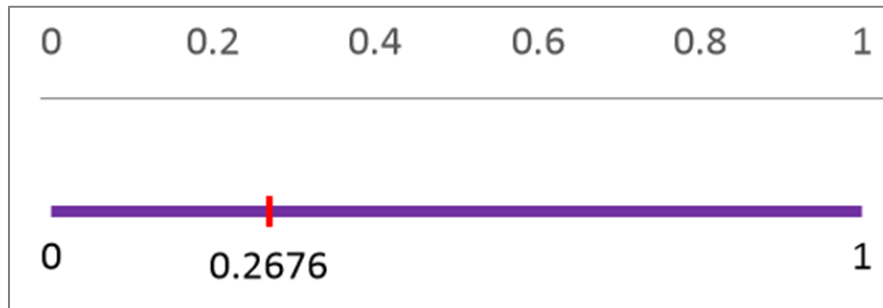
- I_{Asp}F = Valor de alteración puntual a las especies de flora
- SpFAeP = Número de especies de flora presente en el área de establecimiento del proyecto
- SpFSAR = Número de especies de flora potenciales en el sistema ambiental regional

En relación a lo anterior, las obras o actividades que se desarrollen en el área del proyecto, podrán ocasionar afectación puntual a las especies presentes en el área del proyecto. Una forma de determinar la probable afectación es conociendo el número de especies en el SAR y el número de especies presentes en el AeP

En el predio donde se desplantará el proyecto se registró la presencia de 19 especies de flora y en el sistema ambiental regional se considera que la flora potencial está integrada por 71 especies. Derivado de lo anterior se identificó que la magnitud del impacto corresponde a 0.2676 (Figura V.15). Si bien, este impacto se evaluó como destacable, no se prevé la afectación a ninguna de las especies que se localizan en el área de establecimiento del proyecto.

$$I_{Asp} = \frac{19}{71} = 0.2676$$

Figura V.15
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 11 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 12. Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat

Indicador: tasa de cambio entre los valores de diversidad faunística del AeP y los valores de diversidad del SAR

Descripción: los índices de diversidad proporcionan información sobre la composición de la comunidad, por lo que la magnitud de este impacto será determinada comparando el valor calculado de diversidad del AeP para cada grupo faunístico y el valor de diversidad del Sistema Ambiental Regional para cada grupo faunístico.

Lo anterior puede representarse por:

$$ICD = \frac{IDAeP}{IDSAR} =$$

Donde:

ICD = Cambio en los valores de diversidad

IDAeP = Valor del índice de diversidad en el AeP

IDSAR = Valor del índice de diversidad en el SAR

El valor de diversidad de herpetofauna calculado para el área de establecimiento del proyecto es de 1.6968 (H), mientras que para el Sistema Ambiental Regional y el valor de diversidad es de 2.0510 (H), para la avifauna los valores de diversidad reportados para el AeP y el SAR son 2.2307 y 3.1261, respectivamente, finalmente los valores de diversidad para la Mastofauna son de 1.7329 H (AeP) y 2.0111 H (SAR). Por lo que se estima que la magnitud del impacto corresponda a 0.8273 en herpetofauna, 0.7135 en avifauna y 0.8616 para mastofauna.

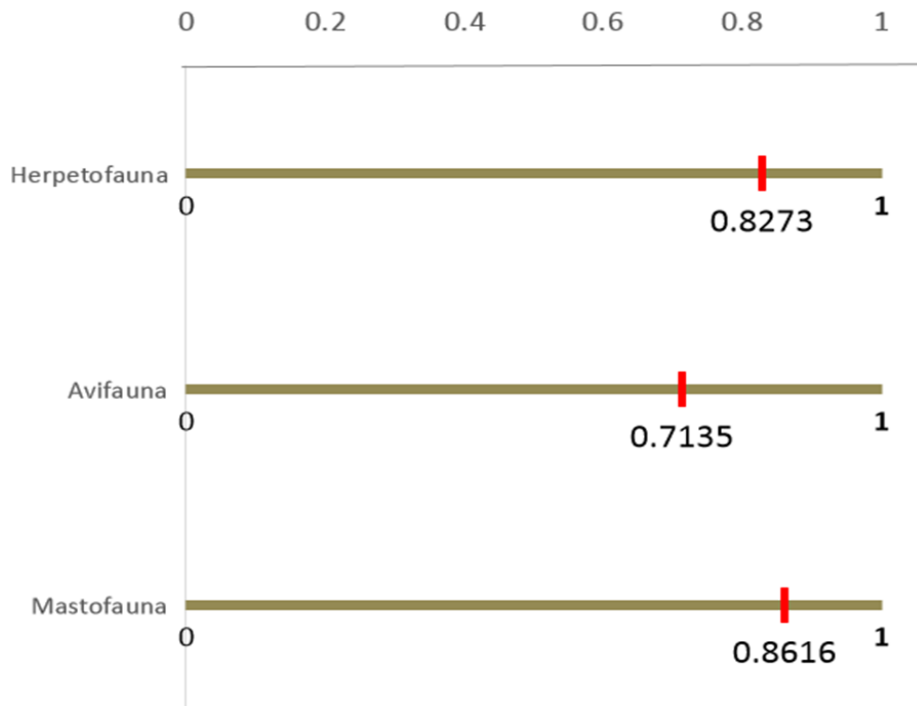
La expresión anterior se sustituye por:

Herpetofauna: $CD = \frac{1.6968}{2.0510} = 0.8273$

Avifauna: $CD = \frac{2.2307}{3.1261} = 0.7135$

Mastofauna: $CD = \frac{1.7329}{2.0111} = 0.8616$

Figura V.16
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 12 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 13. Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.

Indicador: número de individuos faunísticos presentes en el AeP y número de individuos faunísticos potencialmente presentes en el SAR

Descripción: la magnitud del impacto será determinada por la relación del número de individuos que se localizan en el sitio del proyecto que podrían ser desplazadas temporalmente, comparado con el número de individuos que se reportaron en el SAR

$$IMLi = \frac{SpFAeP}{SpFSAR} =$$

Donde:

- IMLi = Valor de modificación local a los individuos de fauna
- IAeP = Número de individuos de fauna presente en el área de establecimiento del proyecto
- ISAR = Número de individuos de fauna en el sistema ambiental regional.

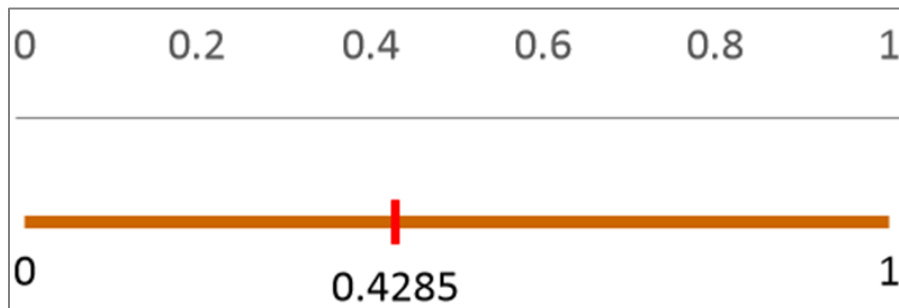
En relación a lo anterior, las obras o actividades que se desarrollen en el área del proyecto, podrán ocasionar afectación a individuos de fauna presente en área del proyecto, propiciando su desplazamiento temporal (una vez terminadas las obras, los individuos podrán reincidir en el sitio del proyecto). Una forma de determinar la probable afectación es conociendo el número potencial de individuos de fauna presentes en el SAR y el número de individuos potenciales en el AeP. Es importante mencionar que las especies de fauna son móviles por lo tanto no se puede determinar cuántos individuos harán uso del sitio del proyecto al

momento de iniciar las actividades, sin embargo de acuerdo con los datos reportados en el capítulo IV se determinó que la abundancia es baja, es decir el número de individuos en el sitio del proyecto es reducida, al igual que el número de especie presentes.

En el predio donde se desplantará el proyecto se registró la presencia de 126 individuos y en el sistema ambiental se registró la presencia de 294 individuos. De acuerdo con el número de individuos que podrían ser afectados en comparación con los individuos del SAR se tiene que la magnitud del impacto es de 0.4285 (Figura V.17).

$$IML = \frac{126}{294} = 0.4285$$

Figura V.17
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 13 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 14. Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.

Indicador: número de especies de fauna presentes en el AeP y número de especies de fauna potencialmente presentes en el SAR

Descripción: la magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies en el sitio del proyecto que podrían ser desplazadas temporalmente, comparado con el número de especies potenciales en el SAR. El indicador en cuestión tiene un carácter cuantitativo toda vez que es factible disponer de valores de referencia para integrar la expresión matemática:

$$IMLsp = \frac{SpAeP}{SpSAR} =$$

Donde:

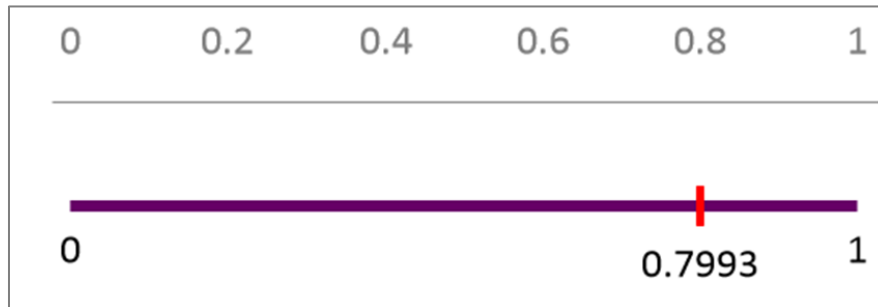
- IMLsp = Valor de modificación local a las especies fauna
- SpAeP = Número de especies de fauna presente en el área de establecimiento del proyecto
- SpSAR = Número de especies de fauna en el sistema ambiental regional.

En este sentido, las obras o actividades que se desarrollen en el área del proyecto, podrán ocasionar afectación a las especies de fauna propiciando su desplazamiento temporal en el sitio del proyecto. Una forma de determinar la probable modificación de los índices de riqueza es conociendo el número de especies en el AeP y el número de las registradas en SAR.

En los sitios del proyecto se registró la presencia de 29 especies, mientras que en el SAR se registró la presencia de 52 especies. De acuerdo con el número de especies que podrían ser afectados en comparación con las registradas en SAR se tiene que la magnitud del impacto es de 0.5576 (Figura V.18):

$$IMLsp = \frac{29}{52} = 0.5576$$

Figura V.18
Representación gráfica de la ubicación del valor del impacto No. 14 en relación al valor máximo de afectación



Impacto 15. Disminución local de los valores de la calidad paisajística.

Impacto 16 Cambios en la conectividad del paisaje.

Indicador: debido a que estos son impactos de percepción la valoración es cualitativa.

Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la calidad de la cubierta vegetal y las actividades antropogénicas.

En el SAR se encuentran amplias áreas con vegetación forestal, en algunos casos densa, en otros ya con muestras claras de perturbación; no obstante que la deforestación debido a la construcción de complejos turísticos es bastante clara. La mayor parte del AeP se encuentra ocupada por las instalaciones del complejo hotelero, algunos caminos y el resto del área alberga vegetación secundaria de selva mediana y manglar con un estrato arbóreo que oscila en los 5 m de altura; por lo que, en el AeP se observa una diversidad de formas media, lo que es indicativo de una calidad visual intrínseca media.

Considerando que el AeP presenta parches de vegetación natural, cambio de uso de suelo acaecido con anterioridad, asentamientos humanos e infraestructura la calidad paisajística es considerada como media.

Por su parte, las estructuras artificiales y la presencia humana disminuyen drásticamente la calidad del paisaje en cualquier sitio (Montoya Ayala et ál., 2003^{VIII}). En el AeP se encuentra un complejo hotelero, canchas de tenis, brechas y estacionamientos; por lo que la calidad del paisaje es bajo

En resumen, el paisaje donde se situará el proyecto ya se encuentra perturbado por las actividades antropogénicas (infraestructura, caminos, etc.). En este sentido, la calidad en el AeP es de medio a bajo. Con la instalación y operación del proyecto, aún y cuando se afectarán la vegetación y uso del suelo, los volúmenes que se prevé remover no restarán

Descripción de los impactos ambientales destacables

V.4 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DESTACABLES

Tabla V.15
Impacto 1. Incremento en la compactación del suelo

IMPACTO 1. INCREMENTO EN LA COMPACTACIÓN DEL SUELO						
Factor	Suelo					
Síntesis descriptiva	<p>El efecto del impacto se manifestará sobre el suelo a utilizar por el paso continuo de vehículos en los caminos, que habrá de habilitarse para la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.</p> <p>El impacto tendrá repercusión inmediata sobre el suelo y su magnitud se incrementará por la acumulación que se alcanzará con el tránsito cotidiano de maquinaria, vehículos y personas del proyecto, así como por efectos similares de proyectos que ya operan en el SAR.</p> <p>El efecto persistirá durante toda la vida útil del proyecto por lo que la residualidad será evidente; la reversibilidad solo se alcanzará con la intervención humana.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>La relevancia del impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del ambiente, reduciendo los índices estimados en el T0 y sobre la capacidad de carga del ecosistema al incrementar las tasas de compactación de los suelos de los terrenos donde se establezcan obras destinadas al tránsito de personas y de maquinaria y vehículos, por lo anterior el impacto tiene un carácter residual y acumulativo.</p>					

Tabla V.16
Impacto 2. Incremento en los niveles de erosión

IMPACTO 2. INCREMENTO EN LOS NIVELES DE EROSIÓN						
Factor	Suelo					
Síntesis descriptiva	<p>La remoción de vegetación para el establecimiento del proyecto así como la circulación de maquinaria y vehículos en el terreno provocará mayores índices de erosión, particularmente por la remoción de la vegetación.</p> <p>El efecto es acumulativo con el ocasionado por otras actividades actualmente en desarrollo en el sistema ambiental regional (circulación de vehículos, tránsito de personas, operación de complejos habitacionales, etc.), sin embargo, no alcanza valores de acumulación que incrementen su carácter negativo.</p> <p>La persistencia del impacto se concretará en el AeP en su permanencia en el tiempo que duren los trabajos de preparación y construcción del proyecto.</p> <p>El efecto se originará y manifestará fundamentalmente durante los trabajos de preparación del sitio y construcción.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>La relevancia del impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del ambiente, reduciendo los índices estimados en el T0 y sobre la capacidad de carga del ecosistema al incrementar las tasas de erosión de los terrenos donde se altere la estabilidad del suelo.</p>					

Tabla V.17
Impacto 3. Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones

IMPACTO 3. MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO DERIVADO DE LAS EXCAVACIONES						
Factor	Suelo					
Síntesis descriptiva	<p>Las actividades relacionadas con el despalme del terreno, provocará alteraciones en la estabilidad del suelo, principalmente por las actividades de excavación.</p> <p>La persistencia del impacto se concretará en el AeP en su permanencia en durante las actividades que involucren la excavación. El efecto es acumulativo con el ocasionado por otras actividades actualmente en desarrollo en el sistema ambiental regional.</p> <p>El efecto se originará y manifestará fundamentalmente durante los trabajos de preparación del sitio y construcción.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	La relevancia del impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del ambiente, reduciendo los índices estimados en el T0 y sobre la capacidad de carga del ecosistema al modificar las características físicas del suelo de las áreas donde se realicen excavaciones.					

Tabla V.18
Impacto 4. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.

IMPACTO 4. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL SUELO POR LA DESCARGA INADECUADA DE AGUAS RESIDUALES.						
Factor	Suelo					
Síntesis descriptiva	<p>Este impacto negativo sobre el factor suelo se deberá a la generación de aguas residuales, provenientes de los sanitarios que será colocados durante la etapa de preparación y construcción del proyecto que, de no ser manejados correctamente podrían provocar la contaminación del suelo, por lo que se calificó como un impacto destacable.</p> <p>La descarga inadecuada sin ningún tratamiento, ocasionan graves inconvenientes de contaminación que podrían afectar a la flora y fauna, además de alterar la composición fisicoquímica del suelo. Estas aguas residuales, no deben ser vertidas al suelo, mucho menos sin previo tratamiento.</p> <p>La persistencia del impacto se concretará al área de establecimiento del proyecto y su duración se concretará durante la preparación, construcción operación y mantenimiento del proyecto. El impacto tendrá un efecto acumulativo, debido a las actividades de descarga que se realizan en la zona, producto de instalaciones y complejos turísticos y urbanos.</p> <p>Este impacto podrá eliminarse o reemplazarse por la acción humana, mediante el manejo y disposición adecuada de las aguas residuales que se generen en los sanitarios que serán colocados en los frentes de trabajo.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	La relevancia del impacto incidirá de manera negativa sobre la calidad del ambiente, produciendo alteración de la calidad fisicoquímica del suelo de no llevar a cabo un manejo y disposición adecuada del agua residual proveniente de los sanitarios portátiles, además de la notoria acumulación por las actividades de descarga que se realizan en la zona. .					

Tabla V.19

Impacto 5. Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.

IMPACTO 5. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL SUELO POR EL MANEJO INADECUADO DE LOS RESIDUOS GENERADOS.						
Factor	Suelo					
Síntesis descriptiva	<p>La producción de residuos sólidos, de manejo especial, líquidos y peligrosos durante las etapas de desarrollo del proyecto, podrían alterar de forma inmediata la calidad fisicoquímica del suelo de no contar con un manejo adecuado, por lo que se consideró como un impacto ambiental destacable.</p> <p>El tipo de residuos generados durante las etapas de preparación y construcción será diferente a los generados en la etapa de operación, lo que implica que su manejo también será distinto. La generación de residuos sólidos durante las etapas de preparación y construcción se deberá principalmente a las actividades de los trabajadores, en especial al ingerir sus alimentos, así como por las actividades propias de la obra, además el riesgo de derrames accidentales por fugas o reparaciones de maquinaria se traducen un efecto potencial de disturbio.</p> <p>Los residuos peligrosos que se generarán durante la etapa de construcción corresponderán principalmente a envases de pinturas y solventes requeridos para los trabajos de carpintería y pintura de las nuevas instalaciones, mientras que los de manejo especial corresponderán a los resultantes de la construcción. El impacto será puntual ya que no afectará más allá de la superficie que ocupa el terreno y sus áreas colindantes, sin embargo, adquirirá un efecto acumulativo debido a las actividades que se realizan en la zona. Asimismo, el impacto tendrá una duración corta, presentándose sólo durante las etapas de preparación del sitio y construcción.</p> <p>Por otra parte, durante las etapas de operación del proyecto, los residuos provenientes de las instalaciones (servicios, habitaciones, pasillos) así como los provenientes de alguna reparación de la maquinaria y equipo, serán los principales focos de alteración de las características fisicoquímicas del suelo de no llevar un manejo y disposición adecuada de estos.</p> <p>Asimismo, se contempla la implementación de un Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos, que permitirá prevenir la contaminación del suelo por un inadecuado manejo</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	El impacto incide de manera negativa sobre el factor suelo, particularmente sobre la alteración de las características fisicoquímicas del suelo por la contaminación que pudiera ser generada como resultado de un inadecuado manejo de los residuos generados en el proyecto.					

Tabla V.20

Impacto 6. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.

IMPACTO 6. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA POR LA DESCARGA INADECUADA DE AGUAS RESIDUALES						
Factor	Agua					
Síntesis descriptiva	<p>Las aguas de desecho dispuestas en una corriente superficial (lagos, ríos, mar) sin ningún tratamiento, ocasionan graves inconvenientes de contaminación que afectan la flora y la fauna natural de los cuerpos receptores y a los consumidores que utilizan estas aguas.</p> <p>Durante las etapas de preparación y construcción las aguas residuales provendrán de los sanitarios portátiles utilizados por los trabajadores de la obra. El mantenimiento y limpieza de dichos sanitarios estará a cargo de una empresa autorizada contratada por el proyecto, la cual deberá disponer las aguas negras de manera adecuada para evitar la alteración al factor agua.</p> <p>Durante la etapa de operación y mantenimiento, las instalaciones del proyecto (servicios, habitaciones, restaurantes) generan un volumen aproximado de 820 m³/día de aguas residuales, que de no ser conducidas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, podrían ocasionar alteraciones en la calidad del agua.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	Impacto negativo de carácter no residual, que incidirá de no ser manejado adecuadamente sobre las características fisicoquímicas del agua, provocando un efecto acumulativo y una alteración en la calidad de este recurso.					

Tabla V.21

Impacto 7. Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.

IMPACTO 7. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA POR EL MANEJO INADECUADO DE LOS RESIDUOS GENERADOS						
Factor	Agua					
Síntesis descriptiva	<p>La generación de residuos sólidos puede traer afectaciones a la calidad del agua, así como a la captación y filtración del agua pluvial si no se manejan de manera adecuada. De la misma forma un inadecuado manejo de los residuos peligrosos derivado de las actividades de operación del proyecto puede afectar la calidad del agua subterránea</p> <p>Este impacto negativo sobre el factor agua se deberá a la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos que, de no ser manejados adecuadamente, podrían alterar la calidad fisicoquímica del agua.</p> <p>En la etapa de preparación y construcción del sitio los residuos generados por la maquinaria (en caso de presentarse un derrame accidental) significan un riesgo latente de contaminación y de no ser aplicadas las medidas precautorias la repercusión del impacto sería inmediata, manifestándose en la alteración del recurso agua.</p> <p>El mal manejo de los residuos sólidos además de traer afectaciones a la calidad del agua, podrían manifestarse en la captación y filtración del agua pluvial, al acumularse los residuos sólidos en los frentes de trabajo e instalaciones del hotel, lo cual significaría un riesgo latente de contaminación del agua.</p> <p>Durante la etapa de operación, la generación de residuos líquidos, como las grasas vegetales provenientes de cocinas y restaurantes, significan un riesgo latente de contaminación, el manejo adecuado de este tipo de residuos será la clave para evitar alterar la calidad de este recurso.</p>					

IMPACTO 7. ALTERACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POR EL MANEJO INADECUADO DE LOS RESIDUOS GENERADOS						
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	Impacto negativo de carácter no residual que incidirá de forma inmediata en el ambiente de no ser previsto o mitigado. Los efectos de este impacto son acumulativos con los desarrollados por actividades similares en el SAR.					

Tabla V.22

Impacto 8. Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación

IMPACTO 8. REDUCCIÓN DE LA SUPERFICIE FORESTAL DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA POR REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN						
Factor	Vegetación					
Síntesis descriptiva	<p>La construcción de la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles implicará una reducción de 6.37 hectáreas de terrenos que actualmente están provistos de vegetación de tipo selva mediana subperennifolia.</p> <p>La manifestación del impacto se concretará en la reducción de los índices de diversidad, abundancia y riqueza de la vegetación de selva mediana subperennifolia, como consecuencia de la remoción de individuos de las especies que conforman a la comunidad.</p> <p>El impacto tendrá un efecto inmediato y acumulativo al desarrollo de las obras. La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto, lo que evidencia el carácter residual del impacto y la imposibilidad absoluta de lograr una reversibilidad natural, sin embargo se realizará el rescate y reubicación de individuos dentro de las áreas jardinadas del hotel.</p> <p>El impacto incidirá sobre la selva mediana subperennifolia del área de establecimiento del proyecto, si bien muestra niveles diversos de fragmentación, sus remanentes conforman aún los relictos florísticos en el SAR. Es importante recalcar el flujo de acumulación derivado de los proyectos similares que inciden en el SAR desde hace ya varios años.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>La relevancia del impacto incidirá de manera negativa sobre los valores remanentes de la integridad del ecosistema de selva mediana subperennifolia, sobre su calidad, reduciendo los índices estimados en el T0 y sobre la capacidad de carga del ecosistema al incrementar las tasas de modificación del uso de los suelos de las áreas donde se establezcan las obras.</p> <p>Se trata de un impacto residual aunque también se podría registrar un flujo de acumulación con el efecto similar de otros proyectos que se encuentran insertos en el SAR desde hace ya, varios años.</p>					

Tabla V.23

Impacto 9. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia

IMPACTO 9. MODIFICACIÓN LOCALIZADA DE LA DIVERSIDAD DE LA VEGETACIÓN DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA						
Factor	Vegetación					
Síntesis descriptiva	<p>Las actividades de desmonte de 6.37 ha de vegetación de selva mediana subperennifolia incidirán de manera directa sobre la flora.</p> <p>El efecto será inmediato y acumulativo al desarrollo de las actividades de desmonte y despalme, particularmente importante para especies con alguna categoría de protección, por el efecto que tendrá la alteración del hábitat y zonas de permanencia. La manifestación del impacto se concretará en la reducción de los índices de diversidad de la vegetación forestal, como consecuencia de la remoción de numerosos individuos de las especies que conforman a la comunidad.</p> <p>La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto, lo que evidencia el carácter residual del impacto y la imposibilidad de lograr una reversibilidad natural.</p> <p>El impacto incidirá sobre la vegetación forestal presente en el AeP, los cuales, si bien muestran niveles diversos de fragmentación, sus remanentes conforman aún los relictos florísticos en el SAR.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	El impacto es relevante, debido a que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de la vegetación del área de estudio. El efecto es residual , toda vez que la alteración del medio será irreversible de manera natural. ...					

Tabla V.24

Impacto 10. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación

IMPACTO 10. ALTERACIÓN DE LOS INDICADORES DE ABUNDANCIA DE LA VEGETACIÓN DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA POR LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN						
Factor	Vegetación					
Síntesis descriptiva	<p>Como resultado de la implementación del proyecto, deberá desmontarse 6.37 hectáreas de selva mediana subperennifolia. La reducción de esta superficie ocasionará alteración en los indicadores de abundancia.</p> <p>El número de individuos que serán removidos durante las etapas de preparación del sitio y parte de construcción ocasionará la disminución de los índices, el efecto será evidente una vez que se dé inicio con las actividades de remoción, manifestando una repercusión sobre el ambiente.</p> <p>El impacto incidirá en el área de establecimiento del proyecto, que si bien manifiesta una fragmentación notoria, sus remantes aun conforman la vegetación característica del SAR.</p> <p>La residualidad del impacto es evidente al no alcanzar su reversibilidad sin la intervención humana. El carácter acumulativo de este tipo de efecto se hace notorio, toda vez que el SAR cuenta con desarrollos de este tipo que, en su momento alteraron los indicadores de abundancia de la vegetación.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	El efecto será inmediato al desarrollo de las actividades de desmonte y despalme, por el efecto que tendrá la remoción de individuos. El impacto tiene un carácter residual , toda vez que la recuperabilidad no podrá ser eliminada o reemplazada por la acción natural.					

Tabla V.25

Impacto 11. Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.

IMPACTO 11. ALTERACIÓN DE LOS INDICADORES DE RIQUEZA DE LA VEGETACIÓN DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA						
Factor	Vegetación					
Síntesis descriptiva	El desmonte de 6.37 hectáreas que requiere el proyecto para su instalación, provocan alteración en los indicadores de diversidad. Particularmente en los índices de abundancia. Si bien este impacto fue evaluado como destacable, no alcanza valores de afectación a la integridad del ecosistema. Sin embargo, las medidas que adopta el proyecto (capítulo VII) prevén acciones de protección a individuos de especies con alguna categoría de protección.					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	Este será un impacto negativo, que se generará durante la etapa de preparación del sitio, debido a la remoción de individuos de especies forestales para dar paso a las nuevas construcciones del proyecto.					

Tabla V.26

Impacto 12. Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat

IMPACTO 12. MODIFICACIÓN LOCAL DE LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD DE LA FAUNA POR ALTERACIÓN DEL HÁBITAT						
Factor	Fauna					
Síntesis descriptiva	<p>El desmonte de 6.37 ha de vegetación forestal incidirá de manera directa sobre el hábitat de diversas especies de fauna, lo que se reflejará en la disminución de los valores registrados de diversidad, abundancia y riqueza.</p> <p>El efecto será particularmente importante para especies con alguna categoría de protección y de lento desplazamiento, por el efecto que tendrá la alteración del hábitat y zonas de permanencia. En el caso de la fauna de lento desplazamiento, por la dificultad que tienen para buscar hábitats alternativos y la exposición al efecto de malentidades (aplastamiento por vehículos, depredación, etc.).</p> <p>El impacto será resultado indirecto de diversos componentes del proyecto, sin embargo potencialmente puede incrementar su nivel de acumulación por el efecto de otras acciones que inciden sobre los diferentes hábitats faunísticos (apertura de terrenos a otro uso, destrucción de reductos naturales, etc.).</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>El efecto tendrá repercusión inmediata, al iniciarse las actividades de desmonte y despalme del sitio del proyecto, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área los individuos de fauna podrían ser afectadas por cualquiera de las actividades previstas</p> <p>El impacto es relevante, debido a que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna que habitan el área de estudio.</p> <p>El efecto es residual, toda vez que la alteración del medio o la pérdida de algunos de sus atributos será imposible de reparar de manera natural.</p>					

Tabla V.27

Impacto 13. Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.

IMPACTO 13. MODIFICACIÓN LOCAL DE LOS ÍNDICES DE ABUNDANCIA DE LA FAUNA POR DESPLAZAMIENTO INDUCIDO						
Factor	Fauna					
Síntesis descriptiva	<p>En el sitio del proyecto, las actividades relacionadas con la preparación del sitio y construcción, podrán ocasionar alteración a los individuos, derivado de la presencia humana, maquinaria ruido y la delimitación de las áreas de trabajo provocarán una modificación en los índices de abundancia de la fauna al provocar el desplazamiento de los individuos que, en busca de refugio abandonarán el área de establecimiento de las obras. En este caso, al estar directamente relacionada con la presencia humana, el desplazamiento de los individuos de fauna adquiere un carácter temporal que, en la medida en que disminuya la presencia humana y las máquinas se retiren de las áreas de trabajo, volverán a incidir en el área continuando con su actividad normal.</p> <p>Este impacto será temporal, ya que se presentará durante las etapas de preparación y construcción. Es importante mencionar que una vez que concluyan las actividades mayores, los individuos de fauna podrán reincidir en el área del proyecto.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área los individuos de fauna podrían desplazarse a áreas colindantes.</p> <p>El impacto es relevante, debido a que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna que habitan el área de estudio.</p> <p>El efecto es temporal, una vez que concluyan las actividades de preparación y construcción del proyecto, los individuos podrán regresar a sitio.</p>					

Tabla V.28

Impacto 14. Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.

IMPACTO 14. MODIFICACIÓN LOCAL DE LOS ÍNDICES DE RIQUEZA DE LA FAUNA POR DESPLAZAMIENTO INDUCIDO						
Factor	Fauna					
Síntesis descriptiva	<p>Las actividades que demanda el proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción tales como delimitación de áreas, ingreso de personas, ingreso de vehículos, ingreso de maquinaria, desmonte y despalle (retiro de capa orgánica), nivelación, compactación, realización de zanjas, realización de cimentaciones, instalación de equipos, excavación para cimentación, entre otras provocaran que las especies de fauna presente en el sitio se desplacen hacia áreas colindantes donde no se estén realizando esta tipo de actividad para salvaguardar su integridad provocando una modificación en los índices de riqueza. Si bien éstos no alcanzan valores que afecten la integridad del ecosistema, la afectación a micro hábitats y la incidencia sobre especies de importancia y protección, incrementan su significado potencial.</p> <p>Este impacto tendrá repercusión inmediata sobre las especies de fauna, toda vez que al iniciar los trabajos de preparación y construcción del sitio, así como el ingreso de personal y maquinaria, las especies se desplazarán a áreas colindantes donde no se desarrolle este tipo de actividades.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>Impacto negativo destacable, su efecto se manifestará en cuanto se inicien con las actividades propias de la preparación y construcción del proyecto, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área las especies de fauna se desplazaran a sitios seguros.</p>					

IMPACTO 14. MODIFICACIÓN LOCAL DE LOS ÍNDICES DE RIQUEZA DE LA FAUNA POR DESPLAZAMIENTO INDUCIDO

	<p>El impacto es relevante, debido a que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de las especies de fauna que habitan el área de estudio.</p> <p>El efecto temporal, una vez que concluyan las actividades de preparación y construcción del proyecto, algunas especies podrán regresar al sitio.</p>
--	---

Tabla V.29

Impacto 15. Disminución local de los valores de la calidad paisajística.

IMPACTO 15. DISMINUCIÓN LOCAL DE LOS VALORES DE LA CALIDAD PAISAJÍSTICA

Factor	Paisaje					
Síntesis descriptiva	<p>La calidad paisajística del AeP del proyecto recibió valores medio, en cuanto a la vegetación y uso del suelo que la caracteriza; bajo en cuanto a su geomorfología; y media en cuanto a la presencia de cuerpos de agua.</p> <p>El análisis integral de la calidad paisajística en el AeP es de medio a bajo debido a las actividades antropogénicas (instalaciones del complejo hotelero, algunos caminos), la perturbación de la vegetación natural, la uniformidad topográfica y la carencia de grandes cuerpos de agua.</p> <p>El efecto se manifestará desde que comience la etapa de construcción, cuando aparezcan las cimentaciones que modifiquen la percepción al transformar un área con remanentes de vegetación en un área con edificaciones.</p> <p>Con la instalación y operación del proyecto, aún y cuando se afectarán la vegetación y uso del suelo, los volúmenes que se prevé remover no restarán predominancia a las áreas que presentan el SAR, por lo que en los términos analizados no se prevé variación en el valor estimado.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	<p>Impacto de carácter negativo, acumulativo y residual, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto. La predicción de los impactos y de su nivel de magnitud e intensidad, permiten prever que su efecto negativo se concrete únicamente en caso de un avance descontrolado de las diversas actividades turísticas o urbanas, demandantes de suelo para su realización.</p>					

Tabla V.30
Impacto 16. Cambios en la conectividad del paisaje.

IMPACTO 16. CAMBIOS EN LA CONECTIVIDAD DEL PAISAJE						
Factor	Paisaje					
Síntesis descriptiva	<p>La calidad paisajística del AeP del proyecto recibió valores medio, en cuanto a la vegetación y uso del suelo que la caracteriza; bajo en cuanto a su geomorfología; y media en cuanto a la presencia de cuerpos de agua.</p> <p>Una parte del AeP se encuentra ocupado por instalaciones turísticas, es decir que existe evidencia de la presencia humana en el polígono, lo cual ha influido en las características propias del paisaje; por lo que, en el polígono del proyecto se observan alteraciones importantes en la conectividad del paisaje. Cabe mencionar que la intervención humana es moderada y puntual, además de que casi toda la porción oeste es considerada como zona de protección de la vegetación.</p> <p>En ese sentido, la incorporación de la infraestructura del proyecto, en forma de singularidades, afectará el valor de conectividad.</p>					
Etapas en la que se presentará el Impacto	Trabajos preliminares	Preparación del sitio	Construcción	Operación	Mantenimiento	Desmantelamiento y abandono
Calificación	La predicción del impactos y de su nivel de magnitud e intensidad, permiten prever que su efecto negativo se incrementará con la construcción de otros desarrollos turísticos o urbanos. El efecto será persistente, durante el lapso que permanezcan las obras del proyecto en el sitio, por lo que se trata de un impacto residual .					

V.5 IMPACTOS RESIDUALES

La residualidad es una característica sobresaliente de los impactos ambientales; se trata de efectos irrecuperables en el ambiente ocasionados por una o más acciones del proyecto. En éste caso, la alteración del medio o la pérdida de algunos de sus atributos es imposible de reparar de manera natural o por la acción humana mediante la aplicación de medidas de mitigación.

Conceptualmente se asume que toda obra o actividad que ocupa un espacio físico para su establecimiento puede derivar en impactos residuales, pero no solo eso, cuando el efecto no tiene una forma técnicamente razonable, económica, ambientalmente viable y socialmente aceptada para anularlo, estamos ante impactos de residualidad.

La identificación, evaluación y descripción de los impactos residuales, permite separar y dar el peso adecuado a los impactos que no son posibles de mitigar totalmente, que son inevitables y que forman parte del propio proyecto por lo que es necesario dedicar una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o destacabilidad. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

Como se menciona con anterioridad, la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

En muchos casos de residualidad cabe la aplicación de medidas de compensación, esto representa una estrategia de sustitución de un elemento ambiental perdido por otro de igual valor o de la misma función o como la sustitución de la acción productora del efecto negativo; en estos casos para asegurar la eficacia y la eficiencia de la medida compensatoria, es necesario que esta sea aplicada en el mismo ecosistema modificado por el efecto del impacto residual.

La alteración que supone un impacto residual puede ser atenuada, pero no necesariamente evitada en la totalidad de su efecto, en todo caso, estamos ante un impacto residual (Conesa, F. V., 2010)^X. En este sentido, esta descripción está alineada a la definición que hace el Reglamento de la LGEEPA en materia de IA, el cual define a estos impactos como aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación; al respecto, si bien la definición no es incorrecta, si pudiera ser incompleta ya que hay ciertos casos en los cuales ni siquiera cabe la aplicación de medidas de mitigación, tal es el caso del área que ocupa la carpeta asfáltica de una carretera en relación al impacto sobre la remoción de vegetación que ocupaba ese mismo espacio o el cambio de régimen dinámico de un cauce en el cual se construye una represa al pasar de un medio lenticó a un medio lótico, etc.

En este DTU-R la identificación de ese tipo de impactos se llevó a cabo en función del atributo de recuperabilidad (o irrecuperabilidad) que se identifica en los impactos ambientales destacables, previamente identificados y evaluados, por lo que aquellos factores del ambiente que no podrán volver a su estado original, de ser el caso, aún con la aplicación de medidas de mitigación, son considerados como afectados por impactos residuales, ellos representan el costo ambiental del proyecto.

De esta forma, la identificación de estos impactos deriva de un análisis lógico, basado en el conocimiento del proyecto, del ambiente y del estatus de las técnicas aplicables a la mitigación de los impactos correspondientes (Espinoza, G, 2001)^X; así, en el conjunto de los 16 impactos destacables del proyecto que incidirán sobre los factores suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, el factor más afectado por la residualidad del proyecto es la vegetación, toda vez que al remover parte de los recursos de la vegetación forestal del área de establecimiento del proyecto, se incide sobre uno de los factores con mayor tendencia de deterioro en todo el sistema ambiental. Se destaca en este rubro que los impactos identificados como residuales y que inciden sobre la vegetación, a la vez también alcanzarán la característica de ser acumulativos, por lo que su contribución en la proyección de la tendencia del deterioro de este rubro en el SAR ha sido considerada al plantear las estrategias para la prevención y mitigación contenidas en el capítulo VII de este DTU-R (Tabla V.31).

Tabla V.31
Identificación de impactos destacables con carácter de residualidad

Id	Factor	Impacto ambiental destacable	Residual	No residual
1	Suelo/ Proceso del medio inerte	Incremento en la compactación del suelo.	✓	-
2		Incremento en los niveles de erosión.	-	✓
3		Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.	-	✓
4		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	-	✓
5		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	-	✓
6	Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	-	✓
7		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	-	✓
8	Vegetación	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación	✓	-
9		Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia	✓	-
10		Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	✓	-
11		Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	-	✓
12	Fauna	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat	✓	-
13		Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	-	✓
14		Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.	-	✓
15	Paisaje	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.	✓	
16		Cambios en la conectividad del paisaje.	✓	

Los impactos ambientales del proyecto que adquieren un carácter de residualidad son:

1. Incremento en la compactación del suelo
2. Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación
3. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia
4. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación
5. Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat.
6. Disminución local de los valores de la calidad paisajística.
7. Cambios en la conectividad del paisaje.

V.6 IMPACTOS ACUMULATIVOS

El impacto ambiental acumulativo (IAAc) es aquel efecto que puede ocurrir sobre una parte de algún factor del ambiente, sobre el propio factor o incluso sobre todo el ambiente (incluyendo al factor social como parte del mismo) y que ocurre en el tiempo y en el espacio de manera incremental como resultado de la(s) acción(es) que lo(s) provoca(n), aumentado por el

efecto similar ocurrido en el pasado, o que está ocurriendo actualmente o que podría llegar a ocurrir.

El IAAC visto desde la perspectiva ecosistémica se materializa en:

- a) Efecto incremental en el tiempo: esto es cuando el resultado del desarrollo de un proyecto alcanza paulatina o aceleradamente valores incrementales por la integración de efectos propios del proyecto y que inciden en un mismo factor del ambiente.
- b) Impactos de otros proyectos sobre el mismo espacio o sobre el mismo factor ambiental, e
- c) Impactos que incrementan su valor como consecuencia de la combinación de efectos y de la naturaleza propia de la acción que lo(s) provoca. En sí se trata de un fenómeno de sinergia que es, al fin y al cabo, una concreción de la acumulación.

Visto así, los IAAC's son el resultado bruto o neto de la adición de efectos de una serie de proyectos o actividades, incluso no relacionadas entre sí, que dan lugar a valores incrementales en el espacio o en el tiempo. Los impactos acumulativos resultan de las interacciones entre acciones, entre acciones y factores del ambiente y entre los propios factores ambientales; la vía resultante de esas causas y efectos es frecuentemente el objetivo de la evaluación de los impactos acumulativos (Ramachandra, T.V., *et al*, 2006)^{XI}. Las vías cómo pueden expresarse los impactos acumulativos son:

- Transporte fisicoquímico. Acontece cuando el constituyente físico o químico es transportado lejos del sitio donde se desarrolla la acción objeto de análisis y, en esa nueva localización, interactúa con otras acciones de otros proyectos.
- Pérdida gradual. Consiste en la pérdida gradual de tierra y hábitat.
- Inducción a la acumulación potencial. Cada nueva acción puede inducir futuros efectos de dimensiones mayores y persistentes, a manera de efecto de retroalimentación y esos efectos pueden ser razonablemente predecibles.
- Combinación en el espacio y en el tiempo. En estos casos, el impacto acumulativo en una región es el resultado de un proyecto en curso (o de un proyecto terminado), en combinación con otros proyectos o actividades que están funcionando bien o van a trabajar en un futuro próximo con efectos destacables. Los impactos acumulativos son los impactos ambientales incrementales de un agente causal, persistente en el tiempo; estos impactos pueden ocurrir cuando el sistema está siendo afectado o perturbado en varias ocasiones por el mismo agente local, con la frecuencia suficiente de forma tal que no hay tiempo para recuperarse entre cada uno de esos eventos (acumulación en el tiempo) o el sistema afectado está siendo perturbado por varios agentes o actividades similares, o por diferentes actividades que producen un efecto similar en un espacio geográfico, relativamente pequeño, para asimilar los efectos de los impactos combinados (acumulación en el espacio).

Lo que es una realidad es que, como en muchos campos de la EIA, la acumulación va a depender de la vulnerabilidad y/o fragilidad de los factores ambientales y de la naturaleza del proyecto que origina las acciones potencialmente perturbadoras; así, para el caso del proyecto se había anticipado al inicio de este capítulo que los factores ambientales más vulnerables son: el suelo, la vegetación, la fauna y el paisaje. En torno a estos cuatro elementos constitutivos del

ambiente se prevé que se identifiquen efectos de alcance acumulativo, en cualquiera de sus fases de desarrollo.

Por último, es importante destacar que el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, en la fracción VII de su artículo 3 define al impacto ambiental acumulativo como el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Bajo estas consideraciones la determinación de los IAAC's se inició con la identificación de las actividades pasadas, presentes y futuras que han modificado a los ecosistemas del SAR (Tabla V.32). Los cambios de uso y cobertura del suelo a escala local son uno de los principales factores que han afectado a los ecosistemas de la región. Por lo tanto, el desmonte y cambios en el paisaje que se han producido durante la construcción de complejos turísticos e infraestructura urbana podrían tener un impacto importante sobre el ecosistema si no han sido gestionados adecuadamente.

Tabla V.32
Efectos de las actividades sobre los ecosistemas del SAR

Efectos de las actividades antrópicas sobre el Sistema ambiental regional	
Efectos de actividades pasadas	<p>La cubierta vegetal del entorno geográfico estaba constituida por la selva media subperennifolia, el manglar, el tular y las zonas inundadas, cuya superficie comprendía 32, 380 ha. En 1960 se descubren los atractivos naturales del lugar, lo que motiva una <u>infraestructura turístico-urbana</u> cuya proyección hacia el año 2000 abarca una ocupación espacial de mayores dimensiones. En 1968 nace la idea del proyecto turístico de Cancún y en 1975 se inician las operaciones, así como también comienza la <u>acción antrópica sobre el paisaje natural</u> con el desmonte de selva, manglar y tular (Pérez y Carrascal,2000^{XII}),</p> <p>En 1995, el municipio Solidaridad, registró una población total de 28,747 habitantes debido al surgimiento de <u>nuevos fraccionamientos de segunda residencia</u> que atraen a la población migrante, de tal manera que, tan sólo Playa del Carmen, por ejemplo, registró 17 621 habitantes, cifra que representa el 61.3% del total del municipio. En esta forma, la actividad turística en el estado de Quintana Roo da lugar a una transformación extraordinariamente rápida debida a la urbanización iniciada en 1975.</p> <p>Al realizar una retrospectiva de la fotogrametría del área que ocupa el sistema ambiental regional del proyecto, puede observarse que desde el año de 1988 las vías de acceso estaban presentes (Figura 19). La apertura de accesos pudo provocar otros daños facilitando la <u>migración de personas</u> a zonas que hasta entonces habían sido inaccesibles. El <u>aumento de población humana</u> en estas zonas que antes estaban sin explotar ha generado una presión importante sobre los recursos naturales y provocado una <u>modificación en los ecosistemas del SAR</u> (Figura V.20, Figura 21, y Figura 22)</p> <p>De todo lo anteriormente expuesto, se infiere la acelerada ocupación del espacio geográfico para el establecimiento de la infraestructura, debido a la oferta hotelera y la demanda de cuartos disponibles; lo que motivo que la expansión de la frontera turística, y la expansión del área urbana debido al aumento de la población.</p>
Efectos de actividades presentes	<p>Actualmente, la eliminación de vegetación por actividades antrópicas (vías de acceso, infraestructura, urbanización) denota repercusión en el ambiente; el incremento en la demanda de construcción ha ocasionado cambios en la conectividad del paisaje y fragmentación de la vegetación, debido al cambio de uso desuelo que, hasta 2017 se ha registrado en la región (Figura 23, Anexo V.4). Los efectos de las actividades turísticas han modificado a los ecosistemas de la región, incidiendo sobre los factores suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, potenciando la magnitud de sus efectos.</p> <p>La demanda de uso del suelo turístico en los espacios costeros para la realización de los "desarrollos turísticos" ha modificado la vocación natural del suelo y también ha propiciado una alteración en el ámbito limnológico y en el francamente marino, cuyas consecuencias sobre el paisaje natural son notables. En ocasiones, la habilitación del turismo como actividad económica ha incidido de manera directa sobre la vegetación, al destinarse determinadas superficies de suelo al uso turístico, fundamentalmente hotelero y residencial, así como al de carácter habitacional (Carrascal, 1984^{XIII}).</p>

Efectos de las actividades antrópicas sobre el Sistema ambiental regional

<p>Efectos de actividades futuras (proyecto)</p>	<p>Con la implementación del proyecto, se prevé que los impactos destacables incidirán sobre los factores suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje, el factor más afectado por la residualidad del proyecto será la vegetación, toda vez que al remover parte de los recursos de la vegetación forestal del área de establecimiento del proyecto, se incide sobre uno de los factores con mayor tendencia de deterioro en todo el sistema ambiental. Se destaca en este rubro que los impactos identificados como residuales y que inciden sobre la vegetación, a la vez también alcanzarán la característica de ser acumulativos, por lo que su contribución en la proyección de la tendencia del deterioro de este rubro en el SAR deberá ser compensando, implementando estrategias de conservación en áreas que conserven íntegros la mayoría de sus componentes. En este sentido, la propuesta de conservación a perpetuidad de dos predios (Zacil Ha y La Ceiba) situados en la misma UGA del proyecto, favorecerá a que se conserve una gran parte de estos ecosistemas.</p>
---	---

Figura 19
Retrospectiva del SAR (año 1988), vías de acceso
Delimitación de la poligonal del sistema ambiental regional, en color rojo.



Figura V.20
Retrospectiva del SAR (año 2006), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura



Figura 21
Retrospectiva del SAR (año 2009), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura

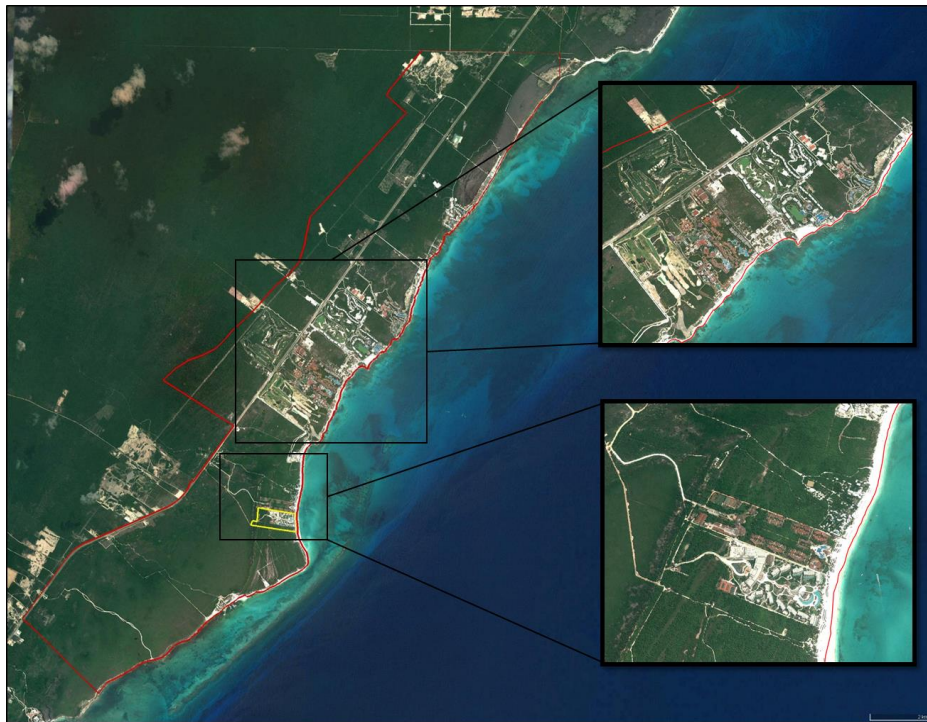


Figura 22
Retrospectiva del SAR (año 2012), vías de acceso, desarrollos turísticos e infraestructura



Figura 23
Desarrollos antrópicos presentes en el área que ocupa el SAR.



Posteriormente, se realizó la valoración (incidencia) de los impactos ambientales del proyecto Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles y, a continuación, se cruzó esta información con la de los impactos de los proyectos establecidos en el SAR, obteniendo como resultado un conjunto de 37 impactos destacables (Tabla V.33).

El principal reto analítico de esta evaluación es discernir de qué manera los impactos potenciales del proyecto, podrían combinarse, de forma acumulativa, con los impactos existentes y potenciales asociados a proyectos similares, otras actividades humanas, así como a situaciones naturales de estrés eventos climáticos extremos.

Tabla V.33

Impactos destacables identificados en los proyectos que comparten el SAR con el proyecto "Ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles

Id	Factor ambiental	Impacto ambiental	Hotel Dorado Kantinah	Desarrollo Valentin imperial maya	Complejo Mayan Palace Cancún	Hotel Iberostar Cancún	Hotel Catalonia Yucatán Beach	Playa Maroma Inmuebles	Ampliación del proyecto PMI
1	Aire	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire. ¹	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
2		Incremento temporal en los niveles de ruido. ¹	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3		Incremento en la concentración de gases contaminantes. ¹	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
4	Suelo	Incremento en la compactación del suelo. ²	-	-	-	-	-	✓	✓
5		Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos). ¹	✓	-	✓	-	-	-	✓
6		Incremento en los niveles de erosión. ²	-	-	-	-	-	-	✓
7		Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones. ²	-	✓	-	-	-	✓	✓
8		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales. ²	-	-	-	-	-	-	✓
9		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados. ²	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10		Eliminación de la capa orgánica del suelo	-	-	✓	-	-	✓	-
11	Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos. ¹	-	-	-	-	-	-	✓
12		Modificación puntual del porcentaje de infiltración. ¹	-	-	-	-	-	-	✓
13		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales. ²	✓	-	-	-	✓	✓	✓
14		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados. ²	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓
15		Modificaciones a la hidrología subterránea	-	-	-	✓	-	✓	-
16	Vegetación	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación. ²	✓	✓	-	✓	-	✓	✓
17		Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia. ²	-	-	-	-	-	✓	✓
18		Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	-	-	-	-	-	-	✓
19		Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia. ²	-	-	-	-	-	-	✓
20		Mantenimiento de las áreas verdes	✓	✓	-	-	✓	✓	-
21		Afectación a la flora	-	✓	✓	-	✓	-	-

Id	Factor ambiental	Impacto ambiental	Hotel Dorado Kantenah	Desarrollo Valentin imperial maya	Complejo Mayan Palace Cancún	Hotel Iberostar Cancún	Hotel Catalonia Yucatán Beach	Playa Maroma Inmuebles	Ampliación del proyecto PMI
22	Fauna	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación. ¹	-	-	-	-	-	-	✓
23		Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat. ²	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓
24		Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido. ²	-	-	-	✓	-	-	✓
25		Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido. ²	-	✓	-	-	-	-	✓
26		Desplazamiento temporal de los individuos de fauna. ¹	-	✓	-	-	-	✓	✓
27		Generación de fauna nociva	-	-	-	-	-	✓	-
28	Ecosistemas	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación. ¹	-	-	-	-	-	-	✓
29		Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia). ¹	-	-	-	-	-	-	✓
30	Paisaje	Disminución local de los valores de la calidad paisajística. ²	-	-	-	-	-	✓	✓
31		Cambios en la conectividad del paisaje. ²	-	-	-	-	-	✓	✓
32		Detrimiento del paisaje	✓	✓	-	✓	-	-	-
33	Uso de suelo	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas. ¹	-	✓	✓	-	-	-	✓
34	Relaciones económicas	Reducción de la tasa de empleo. ¹	-	-	-	-	-	-	✓
35		Deterioro de las instalaciones por fenómenos meteorológicos extraordinarios	-	-	✓	-	-	-	-
36	Oferta turística	Detrimiento de la calidad de la experiencia del huésped	-	-	-	✓	-	-	-
37	Playa	Pérdida de extensión	✓	-	✓	✓	-	-	-

Acotaciones:
 Impactos identificados para el proyecto "ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles"
 1/: de acuerdo a la metodología utilizada para la evaluación estos impactos fueron calificados como no destacables,
 2/: Impactos identificados como destacables
 Sin color, los impactos identificados en las manifestaciones de impacto ambiental de los proyectos que comparten el SAR.

Los 37 impactos fueron evaluados en términos de la fuente o causa de origen, de los procesos de cambio que podrían generar (en el espacio y en el tiempo) y de los efectos que generan o podrían generar en la estructura y en la función de los ecosistemas; a cada una de estas variables se le asignó un valor estandarizado de acuerdo a la descripción de la metodología de EIA utilizada la cual se detalla en el anexo V.1. Los valores más altos (3) de estos tres criterios empleados indican que el impacto alcanza una relevancia destacable (Tabla V.34).

Tabla V.34
Valores de los criterios aplicados para determinar acumulación

Criterio	Valor	Significado
Fuente	1	Una sola acción
	2	Varias acciones proyectos con EIA
	3	Varias acciones proyectos con y sin EIA
Procesos	1	Cambios en el tiempo
	2	Cambios en el espacio
	3	Cambios en el espacio y en el tiempo
Efectos	1	En la estructura del ecosistema
	2	En la función del ecosistema
	3	En la estructura y función del ecosistema

La aplicación de estos criterios se complementó con la valoración ponderada de los factores y subfactores del ambiente con mayores indicios de vulnerabilidad y/o fragilidad, para lo cual se distribuyeron 1000 puntos, asignando un mayor puntaje a los subfactores con mayores evidencias de vulnerabilidad y/o fragilidad, como por ejemplo la vegetación y de ella el subfactor de diversidad por ser éste un indicador óptimo para denotar variaciones consecuentes del cambio de uso de suelo. La aplicación del modelo del índice de incidencia para este caso, adaptado a un índice de acumulación, se basó en un modelo diseñado específicamente:

$$Ac = \left[\frac{Vc - Vac_{min}}{Vac_{max} - Vac_{min}} \right] vp/100$$

Los valores de acumulación así obtenidos, fueron cribados aplicando un umbral de selección que definió como impactos acumulativos aquellos que tuvieron un valor igual o superior a 0.3 puntos (de un valor máximo potencial de 0.6 puntos)

Los resultados obtenidos permitieron identificar en el conjunto de 37 impactos del SAR, dentro de los cuales se incluyen a los 16 impactos destacables del proyecto, previamente identificados y evaluados, 12 impactos potencialmente acumulativos que sobresalen por su incidencia, mismos que actúan sobre los factores suelo, agua, vegetación, fauna y paisaje (Tabla V.35).

Tabla V.35
Matriz de estimación de valores estandarizados de acumulación

Ip (1000)		Impacto Ambiental	VacMáx	VacMín	Fuente	Proceso	Efecto	Valor de acumulación		Valor de acumulación estandarizado	
Vpf	Vpsf							Iac	Iacs		Vac
30	10	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire.	9	3	3	1	1	5	0.3	0.0	
	10	Incremento temporal en los niveles de ruido.	9	3	3	1	1	5	0.3	0.0	
	10	Incremento en la concentración de gases contaminantes.	9	3	3	1	3	7	0.7	0.1	
220	40	Incremento en la compactación del suelo	9	3	3	3	1	7	0.7	0.3	
	30	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos).	9	3	3	1	2	6	0.5	0.2	
	30	Incremento en los niveles de erosión.	9	3	3	3	3	9	1.0	0.3	
	30	Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.	9	3	3	2	3	8	0.8	0.3	
	30	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.	9	3	3	2	3	8	0.8	0.3	
	30	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	9	3	3	2	3	8	0.8	0.3	
	30	Eliminación de la capa orgánica del suelo	9	3	3	3	1	7	0.7	0.2	
150	25	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos.	9	3	3	1	2	6	0.5	0.1	
	30	Modificación puntual del porcentaje de infiltración.	9	3	3	1	2	6	0.5	0.2	
	35	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.	9	3	3	2	3	8	0.8	0.3	
	35	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	9	3	3	2	3	8	0.8	0.3	
	25	Modificaciones a la hidrología subterránea	9	3	3	1	3	7	0.7	0.2	
250	50	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación.	9	3	3	3	3	9	1.0	0.5	
	45	Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia.	9	3	3	3	3	9	1.0	0.5	
	45	Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación	9	3	3	1	1	5	0.3	0.2	
	45	Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.	9	3	3	1	1	5	0.3	0.2	
	25	Mantenimiento de las áreas verdes	9	3	3	1	1	5	0.3	0.1	
	40	Afectación a la flora	9	3	3	1	3	7	0.7	0.3	
180	25	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación.	9	3	3	1	1	5	0.3	0.1	
	45	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat.	9	3	3	1	3	7	0.7	0.3	
	35	Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.	9	3	3	1	2	6	0.5	0.2	
	35	Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.	9	3	3	1	2	6	0.5	0.2	
	25	Desplazamiento temporal de los individuos de fauna.	9	3	3	1	2	6	0.5	0.1	
	15	Generación de fauna nociva	9	3	3	1	1	5	0.3	0.1	
20	10	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación.	9	3	3	3	1	7	0.7	0.1	
	10	Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia).	9	3	3	3	1	7	0.7	0.1	
100	40	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.	9	3	3	3	1	7	0.7	0.3	
	30	Cambios en la conectividad del paisaje.	9	3	3	3	1	7	0.7	0.2	

Ip (1000)		Impacto Ambiental	VacMáx	VacMín	Fuente	Proceso	Efecto	Valor de acumulación		Valor de acumulación estandarizado
Vpf	Vpsf							lac	lacs	
	30	Detrimento del paisaje	9	3	3	3	1	7	0.7	0.2
10	10	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas.	9	3	3	1	3	7	0.7	0.1
10	10	Reducción de la tasa de empleo.	9	3	3	1	1	5	0.3	0.0
10	10	Deterioro de las instalaciones por fenómenos meteorológicos extraordinarios	9	3	3	1	1	5	0.3	0.0
10	10	Detrimento de la calidad de la experiencia del huésped	9	3	3	1	1	5	0.3	0.0
10	10	Pérdida de extensión de playa	9	3	3	3	1	7	0.7	0.1

Acotaciones:
 Lp = Índice de ponderación.
 Vpf = Valor de ponderación aplicado al factor ambiental.
 Vpsf = Valor de ponderación aplicado al subfactor ambiental.
 Vac Máx = Valor bruto de acumulación (potencialmente más alto).
 Vac Mín = Valor bruto de acumulación (potencialmente más bajo).
 lac = Índice de acumulación.
 lacs = Índice de acumulación estandarizado.
 Vac = Valor de acumulación.
 Impactos acumulativos.

Los impactos acumulativos identificados son:

- Incremento en la compactación del suelo
- Incremento en los niveles de erosión.
- Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.
- Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.
- Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.
- Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.
- Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.
- Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación.
- Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia.
- Afectación a la flora
- Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat.
- Disminución local de los valores de la calidad paisajística.

V.7 CONCLUSIONES

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y las técnicas de identificación y evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto generará una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando la definición del concepto de “impacto significativo” que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, ningún impacto fue considerado como relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el capítulo VII (de este DTU-R) se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir, mitigar y/o disminuir la relevancia que eventualmente pudiera surgir, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

La identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

En este orden de ideas se concluyó y analizó que:

1. Con base en la conclusión de los componentes biológicos que caracterizan el área del proyecto, se puede afirmar que la ejecución de las obras y actividades que contempla el proyecto, no representan un factor de cambio relevante debido a que las características del ecosistema ya han sido modificadas radicalmente con anterioridad.
2. Se considera que no se modificarán los procesos naturales de propagación, reproducción ni distribución de las especies de flora y fauna silvestre. Esto significa que el funcionamiento de los ecosistemas que forman el SAR, y que se sustenta en las funciones vitales de sus pobladores y de la integración entre ellos y con su medio físico, no se verá alterada bajo ninguna circunstancia y en ninguna etapa del Proyecto.
Es conocido que el funcionamiento y la capacidad de adaptación de los ecosistemas dependen de una relación dinámica entre las especies, y entre éstas y su entorno abiótico, así como las interacciones físicas y químicas en el medio ambiente. Por ello, en éste Proyecto se asumió que la conservación y, cuando corresponda, el restablecimiento de tales interacciones y procesos reviste mayor importancia para el mantenimiento a largo plazo de la diversidad biológica que la simple protección de las especies.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, que la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque dispuesto en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).
- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 12, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.
- En el contexto de impacto relevante o significativo establecido en el propio Reglamento en la materia, aún y cuando se presentarán siete impactos residuales, ninguno de ellos adquiere la característica de significancia en los términos que establece dicho ordenamiento. la extensión de los mismos es no significativa.

- El enfoque del Proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo los impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectadas de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SAR y, de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones.

Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad, demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el capítulo VII se presentarán las medidas necesarias para prevenir y mitigar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

- Desequilibrios ecológicos, superiores a los que actualmente prevalecen en el área.
- Daños a la salud pública.
- Afectaciones a los ecosistemas, diferentes a los que actualmente prevalecen en el área.
- Alteración de la capacidad de carga del ecosistema, diferentes a los que actualmente prevalecen en el área.
- Alteración de la integridad funcional del ecosistema, diferentes a los que actualmente prevalecen en el área.

V.8 LITERATURA CONSULTADA

- I **SEMARNAT. DGIRA. 2010.** Instructivo para la elaboración del Documento Técnico Unificado (DTU) del trámite de cambio de uso de suelo forestal, modalidad B-Regional. México. 68 p.
- II **Sanz, C., J.L. 1991.** Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. 302 p
- III **Canter. L. W. 1998.** Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill. 841 p.
- IV **Cones. A F., V. 1993.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi-prensa. 276 p.
- V **Leopold, L.B. et. al. 1971.** A procedure for evaluating environmental impact, Circular 645, US Geological Survey, Washington, D.C.
- VI **Gómez Orea, D. y Gómez Villarino M. T. 2013.** Tercera edición. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 p.
- VII **Diccionario de la lengua española. 2017.**
- VIII **Montoya, A.R.; Padilla, R. y Stanford, C.S. 2003.** Valoración de la calidad y fragilidad visual del paisaje en el Valle de Zapotitlán de las Salinas, Puebla. Boletín de la A.G.E. No. 35: 123-136.
- IX **CONESA, F.V.V; V Conesa R. y L.A. Conesa R., 2010.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. 4ª Ed. 864 pp.
- X **Espinoza, G. 2001.** Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de Estudios para el desarrollo. Santiago de Chile.
- XI **Ramachandra, T.V., MD. Subash Ch., K.V. Gururaja and Sreekantha. 2006.** Cumulative environmental impact assessment. Nova Science Publishers, Inc. New York, 371 pp.
- XII **Pérez. V. G y Carrascal. E. 2000.** El desarrollo turístico en Cancún Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. Instituto de Geografía, UNAM, Cd. Universitaria, Coyoacán, México.
- XIII **Carrascal, E. 1984.** Actividad turística y asimilación territorial en la costa nayaríta, Boletín,núm. 17, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 125-136.

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

**CAPITULO VII
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES**

DTU-B
**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**
MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

DTU-B

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..1	
VII.1 OBJETIVO	2
VII.2 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS	2
VII.3 PROCESO PARA MEJORAR Y ADOPTAR MEDIDAS	3
VII.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación	3
VII.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación	6
VII.4 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS GENERALES	10
VII.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN	12
VII.6 PROGRAMA DE MONITOREO DE DESEMPEÑO AMBIENTAL	20
VII.6.1 Objetivos	20
VII.6.2 Lineamientos para el desarrollo de las principales actividades	21
VII.6.3 Acciones	21
VII.6.4 Metodología de seguimiento	23
VII.6.5 Seguimiento y control (monitoreo)	23
VII.7 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS	23
VII.8 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO²⁴	
VII.8.1 Escenarios a corto, mediano y largo plazo	26
VII.8.2 Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso de suelo	27
VII.9 LITERATURA CONSULTADA	29

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1 Impactos ambientales identificados en el capítulo V	2
Tabla VII.2 Tabla de medidas de mitigación resultante	7
Tabla VII.3 Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto	9
Tabla VII.4 Descripción de la medida general N° 1	11
Tabla VII.5 Descripción de la medida general N° 2	11
Tabla VII.6 Descripción de la medida general N° 3	12
Tabla VII.7 Descripción de la medida general N° 4	12
Tabla VII.8 Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones del factor suelo similares a las registradas en el T0”	14
Tabla VII.9 Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de la calidad del agua”	15
Tabla VII.10 Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal”	16
Tabla VII.11 Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística”	17

Tabla VII.12 Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones paisajísticas”	18
Tabla VII.13 Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados ...	19
Tabla VII.14 Formato de seguimiento de la aplicación de las medidas generales de mitigación.....	22
Tabla VII.15 Estimación de la aplicación de recursos para la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación	24
Tabla VII.16 Inversión requerida para la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles	24
Tabla VII.17 Escenarios previstos en la restauración de las áreas afectadas por el CUSTF	27
Tabla VII.18 Costo total de la compensación ambiental del AeP	28
Tabla VII.19 Estimación del costo aproximado de restauración forestal para el AeP	28

VII. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Como paso siguiente a la evaluación de los impactos ambientales que pudieran ser originados por el establecimiento y desarrollo de un proyecto específico, se deben planificar y elaborar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención, anulación, reversibilidad y mitigación de los impactos ambientales significativos que se han identificado ya con anterioridad, es decir elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

El planteamiento y establecimiento del conjunto de medidas de mitigación: protectoras, correctoras o compensatorias, consiste en proponer alternativas para el diseño del proyecto, mover de sitio, variaciones de tamaño ya sea del proyecto mismo o de su infraestructura o tipos de materiales. Finalmente cualquiera que sea la medida adoptada, su objetivo principal será:

- ♣ Evitar, disminuir, modificar o compensar el efecto del proyecto en el medio ambiente.

Esto con la intención de aprovechar de forma óptima las oportunidades que brinda el medio ambiente, para que el proyecto tenga éxito de acuerdo al principio de integración ambiental que tiene como base la elaboración de este DTU-R.

Atendiendo a lo anterior, la finalidad de este ejercicio es el proponer acciones que se integran en estrategias dirigidas a que los impactos ocasionados por el establecimiento del proyecto y su operación lleguen a niveles aceptables, así como compensar el daño mediante la generación de efectos positivos que sean equivalentes a los impactos de carácter negativo y residual.

Para alcanzar una concepción ambientalmente sustentable del proyecto, la identificación de las medidas específicas, se aborda mediante una valoración integral de distintas propuestas desde un enfoque de viabilidad ambiental, de factibilidad técnica y de factibilidad económico – financiera. El diseño de estas medidas se realizó abordando distintos elementos: ya sea atendiendo al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento con el ambiente y en caso contrario atendiendo al medio receptor para aumentar su homeostasia y su resiliencia o para atenuar los efectos resultantes.

De acuerdo con lo que recomienda la guía que pone a disposición la autoridad, en este apartado del DTU-R las propuestas de acciones o medidas de atenuación, prevención, reversibilidad y compensación que conformarán las diversas estrategias se enfocarán en atacar y reducir la relevancia de los impactos adversos que el proyecto pudiera ocasionar en el ambiente, haciendo énfasis en los significativos, residuales y acumulativos, por lo que para lograr lo anterior

se debe elaborar un Programa de Monitoreo de Desempeño Ambiental (PMDA) en el cual se especifiquen las estrategias y se programen todas las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto o del conjunto de proyectos en cada fase y etapa de su desarrollo, incluyendo la de abandono.

En el mismo sentido, un factor sustantivo es la consideración de acciones de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las medidas que se definan y se propongan, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación.

VII.1 OBJETIVO

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, en el presente capítulo de forma específica se establece el siguiente objetivo:

- ≈ Plantear un conjunto de medidas y acciones, mediante el diseño de estrategias dirigidas a prevenir, anular, atenuar o compensar los impactos destacables que podría generar el proyecto en el ambiente, de modo que se asegure que los estándares de calidad ambiental se conservarán cercanos o iguales a los que se determinaron en el ambiente sin el proyecto (en el T0 o línea base).

VII.2 IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS

Es necesario retomar la relación de los impactos ambientales identificados en el capítulo V de este DTU-R, en la que se estima que los impactos negativos que generará el proyecto son 28, de los cuales 16 son destacables (Tabla VII.1), para llevar a cabo el proceso de selección de medidas o acciones y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Tabla VII.1
Impactos ambientales identificados en el capítulo V

ID	Factor	Impacto ambiental
1	Aire	Incremento en la concentración de partículas de polvo suspendidas en el aire.
2		Incremento temporal en los niveles de ruido.
3		Incremento en la concentración de gases contaminantes.
4	Suelo	Incremento en la compactación del suelo.
5		Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales (grasas, lubricantes u otros líquidos).
6		Incremento en los niveles de erosión.
7		Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.
8		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.
9	Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.	
10	Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por derrames accidentales de grasas, lubricantes u otros líquidos.
11		Modificación puntual del porcentaje de infiltración
12		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.
13	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.	
14	Vegetación	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación
15		Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia
16		Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación
17		Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.
18	Fauna	Modificación de los sitios de refugio de la fauna debido a la remoción de la vegetación.
19		Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat
20		Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.

ID	Factor	Impacto ambiental
21		Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.
22		Desplazamiento temporal de los individuos de fauna.
23	Ecosistemas	Alteración local de la estructura del ecosistema por pérdida de vegetación.
24		Modificación del patrón dominante de la estructura del ecosistema (selva mediana subperennifolia).
25	Paisaje	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.
26		Cambios en la conectividad del paisaje.
27	Uso de suelo	Disminución de la superficie destinada a actividades productivas
28	Relaciones económicas	Reducción de la tasa de empleo.
	Impactos identificados como destacables	

VII.3 PROCESO PARA MEJORAR Y ADOPTAR MEDIDAS

El proceso para la selección de las medidas que integraran las estrategias, se basó en la búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

- I. Identificación de ideas/acciones: a partir de la relación de impactos destacables que se identificaron en el capítulo V de este DTU-R, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron el DTU-R, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.
- II. Depuración: Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- III. Selección: a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- IV. Integración: las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del proyecto o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del proyecto.
- V. Descripción: se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Una vez establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un plan de manejo ambiental (PMA).

VII.3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Debido a sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, su carácter, la fase de desarrollo del proyecto, de acuerdo al número de impactos que atenderá, el signo del impacto, el tipo y gravedad del impacto.

- a) De acuerdo a su orientación

En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el proyecto, por lo que habrá medidas para:

- ♣ Minimizar los insumos / influentes.
- ♣ Minimizar los efluentes: con medidas como evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de tratar los efluentes, al final para evitar problemas ambientales.

Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

- ♣ Modificar los procesos operativos: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.
- ♣ Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento: modificaciones en la organización y en las formas de operar; se trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte, optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.
- ♣ Cambiar la localización del proyecto o de alguno de sus elementos. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del proyecto, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

b) Según su carácter

- ♣ Protectoras, son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.
- ♣ Correctoras, corrigen el proyecto para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del proyecto: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
- ♣ Curativas, prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
- ♣ Potenciativas, favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.
- ♣ Compensatorias, se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que solo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por

ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el proyecto.

c) Según las fases de desarrollo del proyecto

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y proyecto, así como durante las etapas de construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del proyecto con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Manejo Ambiental (PMA) que se expone más adelante en este mismo capítulo.

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplica durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

d) En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

- ♣ Monovalentes o específicas: están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del proyecto, del entorno y de la conjunción de ambos.
- ♣ Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez: esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, las aguas, etc.
- ♣ Sinérgicas: se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

e) Atendiendo al signo del impacto:

- ♣ Dirigidas a prevenir o corregir los impactos negativos del proyecto.
- ♣ Dirigidas a mejorar los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
- ♣ Dirigidas a aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del proyecto.

f) Según el tipo y gravedad del impacto:

- ♣ Obligatorias, medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
- ♣ Convenientes, corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.
- ♣ “Enmiendas a la totalidad”, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

g) En cuanto a su ámbito:

- ♣ Generales: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y

conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.

- ♣ Particulares: se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

h) Atendiendo al objeto:

Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del proyecto, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el capítulo V de este DTU-R. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el capítulo II, la cual se refiere a la naturaleza del proyecto y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o sub factor ambiental en particular.

Las medidas o acciones que se identifican en el presente capítulo, se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo a su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA se definen del siguiente modo:

- **Medidas Preventivas:** son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- **Medidas de Mitigación:** conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

VII.3.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Al llevar a cabo la identificación y selección de las medidas se consideraron los siguientes criterios:

- a) *Viabilidad técnica:* las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del proyecto, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.
- b) *Eficacia y eficiencia ambiental:* se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- c) *Viabilidad económica y financiera:* la viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.
- d) *Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control:* en la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

Las medidas que se seleccionaron, están dirigidas a atender los efectos que podrían derivar de cada uno de los 16 impactos negativos (destacables) con potencial manifestación e identificados en el capítulo V (Tabla VII.1).

Del ejercicio mencionado surgieron un conjunto de medidas, a las que hemos nominado como “medidas generales”, que prácticamente inciden sobre el conjunto de los 16 impactos y que en su efecto sinérgico y su acción combinada con las medidas particulares, superan el resultado individual de cada una de ellas. Se debe destacar que por la optimización de la tabla de impactos, no es posible desarrollar la explicación holística de cada una de las medidas, posteriormente, al disponer del conjunto de medidas seleccionadas mediante los trabajos de valoración, se desarrolla la clasificación, explicación, características y alcances del contenido de cada medida.

Se destaca que en el ejercicio fue notorio el carácter polivalente de varias medidas, esto es, cuando una medida atiende o puede atender a varios impactos a la vez; consecuencia lógica dado el carácter interactuante de los diversos factores del ambiente.

Las medidas seleccionadas, están orientadas a atender los efectos potenciales de cada uno de los 16 impactos identificados en el capítulo V como destacables; basándose en la aplicación de los criterios: técnicos, de eficacia, económicos y de aplicación (Tabla VII.2).

Tabla VII.2
Tabla de medidas de mitigación resultante

N°	Factor	Impacto		Medida Propuesta	Criterios de Viabilidad					
		Descripción	Tipo		Técnico	Eficiencia	Económico	Facilidad	Selección	
			Residual							Acumulativo
1		Incremento en la compactación del suelo.			Ajustar el desarrollo de las obras a las áreas autorizadas	Si	Si	Si	Si	Si
					Proteger de la compactación espacios no alterados	Si	Si	Si	Si	Si
2	Suelo	Incremento en los niveles de erosión.			Ajustar el desarrollo de las obras a las áreas autorizadas	Si	Si	Si	Si	Si
					Acopio del suelo orgánico para su empleo en la construcción de jardinerías, así como en el relleno y nivelación del terreno	Si	Si	Si	Si	Si
					Implementación de un programa de arborización y jardinería	Si	Si	Si	Si	Si
3		Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.			Limpeza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si
					Excavar solo en los espacios autorizados	Si	Si	Si	Si	Si
					Acopio del suelo orgánico para su empleo en la construcción de jardinerías, así como en el relleno y nivelación del terreno	Si	Si	Si	Si	Si
4		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.			Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo	Si	Si	Si	Si	Si
					El agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento	Si	Si	Si	Si	Si

N°	Factor	Impacto		Medida Propuesta	Criterios de Viabilidad					
		Descripción	Tipo		Técnico	Eficiencia	Económico	Facilidad	Selección	
			Residual							Acumulativo
				Utilizar las aguas residuales provenientes de la PTAR para el riego de áreas verdes	Si	Si	Si	Si	Si	
5		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.		Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación del Plan de Manejo de Residuos	Si	Si	Si	Si	Si	
				El mantenimiento y abastecimiento de aceites y combustibles, se realizarán de preferencia en talleres especializados, fuera del AeP	Si	Si	Si	Si	Si	
6	Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.		Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo	Si	Si	Si	Si	Si	
				El agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento	Si	Si	Si	Si	Si	
				Utilizar las aguas residuales provenientes de la PTAR para el riego de áreas verdes	Si	Si	Si	Si	Si	
7		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.		Utilizar trampas de grasa en restaurantes y cocinas	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación del Plan de Manejo de Residuos	Si	Si	Si	Si	Si	
				Los lodos residuales de proceso, serán retirados periódicamente por una empresa debidamente acreditada	Si	Si	Si	Si	Si	
8		Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación		Ajustar el desarrollo de las obras a las áreas autorizadas	Si	Si	Si	Si	Si	
				La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para evitar afectaciones	Si	Si	Si	Si	Si	
9	Vegetación	Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia		Implementación del programa de rescate selectivo de vegetación	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación de un programa de arborización y jardinería	Si	Si	Si	Si	Si	
10		Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación		Implementación de un programa de rescate selectivo de vegetación	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación de un programa de arborización y jardinería	Si	Si	Si	Si	Si	
11		Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.		Implementación de un programa de rescate selectivo de vegetación	Si	Si	Si	Si	Si	
12	Fauna	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat		La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para evitar afectaciones	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación del programa de rescate y reubicación de fauna	Si	Si	Si	Si	Si	
				Quedará prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al predio del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si	
13		Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.		Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna	Si	Si	Si	Si	Si	
				Implementación del programa de rescate y reubicación de fauna	Si	Si	Si	Si	Si	
				Las actividades serán concluidas por la tarde para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre por las diferentes áreas	Si	Si	Si	Si	Si	

N°	Factor	Impacto		Medida Propuesta	Criterios de Viabilidad					
		Descripción	Tipo		Técnico	Eficiencia	Económico	Facilidad	Selección	
			Residual							Acumulativo
14		Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.			Implementación del programa de rescate y reubicación de fauna	Si	Si	Si	Si	Si
					Quedará prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al predio del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si
					Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna	Si	Si	Si	Si	Si
15	Paisaje	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.			Implementación de un programa de arborización y jardinería	Si	Si	Si	Si	Si
					Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del predio	Si	Si	Si	Si	Si
					Limpieza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si
16		Cambios en la conectividad del paisaje.			Se hará uso de materiales y colores suaves que eviten un contraste muy marcado entre la vegetación natural y las edificaciones	Si	Si	Si	Si	Si
					Limpieza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto	Si	Si	Si	Si	Si

Estas medidas fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de 21 medidas, definidas en este DTU-R como medidas particulares, las cuales son complementadas por un conjunto de 5 medidas de aplicación general y obligatoria, estas últimas son propuestas en este capítulo para atender insuficiencias o carencia de alcances para rubros específicos de atención del proyecto (Tabla VII.3).

Tabla VII.3
Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto

N°	Medidas	Impactos que atienden
1	Ajustar el desarrollo de obras a espacios autorizados.	1,2,8,13
2	Proteger de la compactación espacios no alterados.	1
3	Acopio del suelo orgánico para su empleo en la construcción de jardinerías, así como en el relleno y nivelación del terreno.	2, 3
4	Implementación de un programa de arborización y jardinería.	2,9,10, 15, 16
5	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para evitar afectaciones.	8,12
6	Limpieza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto.	3, 15, 16
7	Excavar solo en los espacios autorizados.	3
8	Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.	4,5,6
9	El agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento.	4, 6
10	Utilizar las aguas residuales provenientes de la PTAR para el riego de áreas verdes.	4,6
11	Implementación del Plan de Manejo de Residuos	5, 7
12	El mantenimiento y abastecimiento de aceites y combustibles, se realizarán de preferencia en talleres especializados, fuera del AeP.	5
13	Utilizar trampas de grasa en restaurantes y cocinas.	7
14	Los lodos residuales de proceso, serán retirados periódicamente por una empresa debidamente acreditada.	7
15	Implementación del programa de rescate selectivo de la vegetación.	9, 10, 11
16	Implementación del programa de rescate y reubicación de fauna.	12,13,14,
17	Quedará prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al predio del proyecto.	12, 13, 14

Nº	Medidas	Impactos que atienden
18	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna.	12, 13, 14
19	Las actividades serán concluidas por la tarde para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre por las diferentes áreas.	12, 13, 14
20	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del predio.	15
21	Se hará uso de materiales y colores suaves que eviten un contraste muy marcado entre la vegetación natural y las edificaciones.	16

A las medidas de mitigación antes propuestas, se agregaron otras de carácter preventivo y, por lo tanto, de **aplicación general y obligatoria**, en tanto que tienen el propósito de atender insuficiencias o carencia de alcances para rubros específicos de atención del proyecto:

1. Programa de información y capacitación ambiental (ANXVII.1): este programa está considerado para ofrecer los conocimientos necesarios a todos los trabajadores en cada una de las etapas del proyecto, para ello se considerarán los siguientes temas:
 - Inducción SSMA (seguridad, salud y medio ambiente),
 - Manejo de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos,
 - Protección de flora y fauna,
 - Conceptos generales en materia de impacto ambiental,
 - Reglamento de protección ambiental,
 - Prevención y control de contaminación y daño al suelo,
 - Prevención y control de la contaminación del agua.
2. Cumplimiento de la normatividad ambiental: los permisos que correspondientes en materia ambiental se deben obtener previos al inicio de obras y apegarse en todo momento a las leyes y normas oficiales mexicanas vigentes aplicables.
3. Monitoreo de la calidad del agua (ANX VII.2): mediante el cual se pretende monitorear la calidad del agua del acuífero del predio y la zona marina adyacente.
4. Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba (ANX VII.3): a través del cual se plantean las medidas o acciones a implementar para conservar, restaurar o rehabilitar el humedal de los predios objetivo.

VII.4 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS GENERALES

Estas medidas se originan por la necesidad de evitar impactos supervinientes o no considerados mediante la evaluación del impacto ambiental, con el único objetivo de incidir en la mínima medida sobre la calidad ambiental del SAR.

En las cédulas siguientes se caracteriza cada una de las medidas mediante los descriptores que se detallaron al inicio de este capítulo, con el objetivo de facilitar su seguimiento en el Programa de Monitoreo de Desempeño Ambiental (PMDA)¹ (Tabla VII.4 a Tabla VII.7)

¹ Programa de Manejo Ambiental (PMA)

Tabla VII.4
Descripción de la medida general N° 1

Programa de información y capacitación ambiental		
<ul style="list-style-type: none"> • Inducción SSMA • Manejo de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos • Protección de flora y fauna • Conceptos generales en materia de impacto ambiental 		<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de protección ambiental • Prevención y control de contaminación y daño al suelo • Prevención y control de la contaminación del agua
Orientación de la medida: Optimizar los procesos de protección al ambiente.		
Tipo de medida: Polivalente	Valoración	Viabilidad técnica: no existen limitaciones técnicas para este programa.
Carácter de la medida: es una medida obligatoria, toda vez que su aplicación está orientada a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.		Eficacia: la ejecución de esta medida asegura su eficacia y eficiencia, toda vez que incide en la participación del personal involucrado.
Orientación según el impacto: la medida se encuentra dirigida a prevenir los impactos indirectos causados por la plantilla de trabajadores, así como garantizar la minimización de los impactos.		Viabilidad económica: la ejecución de esta medida no demanda recursos significativos, por lo que es viable económicamente.
Según su carácter: es una medida protectora y potenciadora, ya que se orienta a proteger los ecosistemas y a favorecer los procesos naturales.		Viabilidad para implantación: la empresa promotora será la encargada de asegurar la implementación de la medida.
Descripción de la medida: esta medida inicia con la elaboración del documento, posteriormente se implementará y su evaluación estará sustentada no solo en el número de participantes sino en los resultados de eficacia y eficiencia que sean alcanzados, así como los reportes que aseguren la implementación de las buenas prácticas ambientales. El trabajo será desarrollado por el grupo técnico-ambiental de la empresa. Sus avances serán reportados en los informes de cumplimiento.		

Tabla VII.5
Descripción de la medida general N° 2

Cumplimiento de la normatividad ambiental		
Orientación de la medida: Optimizar todos los procesos de protección al ambiente.		
Tipo de la medida: Polivalente	Valoración	Viabilidad técnica: la ejecución de la medida no enfrenta ninguna limitación técnica para aplicarse
Carácter de la medida: se trata de una medida obligatoria		Eficacia: el cumplimiento de esta medida es el único camino para asegurar la sostenibilidad del proyecto.
Orientación según el signo del impacto: se trata de una medida preventiva ya que se orienta a corregir cualquier desviación del proyecto de los lineamientos jurídicos y normativos aplicables.		Viabilidad económica: el costo de ejecución de la medida no registra ninguna limitación para la empresa promotora
Según su carácter: es una medida protectora y potenciadora, ya que se orienta a proteger los ecosistemas y a favorecer los procesos naturales.		Viabilidad para implantación: la empresa promotora asegura la implantación de la medida.
Descripción de la medida: la empresa promotora se ajustará a cumplir a cabalidad con todos los requerimientos establecidos en las leyes y normas aplicables; no iniciará ninguna obra hasta en tanto no haya dado cumplimiento a este compromiso. Para ello, su equipo asesor técnico-ambiental, llevará el registro de los requisitos que deben satisfacerse y, en los informes de cumplimiento reportará lo conducente.		

Tabla VII.6
Descripción de la medida general N° 3

Monitoreo de la calidad del agua		
Orientación de la medida: Optimizar todos los procesos de protección al ambiente.		
Tipo de medida: Polivalente.	Valoración	Viabilidad técnica: la ejecución de la medida no enfrenta ninguna limitación técnica para aplicarse.
Carácter de la medida: es una medida conveniente, ya que atenderá impactos corregibles y ambientalmente admisibles.		Eficacia: el cumplimiento de esta medida es el único camino para asegurar la sostenibilidad del proyecto.
Orientación según el impacto: es una medida preventiva ya que se orienta a corregir cualquier desviación del proyecto de los lineamientos jurídicos y normativos aplicables.		Viabilidad económica: el costo de ejecución no representa ninguna limitación para la promovente.
Según su carácter: es una medida protectora y potenciadora, ya que se orienta a proteger los ecosistemas y a favorecer los procesos naturales.		Viabilidad para implementación: la empresa promovente asegura la implementación de esta medida.
Descripción de la medida: la empresa promovente se ajustará a cumplir a cabalidad con todos los requerimientos establecidos en las leyes y normas aplicables; el equipo asesor técnico-ambiental supervisará que esta acción se cumpla a satisfacción total. El mismo equipo dirigirá los trabajos y levantará los registros aplicables.		

Tabla VII.7
Descripción de la medida general N° 4

Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba		
Orientación de la medida: Optimizar todos los procesos de protección al ambiente.		
Tipo de medida: Polivalente.	Valoración	Viabilidad técnica: la ejecución de la medida no enfrenta ninguna limitación técnica para aplicarse.
Carácter de la medida: es una medida conveniente, ya que atenderá impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.		Eficacia: el cumplimiento de esta medida permitirá que el proyecto incremente su sostenibilidad al mejorar las condiciones del humedal.
Orientación según el impacto: es una medida compensativa ya que se orienta a mejorar las condiciones del humedal objetivo.		Viabilidad económica: el costo de ejecución no representa ninguna limitación para la promovente.
Según su carácter: es una medida protectora y potenciadora, ya que se orienta a proteger los ecosistemas y a favorecer los procesos naturales.		Viabilidad para implementación: la empresa promovente asegura la implementación de esta medida.
Descripción de la medida: el equipo asesor técnico-ambiental elaborará el documento de programa y el promovente lo someterá a la consideración de la autoridad, una vez aprobado, asegurará su implementación y supervisará que esta acción se cumpla a satisfacción total. El mismo equipo dirigirá los trabajos y levantará los registros aplicables.		

VII.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del proyecto en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes, aún y cuando estas formen parte de las medidas generales.

De igual forma se citan los diferentes impactos objetivo que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

1. Mantenimiento de las condiciones del factor suelo similares a las registradas en el T0

Durante la identificación de los impactos ambientales que podrán ser generados por el desarrollo del proyecto, se determinaron cinco relacionados con el factor edáfico, debido a la remoción de vegetación, el tránsito de vehicular, de personal o de maquinaria, compactación del suelo, modificación de las características físicas e incremento en la susceptibilidad de erosión; por lo que, se identificaron once medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, el uso del suelo orgánico que sea extraído durante el despalme en la conformación de las áreas verdes (jardineras); además, con la implementación del Plan de manejo de residuos (PMR) (anexo VII.4), se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, manejo inadecuado de residuos, traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos.

En todo momento y durante todas las etapas del proyecto, para el traslado y disposición final de residuos peligrosos se hará a través de una empresa que cuente con la debida acreditación y autorización para el manejo y disposición de este tipo de residuos.

En las cocinas y restaurantes se colocarán trampas de grasas y los residuos generados serán depositados en contenedores de plástico, hasta su traslado y disposición final. En caso de presentarse un derrame de estas sustancias, se procederá a la aplicación de acciones contenidas en el PMR.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán en talleres especializados, fuera del AeP. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contarán con un kit antiderrame.

Para evitar las descargas de aguas residuales e impedir que estas causen afectaciones al suelo, se colocaran sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, su mantenimiento estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de los residuos. Además, durante la operación del proyecto, el agua residual será enviada a la planta de tratamiento del hotel.

Así, esta estrategia agrupara once medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente cinco impactos destacables (Tabla VII.8).

2. Mantenimiento de la calidad del agua

El objetivo principal de esta estrategia es mantener la calidad del agua, mediante el tratamiento adecuado de las aguas residuales. A lo largo de todas las etapas del proyecto se aplicaran las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que los residuos líquidos generados serán principalmente aguas residuales provenientes:

- ≈ Construcción: sanitarios portátiles, el mantenimiento y limpieza estará a cargo de una empresa autorizada, la cual deberá disponer las aguas negras de manera adecuada.
- ≈ Operación y mantenimiento: aguas residuales provenientes de los servicios, restaurantes y cocinas; las cuales serán conducidas hacia las líneas de la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Tabla VII.9
Descripción de la línea estratégica "Mantenimiento de la calidad del agua"

Estrategia 2	Mantenimiento de la calidad del agua		
Impacto que atiende:	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales. • Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados. 		
Factor Ambiental:	Agua	Subfactor Ambiental:	Calidad fisicoquímica
Fase de ejecución:	•Preparación del sitio •Construcción •Operación y Mantenimiento		
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad hidrológica en el AeP", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la calidad debido a descargas residuales inadecuadas o mal manejo de residuos. Para lo cual se plantean las medidas propuestas.		
Medida (M): Periodo de aplicación (A):	M	Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.	
	A	Durante la preparación del sitio y construcción	
	M	El agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento.	
	A	Durante la operación del proyecto.	
	M	Utilizar las aguas residuales provenientes de la PTAR para el riego de áreas verdes	
	A	Durante la operación del proyecto.	
	M	Implementación del Plan de Manejo de Residuos.	
	A	Durante la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.	
	M	Utilizar trampas de grasa en restaurantes y cocinas.	
	A	Durante la operación del proyecto.	
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los componentes del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.		
Eficacia:	La ejecución de esta medida asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.		
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso hídrico mantenga su calidad en el ecosistema.		
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado, quien podrá reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los resultados del plan de manejo de residuos, de las bitácoras, los manifiestos de entrega/recepción, las autorizaciones de las empresas subcontratadas para el mantenimiento de los sanitarios portátiles, los resultados del monitoreo de la calidad del agua (medida general), principalmente.		

3. Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal

La estrategia número 4 está encaminada al “mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal”, debido a que cuatro de los impactos ambientales identificados pudieran afectar dichos valores, ya sea de forma directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del proyecto, alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad. Para ello se diseñaron e integraron cuatro medidas de mitigación, mismas que inciden directamente sobre el factor vegetación, con la finalidad de conservar los patrones, valores y calidad encontrados para dicho factor en el T0. Para otras áreas del SAR en donde estos impactos pueden acumular su gravedad, será competencia de las instituciones de gobierno asumir las acciones que resulten conducentes.

Tabla VII.10

Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal”

Estrategia 3	Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal		
Impacto que atiende:	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación. Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia. Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación. Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia. 		
Factor ambiental:	Vegetación	Subfactor ambiental:	Diversidad Abundancia Riqueza
Fase de ejecución:	• Preparación del sitio • Construcción		
Descripción de la estrategia:	La estrategia número 4 está encaminada al “mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad vegetal”, debido a que cuatro de los impactos ambientales identificados pudieran afectar dichos valores, ya sea por afectación directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del proyecto, alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad. Para ello se diseñaron e integraron cuatro medidas de mitigación, las cuales inciden directamente sobre el factor vegetación, con la finalidad de conservar los patrones, valores y calidad encontrados para dicho factor en el T0		
Medida: M Periodo de aplicación: A	M	Ajustar el tamaños de obras a los espacios autorizados	
	A	Ejecución limitada a los trabajos de preparación de sitio y construcción.	
	M	Implementación de un programa de arborización y jardinería	
	A	Se desarrollará al final de la etapa de construcción y durante la operación	
	M	Implementación de un programa de rescate selectivo de vegetación	
	A	El inicio de su ejecución se plantea una vez que inicien los trabajos de preparación del sitio.	
	M	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para evitar afectaciones.	
	A	Ejecución limitada a los trabajos de preparación de sitio y construcción.	
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las áreas de afectación total de todos los componentes del proyecto		
Eficacia:	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.		
Eficiencia ambiental	La ejecución de la estrategia permitirá minimizar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula, recuperando poco a poco espacios ocupados temporalmente por el proyecto.		
Supervisión:	El supervisor ambiental será el encargado de supervisar que se apliquen de forma correcta las medidas planteadas y contenidas en la presente estrategia, quien, además, deberá reportar si existen afectaciones que no fueron previstas inicialmente y proponer nuevas medidas que minimicen o compensen las afectaciones.		

4. Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística

La estrategia número 5 está encaminada al “mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística”, está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales identificados para este proyecto. En este sentido, la estrategia está formada por 6 medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla VII.11

Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística”

Estrategia 4	Mantenimiento de las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística		
Impacto que atiende:	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat • Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido. • Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido. 		
Facto	Fauna	Subfactor	Hábitat Diversidad Abundancia Riqueza
Fase de ejecución:	Preparación del sitio Construcción Abandono		
Descripción de la estrategia:	La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales identificados para este factor.		
Medida: M Periodo de aplicación: A	M	Ajustar tamaños de obra a los espacios autorizados.	
	A	Durante las etapas de preparación y construcción del sitio.	
	M	La remoción de la vegetación se realizara de forma gradual y manual para evitar afectaciones.	
	A	Durante la fase de preparación del sitio, para permitir el desplazamiento de la fauna.	
	M	Implementación de un programa de rescate y reubicación de fauna.	
	A	Durante la fase de preparación y construcción del proyecto.	
	M	Quedará prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al predio del proyecto	
	A	Durante todas las fases del proyecto.	
	M	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna	
	A	Se colocaran durante la preparación de sitio y construcción, aunque se les brindará mantenimiento y seguimiento durante la operación.	
	M	Las actividades serán concluidas por la tarde para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre por las diferentes áreas	
	A	Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.	
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.		
Eficacia	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación antes y durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.		
Eficiencia ambiental	La ejecución de la estrategia permitirá minimizar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula, recuperando poco a poco las características ambientales descritas para el T0.		
Supervisión	El supervisor ambiental será el encargado de inspeccionar que se apliquen de forma correcta las medidas planteadas y contenidas en la presente estrategia, quien, además, deberá reportar si existen afectaciones que no fueron previstas inicialmente y proponer nuevas medidas que minimicen o compensen las afectaciones.		

5. Mantenimiento de las condiciones paisajísticas

La estrategia número 5 está encaminada al “mantenimiento de las condiciones paisajísticas”, debido a que se ha encontrado que dos de los impactos ambientales identificados pudieran afectar dicho factor, ya sea por afectación directa sobre algunos elementos clave del paisaje, trastornando consigo las características en el tiempo 0. La estrategia está formada por 4 medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla VII.12
Descripción de la línea estratégica “Mantenimiento de las condiciones paisajísticas”

Estrategia 5	Mantenimiento de las condiciones paisajísticas		
Impacto que atiende:	<ul style="list-style-type: none"> Disminución local de los valores de la calidad paisajística. Cambios en la conectividad del paisaje. 		
Facto	Paisaje	Subfactor	Calidad paisajística Conectividad
Fase de ejecución:	Preparación del sitio Construcción Abandono		
Descripción de la estrategia:	La estrategia descrita en esta cédula, está diseñada para el mantenimiento de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por dos diferentes impactos ambientales. En este sentido, la estrategia aquí abordada se compone de cuatro diferentes medidas compensatorias y de control.		
Medida: M Periodo de aplicación: A	M	Implementación de un programa de arborización y jardinería	
	A	Durante las etapas de construcción y operación	
	M	Limpieza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto	
	A	Una vez terminada la etapa de construcción	
	M	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del predio	
	A	Durante las etapas de preparación y construcción del sitio	
	M	Se hará uso de materiales y colores suaves que eviten un contraste muy marcado entre la vegetación natural y las edificaciones	
	A	Durante la etapa de construcción, cuando se inicien las actividades de acabados en la infraestructura del proyecto	
Viabilidad	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.		
Eficacia	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.		
Eficiencia ambiental	La ejecución de la estrategia permitirá compensar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula.		
Supervisión	Esta estrategia involucra la participación de todo el personal, desde el promovente, el equipo de ingenieros civiles, los trabajadores y encargados ambientales; quienes estarán a cargo de supervisar que las medidas aquí propuestas, sean aplicadas.		

Retomando la información precedente, como parte de las medidas propuestas se plantearon los lineamientos de seis programas específicos (enunciados en su estrategia correspondiente), los cuales son:

- Programa de información y capacitación ambiental (ANX VII.1).
- Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba (ANX VII. 3).
- Plan de manejo de residuos,
 - Atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales (ANX VII. 4).
- Programa de rescate selectivo de vegetación (ANX VII. 5).

5. Programa de protección de los individuos de fauna silvestre (ANX VII. 6).
6. Programa de arborización y jardinería (ANX VII.7).

Los programas formaran parte del Programa de monitoreo de desempeño ambiental (PMDA); los resultados esperados así como los indicadores de éxito de estos programas (Tabla VII.13) están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden o no ser cuantificables.

Tabla VII.13
Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Programa	Indicador	Resultados esperados
Programa de información y capacitación ambiental	Número de empleados capacitados Número de reportes de no conformidad por negligencia de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del proyecto, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Programa de rescate selectivo de vegetación	Sobrevivencia de los ejemplares reubicados al cabo de 6 meses	Se espera reubicar a individuos clave de las especies vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características bióticas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos presentes. Eleva al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante.
Programa de protección de los individuos de fauna silvestre	Sobrevivencia al 100% de los ejemplares capturados y reubicados	Se espera no causar afectaciones a individuos de fauna presentes en el AeP, a través del rescate y reubicación a zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.
Programa de arborización y jardinería	Sobrevivencia al 100% de los ejemplares rescatados y de los ejemplares utilizados	Conformación de áreas verdes y jardines en el AeP, con lo cual se evitará que los suelos permanezcan desnudos, evitando la erosión y favoreciendo la infiltración del agua; además de mejorar la calidad paisajística.
Plan de manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> ° Bitácoras de residuos ° Manifiestos de traslado y disposición final ° Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AeP ° Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ° Correcta aplicación de las medidas ante contingencias por derrames accidentales 	Con la aplicación del presente programa se pretende tener un control del 95% de los residuos generados por las obras que contempla el proyecto. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal	Restauración de las áreas perturbadas de humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba.	Se prevé conservar, restaurar o rehabilitar el humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba, con lo cual se estará preservando áreas con ecosistemas que fungirán como hábitat para las poblaciones de fauna silvestre.

VII.6 PROGRAMA DE MONITOREO DE DESEMPEÑO AMBIENTAL

El Programa de Monitoreo de Desempeño Ambiental (PMDA) (anexo VII.8) tiene como objetivo desarrollar el conjunto de estrategias que serán aplicadas con el propósito de prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto en cada etapa de desarrollo. De igual forma, y de ser el caso, este programa deberá ser actualizado una vez que la autoridad autorice el proyecto y llegue a establecer condicionantes que, de igual forma, tengan que ser cumplidas por la empresa (promovente).

El PMDA, estará diseñado bajo el concepto de mejora continua con el fin, no sólo de asegurar el cumplimiento de las medidas propuestas, sino de mejorar el desempeño ambiental del proyecto. Para lograr lo anterior, se incluyen las acciones de monitoreo que garanticen el cumplimiento de las medidas propuestas, su efectividad en términos ambientales, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación de los impactos ambientales en general y la oportuna identificación de interacciones potenciales entre el proyecto y el ambiente que no hayan sido identificadas originalmente y seguimiento de la relevancia ambiental de los cambios que cualquier proyecto sufre durante su fase de desarrollo.

En su versión final el PMDA, conformará un documento de seguimiento y control que habrá de contener al conjunto de criterios técnicos que, con base en la predicción elaborada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá al promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en este DTU-R, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas, principalmente por la complejidad del comportamiento del factor evaluado (impactos supervinientes).

Por último, el PMDA asegura:

- a. Indicarle a la administración responsable de la ejecución del proyecto, dentro de la empresa (promovente), cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia.
- b. Ofrecer a dicha administración un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia integral de todos los programas de una forma eficaz.
- c. Aportar a la autoridad, elementos de soporte al seguimiento del cumplimiento de los términos y condicionantes que conformen su resolución. Así como los niveles de éxito alcanzados en cada programa planteado en este capítulo.

Por todo lo antes expuesto, en este apartado se plantean las bases (lineamientos) del PMDA, toda vez que su versión final quedará condicionada a los términos de la aprobación que emita la autoridad.

VII.6.1 OBJETIVOS

- ≈ Controlar la ejecución correcta de las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas y de las condicionantes que imponga la autoridad en su resolutivo.
- ≈ Asegurar que el cumplimiento de las obligaciones ambientales sean congruentes con los criterios de integración ambiental establecidos en el DTU.
- ≈ Comprobar la eficacia resultante de la ejecución de las obligaciones ambientales. Cuando tal eficacia se considere no satisfactoria, determinar las causas y establecer las medidas correctivas de aplicación inmediata.

- ≈ Detectar la posibilidad de que surjan impactos no previstos en el DTU (impactos supervinientes) y prever la aplicación de las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- ≈ Informar al promovente y al director de la obra sobre los aspectos objeto de la vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficiente.
- ≈ Atender la elaboración de los informes que requiera el promovente del proyecto y lo que imponga la autoridad resolutoria.

VII.6.2 LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES

Las principales actividades son:

- a. Elementos objeto de la vigilancia:
 - ≈ Ejecución de las medidas de protección, corrección y compensación, para asegurar su aplicación efectiva y obtener los resultados esperados mediante los programas planteados.
 - ≈ Impactos residuales, con el objeto de corregir, en la medida de lo posible, el incremento de sus efectos en perjuicio del ambiente considerando la aplicación de monitoreos pertinentes o seguir los lineamientos propios de cada programa.
 - ≈ Impactos detectados en el DTU-R, para corroborar su surgimiento en las condiciones de valor, tiempo y lugar previsto.
 - ≈ Impactos no previstos o de difícil predicción (supervinientes) en las diferentes fases del proyecto, incluyendo los que pudieran derivar de posibles y eventuales accidentes.
 - ≈ Comportamiento global del impacto del proyecto en el entorno.
- b. Responsabilidades

La ejecución del PMDA y el registro de los indicadores de éxito estarán a cargo de un Responsable Técnico Ambiental (RTA) contratado por la empresa (promovente). El RTA formulará los informes de seguimiento del cumplimiento y aplicación efectiva de las medidas de protección, corrección y compensación que la autoridad requiera a la empresa.

VII.6.3 ACCIONES

Las acciones estarán conformadas por cada uno de los trabajos previstos en los programas planteados para ejecutar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación (generales y particulares) tendientes a atender los impactos ambientales identificados en este DTU-R. La aplicación de estas medidas estará sujeta a los siguientes criterios:

- ≈ *Ser técnicamente viables*: se refiere a que la ejecución de las medidas no deberán enfrentar problemas de realización como consecuencia de impedimentos de tipo tecnológico o por carecer de experiencias sobre el particular.
- ≈ *Ser económicamente viables*: el costo de la ejecución de las medidas debe ubicarse en escalas que aseguren su realización, consecuentemente, el programa deberá incluir el desglose del presupuesto base para su realización a precios constantes.
- ≈ *Ser eficaces y eficientes*: esto es, las medidas deberán asegurar atender el impacto ambiental en el sentido previsto, en el menor tiempo posible y al menor costo.

≈ *Disponer de viabilidad normativa:* es decir, las medidas no deben enfrentar impedimentos de índole administrativa o jurídica.

A lo largo del presente capítulo se identificaron medidas generales y particulares (contenidas en 5 estrategias); fundamentalmente se pretende llevar a cabo el seguimiento de las mismas, evaluando cuatro principales aspectos para su progreso, como la fecha de aplicación de la medida o acción, o la periodicidad con que se lleva a cabo dicho monitoreo, de acuerdo al formato siguiente (Tabla VII.14).

Tabla VII.14
Formato de seguimiento de la aplicación de las medidas generales de mitigación

Medidas generales	Fecha de aplicación	Periodicidad de monitoreo	Duración de la medida	Acción correctiva
Programa de información y capacitación ambiental, deberá contener los siguientes temas: <ul style="list-style-type: none"> • Inducción SSMA (seguridad, salud y medio ambiente), • Manejo de residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, • Protección de flora y fauna, • Conceptos generales en materia de impacto ambiental, • Reglamento de protección ambiental, • Prevención y control de contaminación y daño al suelo, • Prevención y control de la contaminación del agua. 				
Previo al inicio de obra deberá obtener los permisos correspondientes en materia ambiental y apegarse en todo momento a las leyes y normas oficiales mexicanas vigentes aplicables.				
Monitoreo de la calidad del agua: mediante el cual se pretende monitorear la calidad del agua del acuífero del predio y la zona marina adyacente.				
Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba: a través del cual se plantean las medidas o acciones a implementar para conservar, restaurar o rehabilitar el humedal de los predios objetivo.				
Programas				
Plan de manejo de residuos				
Monitoreo de la calidad del agua				
Programa de rescate selectivo de vegetación				
Programa de protección de los individuos de fauna silvestre				
Programa de arborización y jardinería				
Programa integral de conservación, restauración o rehabilitación del humedal de los predios Zacil Ha y La Ceiba				

Cabe mencionar que, las medidas de mitigación fueron concentradas en cinco estrategias previamente desglosadas, siendo que, para su cumplimiento se presentan los lineamientos de seis programas, con la finalidad de facilitar el seguimiento de cada una de las estrategias planteadas.

VII.6.4 METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO

El seguimiento para las estrategias será a través de una metodología que consta, en primera instancia, de la formulación de indicadores para cada una de las medidas que la integra, con la finalidad de proporcionar de forma simple y cuantificada el seguimiento del comportamiento de cada estrategia.

La necesidad de aplicar o no medidas correctoras que complementarán las estrategias dependerán de los valores que tomen los indicadores aplicados. Para tal fin, cada uno de los indicadores tendrá un umbral de referencia que alerta el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención o medidas correctoras.

Cada una de las medidas o acciones a emplear, deberá definir los siguientes aspectos:

- ≈ Objetivo: *definirá de manera simple y concisa el propósito o finalidad que tendrá la aplicación de dicha medida.*
- ≈ Indicador de realización: *deberán proporcionar la forma de medir la consecución de los objetivos en diferentes momentos; pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo.*
- ≈ Cronograma: *indicará la frecuencia con la cual se aplicarán las revisiones al progreso de las acciones.*
- ≈ Valor umbral: *será el valor de referencia del indicador en particular, definido en algunas ocasiones por el valor del T_0 que resulte del monitoreo previo anual o en otras ocasiones aquellos valores definidos por los límites permitidos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas, según sea el caso.*
- ≈ Momento de análisis de valor umbral: *la aplicación del análisis quedará definido por cada una de las acciones y su naturaleza.*
- ≈ Medida correctora: *en dado caso que el valor umbral de los indicadores se vea rebasado durante el seguimiento de las acciones, se pondrá en marcha la medida correctora propuesta en esta sección, para conservar los valores óptimos de cada factor.*

VII.6.5 SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

El programa estará basado en un “documento de programa” elaborado por el equipo técnico-ambiental de la empresa promovente donde se establezcan explícitamente los procedimientos de los programas, actividades, fechas de reporte y tiempos de implementación. Este documento será presentado a la autoridad ambiental para su aprobación y, una vez validado será puesto en operación.

VII.7 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El importe estimado para la ejecución de las estrategias de prevención, mitigación y/o compensación se aplicará, según proceda, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento; la estimación del importe de la aplicación de estos recursos es de \$ 145,000.00 (Tabla VII.15).

Tabla VII.15

Estimación de la aplicación de recursos para la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación

Asignación de recursos a la aplicación de las medidas de mitigación ¹		
ID	Actividad	Monto ²
1	Trabajos preliminares ³	\$ 0.00
2	Delimitación y marcaje de áreas	\$ 840.00
3	Rescate y reubicación de flora	\$ 6,380.00
4	Rescate y reubicación de fauna	\$ 4,450.00
5	Desmonte (remoción de vegetación)	\$ 1,300.00
6	Movimiento de tierras, relleno y nivelación	\$ 2,980.00
7	Construcción y obra civil	\$ 75,400.00
8	Instalaciones (electricidad, agua, drenaje y alcantarillado)	\$ 3,985.00
9	Acabados	\$ 2,390.00
10	Equipamiento y jardinería	\$ 7,400.00
11	Operación	\$ 31,800.00
12	Mantenimiento	\$ 8,075.00
Total		\$ 145,000.00
¹ Se ajusta al Anexo II.4 Cronograma de trabajo		
² Cantidad en dólares americanos (USD)		
³ Actividad que no requiere aplicación de medidas de mitigación		

Así, las diversas etapas del proyecto representarán una inversión de 29.00 millones de dólares (Tabla VII.16), los cuales se destinarán a las acciones de preparación del sitio, gestión de permisos y terrenos, construcción, operación y mantenimiento, abandono de sitio y medidas de mitigación.

Tabla VII.16

Inversión requerida para la ampliación del proyecto Playa Maroma Inmuebles

Presupuesto Ampliación Maroma	Millones Dóls
Construcción	12,855,000.00
Acabados	3,000,000.00
Instalaciones	7,000,000.00
Equipos	2,000,000.00
Mobiliario	4,000,000.00
Estrategias de prevención, mitigación y compensación	145,000.00
Total	29,000,000.00

VII.8 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

Reiterando el análisis desarrollado en extenso como parte del capítulo VII de este DTU-B, el cambio de uso de suelo con motivo de la construcción del proyecto conllevará a diversos efectos negativos sobre los diversos factores ambientales tales como el agua, el suelo, la atmósfera, la vegetación, la fauna y el paisaje, por lo que se proponen, dentro del capítulo antes referido, una serie de medidas tendientes a prevenir, mitigar o compensar dichos efectos. En este contexto, cabe señalar que la propuesta fue estructurada con el fin de lograr que el ambiente se afecte lo menos posible por la incidencia del proyecto, buscando en lo posible, recuperar las condiciones ambientales anteriores a la perturbación.

Con respecto a lo anterior, cabe señalar que el mayor efecto negativo sobre la estructura y funcionalidad del ecosistema, con motivo del CUSTF, recae sobre la vegetación, el suelo y el agua, toda vez que la eliminación de la cubierta vegetal, no sólo impactará sobre la abundancia y diversidad de la misma sino que podría suscitar la reducción de la infiltración de agua de lluvia hacia las capas inferiores del subsuelo dificultando la recarga del manto freático; asimismo, al

desfavorecerse la infiltración, aumentará la escorrentía por la falta de una capa de vegetación protectora (eliminada por el desmonte), así como la falta de la capa superficial del suelo (extraída durante el despalme); aunado a ello, el retiro de la cobertura vegetal, así como las actividades de corte y arrime de residuos vegetales que se remueven del suelo superficial, romperá la cohesión de los agregados del suelo, dejándolos expuestos a ser arrastrados por el agua o por el viento y por ende a erosionarse.

Ahora bien, la pérdida de biodiversidad ocurre en todos los niveles y escalas de integración ecológica a una tasa más acelerada que la que se emplea para conocer y estudiar la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas del país, por lo cual habría que señalar que la falta de conocimiento ecológico sobre la sucesión natural y los procesos de regeneración natural para iniciar la restauración ecológica de zonas degradadas o deforestadas es una limitante para la rehabilitación de grandes extensiones actualmente abandonadas por problemas de salinización o por sobre pastoreo. Asimismo, las lentas tasas de crecimiento de algunas especies así como los lentos procesos de formación del suelo hacen poco atractiva la inversión en restauración de algunos sistemas (Arriaga, 2009). Aunque según Berger (1993) la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a técnicas ecológicas para acelerar la sucesión, como la implementación de germoplasma; los bancos de semillas constituyen un recurso primordial para la restauración (Garwood, 1989).

En este sentido y atendiendo a la mitigación de los efectos negativos inherentes al CUSTF, se han planteado una serie de medidas y programas que tienen la finalidad de ayudar a favorecer la restauración del ecosistema afectado, en el cual se identificaron dos tipos de comunidades vegetales: selva mediana subperennifolia y manglar². Dentro de tales acciones se plantea la arborización del área de afectación temporal, acción que proporcionará protección al suelo ante la erosión y favorecerá la infiltración de agua de lluvia, funciones que son claves en el ecosistema para soportar el establecimiento natural de más especies vegetales producto de la sucesión natural y posteriormente la ocupación del hábitat por parte de la fauna silvestre.

Es importante señalar que las cantidades en cuanto a número de especies e individuos a utilizarse en la arborización y jardinería serán establecidas considerando las estimaciones de balance hídrico y erosión *pre* y *post* CUSTF, con el objetivo de retornar a las condiciones actuales parte del área que se verá afectada; además de considerar las características de las especies que serán utilizadas, cuidando no introducir 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 (Aguirre Muñoz & Mendoza Alfaro, 2009).

Ahora bien, el campo de estudio que provee las bases científicas y metodológicas que fundamentan la práctica de la ecología de la restauración es la restauración ecológica. Se trata de una disciplina multidimensional que incluye tanto las ciencias naturales como las sociales, a fin de buscar la sostenibilidad de los ecosistemas naturales, seminaturales y de producción. Lo cual implica restaurar la integridad ecológica de los ecosistemas (composición de especies, estructura y función).

La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés¹) define la restauración ecológica como “el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”. En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende

² Cabe hacer mención que el ecosistema de manglar no tendrá afectaciones por el desarrollo del proyecto.

que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar.

Las acciones en materia de restauración son aplicables a áreas grandes o pequeñas dependiendo de la capacidad de recursos de que se disponga para llevar a cabo esta actividad y de sus objetivos. Inicialmente se propuso para desarrollarse dentro de reservas naturales o áreas con cierto grado de protección, pero actualmente se excede este ámbito. El valor de la restauración está en función de los objetivos para cada caso, que clarifiquen y den solidez a cada una de las acciones propuestas, desde una perspectiva práctica-científica, donde se identifique claramente la aceptación social, la capacidad técnica, la disponibilidad económica y la identificación de limitantes (Jiménez, y otros, 2002).

Por lo anterior, los proyectos de restauración deben ser abordados desde una perspectiva multidisciplinaria e integral que incluya el estudio del desarrollo de las especies de flora desde su fase inicial hasta su fase de madurez (fisiológica y reproductiva), estudios de suelo, cambios físicos, estudio de la diversidad biológica de la flora, integración de la fauna terrestre, recuperación de cuencas, control de la erosión y fertilidad del suelo, entre muchos otros aspectos (Sol, Zenteno, Bouchot, & Zamora, 2001).

VII.8.1 ESCENARIOS A CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

Derivado de la pérdida de la cubierta vegetal, los suelos desnudos son más susceptibles a la erosión hídrica y eólica, así como de la remoción neta de los nutrientes. En este escenario adquiere importancia el proceso de auspicio que involucra, entre otras cosas, el incremento en la disponibilidad del agua y nutrimentos. Richards (1952) puntualiza que la regeneración natural en un bosque tropical depende de las aperturas originadas por la caída de árboles, que generan condiciones propicias para el crecimiento y desarrollo de las plántulas y arbolitos jóvenes que han permanecido bajo la sombra. Los claros pequeños facilitan el desarrollo de plántulas y árboles jóvenes mientras que los claros grandes permiten a los árboles alcanzar tallas reproductivas (Martínez Ramos, 1994).

La crono-secuencia analizada sugiere que la regeneración natural de la selva se inicia desde el primer año, pero es evidente hasta los cinco años con especies pioneras (Martínez-Ramos, 1985; Sarukhán, Piñero, & Martínez-Ramos, 1985; Lieberman, Lieberman, Peralta, & Hartshorn, 1985; Álvarez-Buylla & Martínez-Ramos, 1992); no obstante que, estas especies mueren bajo la sombra del dosel cerrado (Bazzaz & Pickett, *The physiological ecology of tropical succession: a comparative review*, 1980; Popma, Bongers, Martínez-Ramos, & Veneklaas, 1988; Bazzaz, 1991). Mientras que, la mayoría de las especies arbóreas de selvas húmedas crecen en los claros a ritmos menores a la de los árboles pioneros y requieren de varias décadas para alcanzar el estadio reproductivo (Martínez-Ramos, 1985; Sarukhán, Piñero, & Martínez-Ramos, 1985; Álvarez-Buylla & Martínez-Ramos, 1992; Brokaw, 1985).

Con fundamento en lo anterior, será necesario considerar que, debido a la biología de las especies, el estrato arbóreo tardará más tiempo en recuperarse debido a que pueden pasar más años para que los ejemplares alcancen su talla máxima. En el caso de los estratos herbáceo y arbustivo, es posible esperar que una vez que inicie la siguiente temporada de lluvias, la superficie de CUSTF sea poblada por especies pioneras de estos estratos. A continuación se presentan los escenarios que pueden ser previstos en la restauración de las áreas afectadas por el CUSTF (Tabla VII.17).

Si bien las especies arbóreas de selva mediana requieren de más tiempo para alcanzar su estadio reproductivo, en un lapso de aproximadamente 5 años ya se pueden registrar

individuos adultos en etapa reproductiva, los cuales coadyuvarán a la restauración del sitio. Así, se espera que en un lapso menor a los 5 años en el ecosistema se hayan restablecido algunas funciones como el paisaje, captación de agua, restitución de vegetación nativa y que la fauna propicie la funcionalidad del ecosistema.

Tabla VII.17
Escenarios previstos en la restauración de las áreas afectadas por el CUSTF

Escenario		Descripción del escenario
Corto plazo	Lapso inferior a un año	Se espera que durante los primeros meses del término de actividades, la superficie de CUSTF ya cuente con una cubierta vegetal de especies que conforman el estrato herbáceo y que son pioneras en la recolonización. Los ejemplares de la vegetación que fueron rescatados y reubicados se estima que se hayan adaptado a las nuevas condiciones de las áreas de reubicación transcurridos seis meses después de su reubicación, tiempo en el cual se evaluará su supervivencia. Al año se pronostica una cobertura mínima del 70% con plántulas de las especies propuestas para la reforestación.
Median o plazo	Lapso de 1 a 5 años	Se considera que las especies reforestadas se establezcan antes de los 5 años. Se prevé que a los 5 años se presente una población madura de especies pioneras que ayudarán al restablecimiento de las comunidades arbóreas no pioneras.
Largo plazo	Lapso de 6 a 10 años	Se prevé que a los 10 años se tengan las condiciones de estructura y funcionalidad del tipo de vegetación afectado por el establecimiento del proyecto; aun y cuando podría ser que las especies todavía no alcancen el estadio reproductivo, aunque ya se observe la estructura original.

VII.8.2 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

Ante la necesidad de crear el escenario para propiciar la restauración ecológica, se enumeran una serie de actividades y sus respectivos costos, de tal forma que se pueda llevar la superficie afectada a una condición similar a la que actualmente se presenta.

Los objetivos son los siguientes:

- ≈ Evitar la pérdida de población vegetal y animal.
- ≈ Favorecer el tránsito de la fauna silvestre.
- ≈ Mantener la conectividad del hábitat.
- ≈ Proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica.
- ≈ Captación de carbono.
- ≈ Favorecer la recarga de los mantos freáticos.
- ≈ Favorecer la belleza escénica.

Así, la restauración consistirá en retirar todo el material de la obra y volver a dejar el relieve lo más cercano a las condiciones en que se encontró, posteriormente se procederá a la reposición de la cubierta vegetal.

Partiendo de que la reforestación es una de las actividades más importantes en términos de restauración de ecosistemas forestales, ya que proporciona beneficios directos al suelo, evita la erosión hídrica y eólica, favorece la infiltración de agua hacia los mantos freáticos y funge como hábitat para la fauna silvestre, razón por la cual fue considerada como base para calcular el costo de las actividades de restauración.

Para determinar los costos se consideró la información contenida en el “ACUERDO mediante el cual se expiden los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación”, publicado en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 31 de julio del año 2014; documento donde se establece la densidad de plantación requerido por ecosistema para garantizar la restauración.

Siguiendo el mismo orden de ideas, en el acuerdo se establece que el costo de restauración por hectárea de un ecosistema tropical es de \$ 18,363.30 pesos/ha; por lo que, al considerar las dimensiones del AeP (6.37 ha), se tiene un costo total de \$ 116,974.23 pesos para restaurar el área con vegetación nativa.

Sin embargo, la restauración de este tipo de ecosistemas es compleja ya que en viveros municipales y comerciales no es fácil encontrar las especies que se encuentran en este tipo de vegetación (selva baja subperennifolia), por lo que se ajustó el costo de la planta que proporciona el documento antes referido con costos reales proporcionados por un vivero de la región. Se consideró una densidad de plantación de 2,235 individuos/ha, número que fue determinado considerando la estructura del ecosistema, de acuerdo con los resultados de la prospección en campo y solo las especies arbóreas identificadas; siendo el costo por hectárea de \$143,840.39 (ciento cuarenta y tres mil ochocientos cuarenta pesos 39/100 M.N.), considerando el 30% de reposición de la planta (Tabla VII.18).

Tabla VII.18
Costo total de la compensación ambiental del AeP

Actividad		Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad por ha	Costo por ha (\$)
Restauración de suelos	Terrazas individuales	Pieza	6.41	625	4,006.25
Reforestación	Producción de planta	Planta	4.50	625	99,333.33
	Transporte	Planta	0.34	625	212.50
	Reforestación a cepa común	Planta	3.85	625	2,406.25
Mantenimiento	Reposición de planta	Planta	4.50	188	29,800.00
	Transporte	Planta	0.34	188	63.92
	Reforestación a cepa común	Planta	3.85	188	723.80
	Deshierbe	ha	2,026.29	2	4,052.58
Protección	Brechas cortafuego	km	5,487.91	0.058	318.30
	Cercado	km	26,193.86	0.05	1,309.69
Asistencia técnica	Asesoría técnica	ha	1,613.76	1	1,613.76
Costo total		hectárea		1	143,840.39

De acuerdo con los párrafos precedentes, la restauración de las 6.37 ha del proyecto tendrían un costo total de **\$ 1'215,299.59** (un millón doscientos quinde mil doscientos noventa y nueve pesos 59/100 M.N.) considerando un periodo de 10 años (Tabla VII.19).

Tabla VII.19
Estimación del costo aproximado de restauración forestal para el AeP

	Costo por ha (\$)	Costo total(\$)
Año 1	109,200.09	695,604.54
Año 2	36,254.06	230,938.36
Año 3-10*	5,666.34	36,094.59
* Costo por año (de los 8 años de mantenimiento serían \$288,756.69)		

VII.9 LITERATURA CONSULTADA

- ¹ **SER. Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. (2004).** The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.
- Aguirre Muñoz, A., & Mendoza Alfaro, R. (2009).** Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En CONABIO, *Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio* (págs. 277-318). México: CONABIO.
- Álvarez-Buylla, E., & Martínez-Ramos, M. (1992).** The demography of a neotropical pioneer tree: an evaluation of the pioneer climax paradigm. *J. Ecology*, 80, 275-290.
- Arriaga, L. (2009).** Implicaciones del cambio de uso de suelo en la biodiversidad de los matorrales xerófilos: un enfoque multiescalar. *Investigación Ambiental*, Vol 1 (1): 6-16.
- Bazzaz, F. (1991).** Regeneration of tropical forest: physiological responses of pioneer and secondary species. En A. Gómez-Pompa, T. Whitmore, & M. Hadley, *Rain forest regeneration and management. Man and the Biosphere Series* (págs. 91-118). París: UNESCO.
- Bazzaz, F., & Pickett, S. (1980).** The physiological ecology of tropical succession: a comparative review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11: 287-310.
- Berger, J. (1993).** Ecological restoration and indigenous plant species: A review. *Restoration Ecology*, 1(2): 74-100.
- Brokaw, N. (1985).** Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forest. En T. Pickett, & P. White, *The ecology of natural disturbance and patch dynamics* (págs. 53-69). New York: Academic Press.
- Garwood, N. (1989).** Tropical soil seed banks: a review. En M. LEEK, & V. & PARKER, *Ecology of soil seed banks* (págs. 149-209). San Diego, California: Academic Press INC.
- Jiménez, P., Aguirre, O., Treviño, E., Garza, E., Medellín, S., Alanís, S., & Canales, E. (2002).** Priorización: Grados de Riesgo y Daño en el Área y Vegetación. En F. M. Naturaleza, *Curso de Restauración de Áreas Quemadas para ONG'S Conservacionistas* (pág. 20). Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos.
- Lieberman, D., Lieberman, M., Peralta, R., & Hartshorn, G. (1985).** Growth rates and age-size relationships of tropical wet forest trees in Costa Rica. *J. Trop. Ecol.*, 1, 97-109.
- Martínez Ramos, M. (1994).** Regeneración natural y diversidad de especies arbóreas en selvas húmedas. *Bol. Soc. Bot. México*, 54, 179-224.
- Martínez-Ramos, M. (1985).** Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y la regeneración natural de las selvas altas perennifolias. En A. Gómez-Pompa, & S. Del Amo, *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México* (Vol. II, págs. 191-239). México: Alhambra.
- Popma, J., Bongers, F., Martínez-Ramos, M., & Veneklaas, E. (1988).** Pioneer species distribution in treefall gaps in neotropical rainforest: a gap definition and its consequences. *J. Trop. Ecol.*, 4: 77-88.
- Richards, P. W. (1952).** *The tropical rain forest*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sarukhán, K., Piñero, D., & Martínez-Ramos, M. (1985).** Plant demography: a community level interpretation. En J. White, *Studies in plant demography: a festschrift for John L. Harper* (págs. 17-31). London: Academic Press.
- Sol, S., Zenteno, C., Bouchot, C., & Zamora, L. (2001).** Estrategia de Restauración en Humedales Afectados por las Quemadas y Actividades Productivas en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. En *Memoria de la II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles* (págs. 83-86). Villahermosa, Tabasco.

**AMPLIACIÓN DEL PROYECTO
PLAYA MAROMA INMUEBLES**

**CAPITULO VIII
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE
ALTERNATIVAS**

DTU-B
**“DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO DEL TRÁMITE DE
CAMBIO DE USO DE SUELO FORESTAL”**
MODALIDAD B-REGIONAL

ENERO DE 2018

PÁGINA INTENCIONALMENTE SIN TEXTO

ÍNDICE DE CONTENIDO

VIII DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	1
VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO	1
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.....	3
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	6
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.....	9
VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	10
VIII.6 LITERATURA CONSULTADA	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VIII.1 Impactos destacables identificados en el capítulo V para el SAR.....	3
Tabla VIII.2 Valoración de la calidad ambiental del SAR con proyecto	4
Tabla VIII.3 Medidas de mitigación de los impactos destacables.....	6
Tabla VIII.4 Valoración de la calidad ambiental del SAR con proyecto y medidas de mitigación	7
Tabla VIII.5 Pronósticos del escenario del SAR sin proyecto, con el establecimiento del proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación.....	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII.1 Pronóstico de la superficie forestal en el SAR a 30 años	2
Figura VIII.2 Pronóstico de la calidad ambiental del SAR con proyecto.....	6
Figura VIII.3 Pronóstico de la calidad ambiental del SAR con proyecto.....	9

PÁGINA EN BLANCO INTENCIONALMENTE

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

Con base en la integración y el análisis de la información contenida en los capítulos II y IV, en los que se describen las características del proyecto y del sistema ambiental regional, así como de los capítulos V y VII donde se evalúan los impactos potenciales destacables producidos por el desarrollo del proyecto, y se seleccionan las medidas tendientes a reducir, mitigar o compensar dichos impactos, es posible estructurar el escenario ambiental actual del SAR del proyecto (línea base); y desarrollar los pronósticos ambientales del mismo sistema en dos escenarios más, uno de ellos considerando los impactos ambientales destacables del proyecto, y otro más ilustrando el resultado de la acción de las medidas correctivas o de mitigación sobre estos impactos.

En este sentido, el primer escenario se desarrolló a partir del análisis retrospectivo y del diagnóstico de la calidad ambiental del SAR formulados en el capítulo IV de este DTU, sin considerar el proyecto como variable de cambio. En tanto que para los otros dos escenarios se revaloró la calidad ambiental sobre el mismo esquema utilizado en el capítulo IV, pero superponiendo teóricamente los impactos destacables y las medidas seleccionadas para mitigarlos.

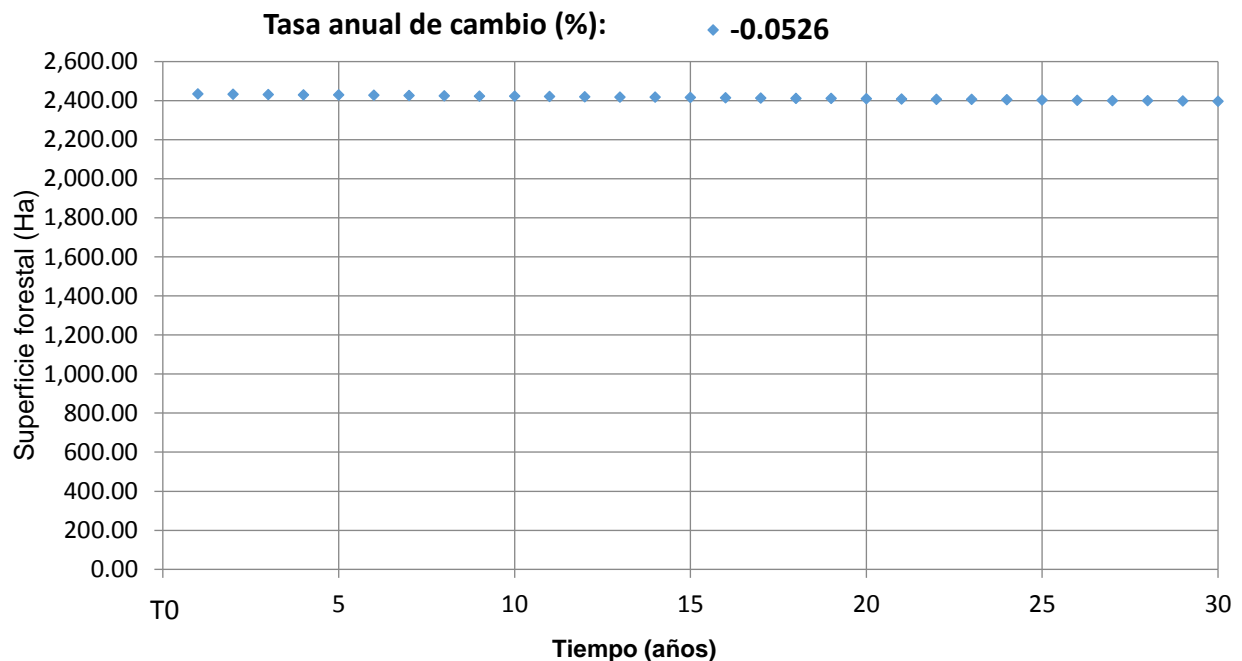
VIII.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

Retomando la información presentada en el capítulo IV, es posible definir que las tendencias de deterioro del SAR están notoriamente relacionadas con el incremento de actividades antrópicas con mayor auge a partir de los años 70's con poco o nulo reparo en la importancia de la preservación del ambiente natural, lo que derivó en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal (-0.309, de acuerdo con el cálculo realizado en el capítulo antes referido); no obstante con el surgimiento y gradual reforzamiento del marco jurídico ambiental, se cuenta hoy día con un mayor control sobre estas actividades, logrando amortiguar la tasa de cambio de uso de suelo, que con base en las últimas cartas geográficas del INEGI ha pasado de -0.309 a -0.052, dando cabida no sólo a una menor reducción de la cubierta vegetal forestal del SAR sino también a la oportunidad de recuperación de las zonas alteradas, razón por la cual, la vegetación de selva mediana subperennifolia del sistema ambiental regional está dominada por áreas en estado secundario de sucesión.

Por otro lado, el desarrollo económico de la región, particularmente en el sector turístico, contribuye de forma muy relevante al movimiento de divisas y la generación de empleos,

entre otras cosas; por lo que un aumento en la concepción del ambiente como un entorno que expresa la relación interactiva entre los grupos sociales y su entorno que ya casi nunca es natural, porque está antropizado (Córdoba y García, 2003¹), se traduciría también en una mejor percepción para impulsar el desarrollo sostenible sobre el cual se ha estado moldeando el marco legal ambiental del país. En este contexto y de continuar con las tendencias de un crecimiento económico regularizado en el área de estudio, es posible aprovechar la tasa actual de cambio de uso de suelo (a partir del año 2002) obtenida en el capítulo IV de este DTU, para pronosticar la pérdida de superficie forestal a la que tendería el SAR en un periodo de 30 años (Figura VIII.1).

Figura VIII.1
Pronóstico de la superficie forestal en el SAR a 30 años



La tendencia graficada muestra una casi imperceptible diferencia, pues el pronóstico revela una pérdida de poco menos de 40 ha forestales al cabo de 30 años. Ahora bien, retomando lo planteado en el capítulo IV en torno a que la conectividad funcional de un área puede verse afectada no sólo por la pérdida de superficie neta sino también por la fragmentación, cabe entonces enfatizar en lo relevante de discernir entre aquellas áreas con mayor vocación para la conservación y seleccionar adecuadamente la mejor opción, en términos de una menor afectación al ecosistema y su conectividad, para continuar con el desarrollo económico de la región.

En este sentido, enfocándonos en el área de establecimiento del proyecto que aún sin el desarrollo de éste, ya se encuentra fragmentada dentro del predio que ya aloja a un hotel en funcionamiento desde hace varios años, es fácil pronosticar que la tendencia de esta área en particular continuaría siendo de baja calidad ambiental y sin una aportación significativa a los servicios ambientales del SAR¹.

¹ Se hace referencia únicamente a la vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario, toda vez que como se ha mencionado en otras partes del DTU, dentro de los límites legales del predio también hay una pequeña porción de vegetación de manglar, ecosistema frágil y relevante para la prestación de servicios ambientales múltiples, no obstante, sin necesidad de determinar del estado de conservación de ésta

VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales destacables inherentes al desarrollo del proyecto, identificados en el capítulo V, sin considerar aún las medidas de mitigación. Para ello se retomó la metodología de evaluación de la calidad ambiental, metodología de Arriaga y colaboradores (2000^{II}), empleada en el apartado de diagnóstico ambiental del capítulo IV y mediante la cual, la CONABIO determina el valor biológico, detecta situaciones de amenaza o de riesgo, e identifica las oportunidades de conservación de una zona al momento de decretar las Regiones Terrestres Prioritarias.

En este sentido, y de acuerdo con el análisis desarrollado en el capítulo V, la instalación del proyecto “Ampliación del Proyecto Playa Maroma Inmuebles” trae consigo la incidencia de 28 impactos negativos, de los cuales 16 fueron evaluados como destacables (Tabla VIII.1).

Tabla VIII.1
Impactos destacables identificados en el capítulo V para el SAR

ID	Factor	Impacto ambiental
1	Suelo	Incremento en la compactación del suelo.
2		Incremento en los niveles de erosión.
3		Modificación de las características físicas del suelo derivado de las excavaciones.
4		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por la descarga inadecuada de aguas residuales.
5		Alteración de la calidad fisicoquímica del suelo por el manejo inadecuado de los residuos generados.
6	Agua	Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por la descarga inadecuada de aguas residuales.
7		Alteración de la calidad fisicoquímica del agua por el manejo inadecuado de los residuos generados.
8	Vegetación	Reducción de la superficie forestal de selva mediana subperennifolia por remoción de la vegetación
9		Modificación localizada de la diversidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia
10		Alteración de los indicadores de abundancia de la vegetación de selva mediana subperennifolia por la remoción de vegetación
11		Alteración de los indicadores de riqueza de la vegetación de selva media subperennifolia.
12	Fauna	Modificación local de los índices de diversidad de la fauna por alteración del hábitat
13		Modificación local de los índices de abundancia de la fauna por desplazamiento inducido.
14		Modificación local de los índices de riqueza de la fauna por desplazamiento inducido.
15	Paisaje	Disminución local de los valores de la calidad paisajística.
16		Cambios en la conectividad del paisaje.

porción del predio, se especifica que éste no se contempla dentro del AeP, ya que no se considera la ejecución de obras ni actividades dentro de dicho ecosistema.

Puede apreciarse que en el conjunto de los impactos destacables se incide predominantemente sobre los factores suelo, vegetación y fauna; además del agua y el paisaje. Por lo que se revaloraron los criterios de la metodología antes expuesta sólo para aquellos criterios donde podrían incidir dichos impactos, empleando las escalas y rangos de la propia metodología (Tabla VIII.2).

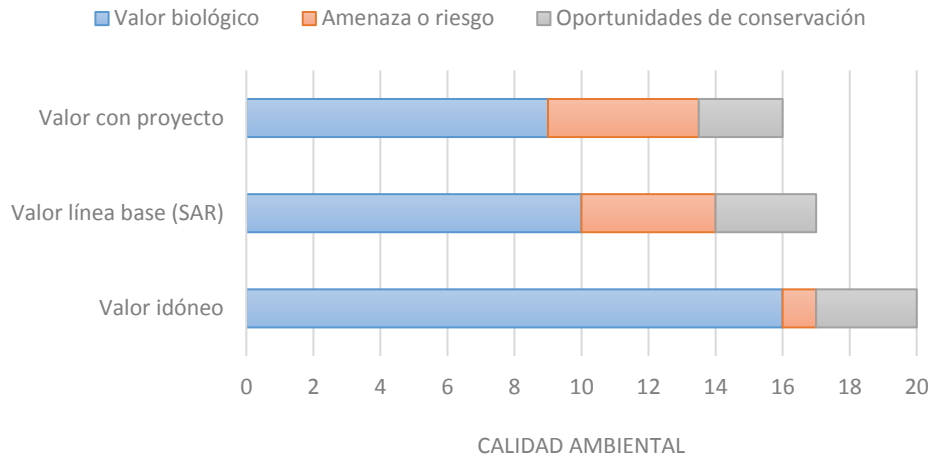
Tabla VIII.2
Valoración de la calidad ambiental del SAR con proyecto

Criterio	ID	Descripción	Valores	Valor idóneo	Valor línea base (SAR)	Valor con proyecto	Observaciones	
Valor biológico	Integridad ecológica funcional de la región	IE	Se considera baja, cuando la presencia de plantas nativas y herbívoros silvestres medianos es escasa, así como cuando los procesos naturales de sucesión ecológica han sido alterados significativamente.	0= no se conoce	4	3	3	La cobertura de vegetación forestal continuará por encima del 80%, las especies nativas continuarán representadas dentro del SAR.
				1= muy bajo				
				2=bajo				
				3= medio				
	Función como corredor biológico.	FC	Este criterio identifica la cualidad de una región de encontrarse conectada o servir de conexión con otra, por cualquier medio físico, el cual permite, entre otras cosas, el movimiento de especies silvestres.	0= no se conoce	3	2	2	El diseño desde su concepción planea el uso de áreas ya fragmentadas, para conservar aquellas de mejor calidad ambiental, por lo que las zonas a modificar por el CUSTF, no interferirán con las áreas de desplazamiento de la fauna silvestre.
				1=bajo				
Diversidad de ecosistemas	DE	Con este criterio se evalúa cualitativamente la variedad de ecosistemas que se encuentran representados en el área seleccionada.	0= no se conoce	3	2	2	El proyecto involucra la remoción de una porción (6.37 ha) de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, pero los ecosistemas actuales seguirán representados en el SAR.	
			1=bajo					
Presencia de endemismos	PE	Este aspecto se refiere a la existencia de organismos exclusivos de un área	0= no se conoce	3	1	0.5	Son pocas las especies endémicas localizadas en el SAR (8 especies) y en el AeP (3 especies). Se le resto medio punto a este criterio porque la remoción de vegetación, sin medidas previas, si incide directa y negativamente sobre este grupo.	
			1=bajo					
Riqueza específica	RE	Este criterio considera el conjunto de las especies y subespecies representadas en un área por los organismos que allí habitan.	0= no se conoce	3	2	1.5	Se le resto medio punto a este criterio porque la remoción de vegetación, sin medidas previas, incide directa y negativamente sobre este grupo.	
			1=bajo					
Subtotal				16	10	9		
Amenaz	Perdida de superficie original	PS	Área ocupada por ecosistemas conservados	0= nulo	0	1	1	El 81.2% de la superficie del SAR aún conserva
				1= bajo (0-30%)				

criterio	ID	Descripción	Valores	Valor idóneo	Valor línea base (SAR)	Valor con proyecto	Observaciones
Grado de fragmentación de la región		respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta.	2= medio (30-60%)				vegetación natural, la remoción por la inserción del proyecto lo reducirá a 81.0%, es decir, la pérdida de superficie original se mantendrá en el rango más bajo, correspondiendo al 0.2% de superficie modificada. Conservándose la conectividad entre los ecosistemas.
			3= alto (60-100%)				
	GF	Este criterio se refiere al grado de pérdida de conectividad de los ecosistemas de un área.	0= muy bajo	0	2	2	
			1= bajo				
2= medio							
PMI	Evalúa el efecto que tienen las actividades humanas, incompatibles con la conservación de una región en particular.	3= alto	1	1	1.5		
		0= no se conoce					
		1= bajo					
			2= medio				
			3= alto				
Subtotal				1	4	4.5	
Oportunidades de conservación	SA	Los ecosistemas desempeñan funciones ecológicas importantes para la sociedad, a estas funciones vistas como servicios ambientales, presentados por el ecosistema, se les puede asignar un valor económico, por concepto del servicio y amplitud de su influencia regional.	0= no se conoce	3	3	2.5	El proyecto, sin medidas de mitigación, incidiría directa y negativamente sobre muchos de los servicios ambientales, aunque en poca magnitud, toda vez que en específico el AeP no destaca por su elevada calidad ambiental, por lo que no aporta significativamente a los servicios ambientales del SAR en general.
			1= bajo				
			2= medio				
	3= alto						
			Subtotal	3	3	2.5	
TOTAL				20	17	16	

El resultado advierte que una vez incorporado el proyecto al sistema ambiental regional, la calidad ambiental del mismo disminuiría en un 6% con respecto a la línea base, a razón de un decremento en los atributos que otorgan valor biológico al área, al igual que lo harán las oportunidades de conservación, y como efecto de la residualidad de algunos de los impactos ambientales, las situaciones de amenaza o riesgo se incrementarían (Figura VIII.2).

Figura VIII.2
Pronóstico de la calidad ambiental del SAR con proyecto



VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

El pronóstico en este escenario superpone las medidas de mitigación consideradas en el capítulo VII (Tabla VIII.3), cuya propuesta y posterior ejecución está dirigida a reducir, prevenir o compensar los impactos previstos e inherentes al desarrollo del proyecto.

Tabla VIII.3
Medidas de mitigación de los impactos destacables

Nº	Medidas	Impactos que atienden
1	Ajustar el des obras a espacios autorizados.	1,2,8,13
2	Proteger de la compactación espacios no alterados.	1
3	Acopio del suelo orgánico para su empleo en la construcción de jardineras, así como en el relleno y nivelación del terreno.	2, 3
4	Implementación de un programa de arborización y jardinería.	2, 15, 16
5	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para evitar afectaciones.	2,8,12
6	Limpieza del sitio una vez terminadas las obras del proyecto.	3, 15, 16
7	Excavar solo en los espacios autorizados.	3
8	Colocar sanitarios portátiles en los frentes de trabajo.	4,5,6
9	El agua residual proveniente de los servicios será enviada hacia la planta de tratamiento.	4, 6
10	Utilizar las aguas residuales provenientes de la PTAR para el riego de áreas verdes.	4,6
11	Implementación del Plan de Manejo de Residuos	5, 7
12	El mantenimiento y abastecimiento de aceites y combustibles, se realizarán de preferencia en talleres especializados, fuera del AeP.	5
13	Utilizar trampas de grasa en restaurantes y cocinas.	7
14	Los lodos residuales de proceso, serán retirados periódicamente por una empresa debidamente acreditada.	7
15	Implementación del programa de rescate selectivo de la vegetación.	9, 10, 11
16	Implementación del programa de rescate y reubicación de fauna.	12,13,14,
17	Quedará prohibido introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al predio del proyecto.	12, 13, 14
18	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para evitar afectaciones a la fauna.	12, 13, 14
19	Las actividades serán concluidas por la tarde para permitir el libre tránsito de la fauna silvestre por las diferentes áreas.	12, 13, 14
20	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro	15

Nº	Medidas	Impactos que atienden
	del predio.	
21	Se hará uso de materiales y colores suaves que eviten un contraste muy marcado entre la vegetación natural y las edificaciones.	16

Siguiendo la metodología del escenario anterior, se evaluaron los criterios de valor biológico, de amenaza y de oportunidades de conservación del SAR, suponiendo ya ejecutadas las medidas de mitigación (Tabla VIII.4).

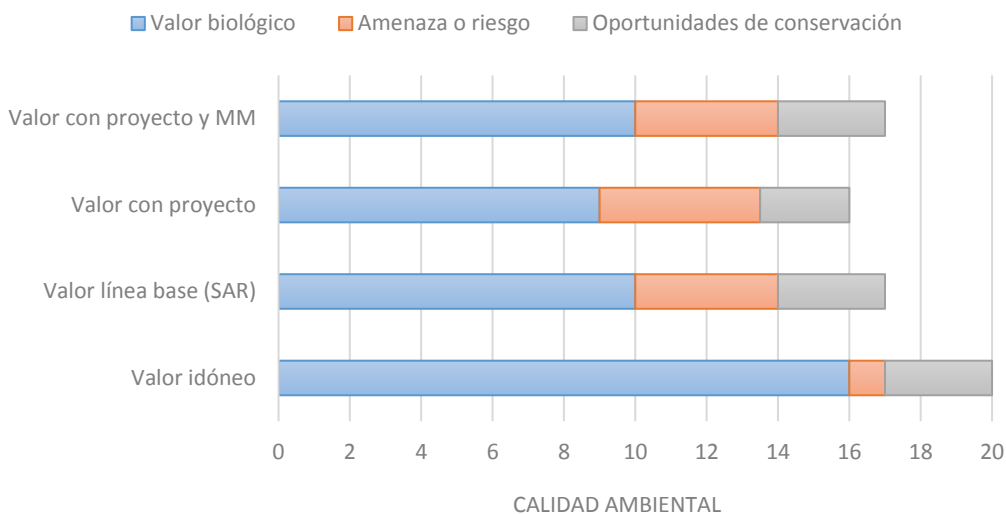
Tabla VIII.4
Valoración de la calidad ambiental del SAR con proyecto y medidas de mitigación

Criterio	ID	Descripción	Valores	Valor idóneo	Valor línea base (SAR)	Valor con PY	Valor con PY y MM	Observaciones
Integridad ecológica funcional de la región	IE	Se considera baja, cuando la presencia de plantas nativas y herbívoros silvestres medianos es escasa, así como cuando los procesos naturales de sucesión ecológica han sido alterados significativamente.	0= no se conoce	4	3	3	3	La cobertura de vegetación forestal continuará por encima del 80%, las especies nativas continuarán representadas dentro del SAR. El proyecto además considera como medida de compensación la conformación de jardineras con especies nativas.
			1= muy bajo					
			2=bajo					
			3= medio					
			4=alto					
Función como corredor biológico.	FC	Este criterio identifica la calidad de una región de encontrarse conectada o servir de conexión con otra, por cualquier medio físico, el cual permite, entre otras cosas, el movimiento de especies silvestres.	0= no se conoce	3	2	2	2	El diseño desde su concepción planea el uso de áreas ya fragmentadas, para conservar aquellas de mejor calidad ambiental, por lo que las zonas a modificar por el CUSTF, no interferirán con las áreas de desplazamiento de la fauna silvestre.
			1=bajo					
			2=medio					
			3=alto					
Diversidad de ecosistemas	DE	Con este criterio se evalúa cualitativamente la variedad de ecosistemas que se encuentran representados en el área seleccionada.	0= no se conoce	3	2	2	2	El proyecto involucra la remoción de una porción (6.37 ha) de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, pero los ecosistemas actuales seguirán representados en el SAR.
			1=bajo					
			2=medio					
			3=alto					
Presencia de endemismos	PE	Este aspecto se refiere a la existencia de organismos exclusivos de un área	0= no se conoce	3	1	0.5	1	Se retornó a la calificación de la línea base, toda vez que dentro de las medidas de mitigación se incluyen los programas de rescate de flora y fauna, en el momento previo al desmonte, con énfasis en las especies
			1=bajo					
			2=medio					
			3=alto					
Riqueza específica	RE	Este criterio considera el conjunto de las especies y subespecies	0= no se conoce	3	2	1.5	2	
			1=bajo					

Criterio	ID	Descripción	Valores	Valor idóneo	Valor línea base (SAR)	Valor con PY	Valor con PY y MM	Observaciones	
		representadas en un área por los organismos que allí habitan.	2=medio 3=alto					prioritarias para la conservación, por lo que la incidencia de los impactos sobre la diversidad y riqueza de especies disminuye su magnitud.	
Subtotal				16	10	9	10		
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	Área ocupada por ecosistemas conservados respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta.	0= nulo 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)	0	1	1	1	El 81.2% de la superficie del SAR aún conserva vegetación natural, la remoción por la inserción del proyecto lo reducirá a 81.0%, es decir, la pérdida de superficie original se mantendrá en el rango más bajo, correspondiendo al 0.2% de superficie modificada. Conservándose la conectividad entre los ecosistemas.
	Grado de fragmentación de la región	GF	Este criterio se refiere al grado de pérdida de conectividad de los ecosistemas de un área.	0= muy bajo 1= bajo 2= medio 3= alto	0	2	2	2	
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	Evalúa el efecto que tienen las actividades humanas, incompatibles con la conservación de una región en particular.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto	1	1	1.5	1	La delimitación adecuada y oportuna de las áreas de trabajo, las señalizaciones y tareas de concientización, así como el aprovechamiento del suelo orgánico, el correcto manejo de residuos, entre otras, son medidas encaminadas a prevenir las malas prácticas.
	Subtotal				1	4	4.5	4	
Oportunidades de conservación	Importancia de los servicios ambientales	SA	Los ecosistemas desempeñan funciones ecológicas importantes para la sociedad, a estas funciones vistas como servicios ambientales, presentados por el ecosistema, se les puede asignar un valor económico, por concepto del servicio y amplitud de su influencia regional.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto	3	3	2.5	3	Aún con la poca aportación del AeP a los servicios ambientales del SAR en general, la ejecución de medidas de mitigación contribuirá a mejorar las expectativas en torno a su conservación, desde el rescate de individuos de flora y fauna silvestre hasta una percepción visual más agradable del entorno que alojará al proyecto.
	Subtotal				3	3	2.5	3	
TOTAL				20	17	16	17		

En el resultado (Figura VIII.3) se estima positiva la posibilidad de mantener la calidad ambiental del SAR en la misma condición que en la línea base, pues pese a la residualidad de impactos como la remoción de vegetación, ésta no será realizada en áreas frágiles o con alto valor para la conservación y la aplicación de medidas de mitigación permitirá, en lo posible, salvaguardar los recursos suelo, fauna y flora, a través de los rescates, y en el caso del suelo, su adecuado manejo para el aprovechamiento de este factor de tan difícil recuperación. En tanto que el paisaje, éste ya está modificado y en el AeP, altamente influenciado por actividades antrópicas de hotel que se aloja en el mismo predio y predios adyacentes, por lo que la medida propuesta para suavizar su percepción visual contribuirá a no elevar a una mayor magnitud la alteración del mismo. Derivado de lo anterior, con la aplicación de las medidas de mitigación, las situaciones que sumaban amenazas o riesgos a la calidad ambiental del SAR disminuyen; y con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán, toda vez que este tipo de actividades contribuyen sustancialmente a hacer más amigable el proyecto ambientalmente, en un área que sin medidas de mitigación podría tardar hasta 10 o 15 años en recuperarse por sí sola.

Figura VIII.3
Pronóstico de la calidad ambiental del SAR con proyecto



VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL

A partir del análisis de los tres apartados anteriores, los pronósticos de la situación a la que tendería la calidad ambiental del SAR, desarrollados en este capítulo, se concreta en los siguientes escenarios (Tabla VIII.5)

Tabla VIII.5

Pronósticos del escenario del SAR sin proyecto, con el establecimiento del proyecto y con la aplicación de medidas de mitigación

Escenario	Descripción
Escenario sin proyecto, pronóstico a 30 años	<p>Se incide sobre un ambiente de calidad ambiental media, donde existen indicadores de perturbación de origen antrópico, tales como asentamientos humanos, infraestructura turística y vías de comunicación, desarrollados con mayor auge desde los años 70's, y que gracias a la consolidación del marco jurídico ambiental, se han regulado con mayor tendencia hacia un desarrollo sostenible para el aprovechamiento de sus servicios ambientales, particularmente el cultural y paisajístico para el progreso del turismo, muy relevante en esta zona para el país. De lo anterior, a partir del año 2000, la tasa de cambio de uso de suelo, si bien sigue siendo negativa para la superficie forestal que cubre al SAR, ésta es mucho más optimista con respecto a los años anteriores, por lo que la tendencia graficada a partir de su tasa de cambio actual, muestra una casi imperceptible pérdida de suelo forestal al cabo de 30 años (poco menos de 40 ha forestales).</p> <p>En tanto que en el área de establecimiento del proyecto que aún sin el desarrollo de éste, ya se encuentra fragmentada dentro del predio que ya aloja a un hotel en funcionamiento desde hace varios años, es factible pronosticar que la tendencia de esta área en particular continuaría siendo de baja calidad ambiental, probablemente en decremento, y sin una aportación significativa a los servicios ambientales del SAR.</p>
Escenario con la inserción del proyecto	<p>La inserción del proyecto provocaría el cambio de uso de suelo en una medida poco significativa en el contexto del SAR (0.2%), no obstante su ejecución sin medidas de mitigación si podría incidir directa y negativamente sobre los recursos flora, fauna, suelo, agua y paisaje, reduciendo la calidad ambiental del SAR en un 6% con respecto a la línea base.</p>
Escenario con proyecto e implementación de medidas de mitigación	<p>Se estima positiva la posibilidad de mantener la calidad ambiental del SAR en la misma condición que en la línea base, pues pese a la residualidad de impactos como la remoción de vegetación, ésta no será realizada en áreas frágiles o con alto valor para la conservación y la aplicación de medidas de mitigación permitirá, en lo posible, salvaguardar los recursos suelo, fauna y flora, a través de los rescates, y en el caso del suelo, su adecuado manejo para el aprovechamiento de este factor de tan difícil recuperación.</p> <p>Derivado de lo anterior, con la aplicación de las medidas de mitigación, las situaciones que sumaban amenazas o riesgos a la calidad ambiental del SAR disminuyen; y con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán, toda vez que este tipo de actividades contribuyen sustancialmente a hacer más amigable el proyecto ambientalmente, en un área que sin medidas de mitigación podría tardar hasta 10 o 15 años en recuperarse por sí sola, según ha quedado evidenciado en los procesos de sucesión ecológica registrados en la misma área.</p>

VIII.5 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Únicamente se evaluaron a alternativas de ubicación, las cuales correspondían a los predios “La Ceiba” y/o “Zacil-Há”, que presentan un mejor estado de conservación y calidad ambiental, derivado de esto último y de la posibilidad estipulada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, Quintana (2009) para realizar la *transferencia de densidades* (en superficie y densidad de cuartos de hotel) entre predios ubicados dentro de la misma UGA, se optó por *transferir densidades* desde dichos predios hacia el predio donde se plantea el desarrollo del proyecto (Predio Siempre Viva, con menor calidad ambiental), mientras que la superficie de La Ceiba y Zacil-Há, serán destinadas como área de conservación en perpetuidad, toda vez que en estas últimas áreas la estructura, diversidad y composición de flora y fauna presentan un mejor estado de conservación.

Lo anterior se traduce en una menor fragmentación² sobre predios diversos y permite preservar las áreas de conservación más extensas, toda vez que la superficie que se pretende para CUSTF en este proyecto, se encuentra actualmente ceñida en parches sin una continuidad entre éstos y el resto de la vegetación forestal del entorno, imposibilitando el flujo de la fauna y su verdadera ocupación, según fue corroborado durante los trabajos de campo y la diversidad registrada y presentada en el capítulo IV de este DTU.

Sobre el análisis de dichos fundamentos, el promovente eligió la alternativa que se ostenta en la presente solicitud.

² El término "fragmentación del hábitat", de acuerdo con la CONABIO, es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones, lo que resta factores ambientales favorables para la ocupación del área, derivando en cambios en la abundancia y relaciones ecológicas de las especies (conectividad funcional).

VIII.6 LITERATURA CONSULTADA

- ¹ **Córdoba y Ordóñez, Juan y García de Fuentes, Ana. 2003.** Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. Núm. 52, 2003, pp. 117-136
- ² **Arriaga, L., J.M. Espinoza. C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000.** Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.