



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO

1.1. INTRODUCCIÓN

De conformidad con el artículo 28 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente quienes pretendan realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo de terrenos forestales requerirán de una autorización en materia de impacto ambiental.

De acuerdo al artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

“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”.

En este sentido, el proyecto Asenda el cual se somete a evaluación a través de presente documento se desarrollará en un predio total de 11.19 ha de las cuales se pretende la remoción de vegetación en 6.26 ha. Se hace la precisión a esa H. Autoridad que la superficie total del predio se inserta dentro del proyecto “Ciudad Mayakoba” (antes denominado Ximbal) cuyo plan maestro fue debidamente autorizado por esa Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013 y posteriormente modificado mediante oficio SGPA/DGIRA/DG-01896 con fecha del 28 de marzo de 2022. De igual forma, las superficies de aprovechamiento del proyecto Village Etapa II se encuentran debidamente autorizadas y sustentadas mediante el Programa de Desarrollo Urbano el Jesusito.

Por lo que hace en materia forestal, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece la atribución a esa H. Dependencia para otorgar, por exepción, la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Asimismo, considerando que el presente proyecto tiene como precedente la autorización regional en materia de impacto ambiental para el proyecto Ximbal el cual en su conjunto tiene una superficie de 409.25 ha, dicho instrumento establece la posibilidad de que la SEMARNAT evalúe en un solo procedimiento tanto el impacto como el cambio de uso de suelo de un proyecto tal y como se establece a continuación:

Artículo 75. *Los siguientes aprovechamientos forestales requieren la autorización en materia de impacto ambiental, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente:*

- I. En selvas tropicales mayores a 20 hectáreas;*
- II. En aprovechamientos de especies forestales de difícil regeneración, conforme al Reglamento y a las Normas Oficiales Mexicanas, y*
- III. En áreas naturales protegidas.*

El procedimiento de la autorización en materia de impacto ambiental se integrará al procedimiento de autorización del aprovechamiento forestal para seguir un solo trámite administrativo, presentando en un solo documento la manifestación de

impacto ambiental correspondiente, así como su programa de manejo forestal ante la autoridad competente y se realizará de conformidad con las guías y normas que se emitan en la materia.

Si bien en el proyecto Village Etapa II se pretende realizar la remoción de vegetación solamente en 6.26 ha forma parte de la superficie del plan maestro evaluado con anterioridad el cual supera por mucho una superficie de 20 ha, por lo tanto, puede ser evaluado por esa Dirección General a través de un Documento Técnico Unificado.

Ahora bien, de la misma forma, se solicita la evaluación en materia de impacto ambiental de la infraestructura requerida para la construcción con destino de uso habitacional y comercial dentro de un ecosistema costero determinado así previamente por esa H. Autoridad administrativa.

Duración del Proyecto

El Proyecto considera un plazo para su desarrollo de 99 años, de los cuales, las etapas de preparación y construcción, consideran 10 años.

1.1. Datos Generales del Promovente

Nombre o razón social

CDMK Inmuebles, S.A. de C.V.

La documentación legal que acredita las propiedades de los predios del Proyecto son la escritura pública número 14,903 y la escritura pública número 25,948.

Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

██████████

Nombre del Representante Legal

Gabriel Candelas Nieto

Personalidad que se acredita con los siguientes documentos legales:

- Identificación oficial
- Escritura pública 25,085.

Dirección del Promovente o de su Representante Legal

Carretera federal Chetumal-Puerto Juárez, km 298, ejido Playa del Carmen, Solidaridad, Quintana Roo, CP 77710.

1.3.5. Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir notificaciones en la Ciudad de México

Darwin 30-B, Primer Piso, Col. Anzures, Miguel Hidalgo, C.P.11590, Ciudad de México.

1.4. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.4.1. Nombre o razón social

Kuca Meraki S.A. de C.V. (K-M Consultores Ambientales.)

1.4.2. Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

1.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio

Biol. Miguel Angel Mancera Frias

1.4.4. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

[REDACTED]

1.4.5. Cedula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

8621648

1.4.6. Dirección del responsable técnico del estudio

Darwin 30 B, Primer Piso, esquina
Goethe, Col. Anzures, Miguel
Hidalgo, C.P.11590, CDMX.

[REDACTED]

I.4.7 Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de la ejecución del cambio de uso de suelo.

a. Nombre:

LLECO, CONSULTORES AMBIENTALES, S.C.

Representante Legal: Ing. Reyes Martín Medrano Jiménez.

El registro del responsable en materia forestal se adjunta como (Anexo 5).



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL

Contenido

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
2.1. Introducción	3
2.2. Información General del Proyecto	4
2.2.1. Naturaleza del Proyecto.....	5
2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto.....	6
2.2.3. Ubicación del Proyecto	7
2.2.4. Inversión Requerida.....	10
2.3. Descripción General del Proyecto.	11
2.3.1. Representación Gráfica Regional	15
2.3.2. Representación Gráfica Local.....	16
2.3.3. Uso Actual del Suelo.....	17
2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos.....	18
2.4. Características Particulares del Proyecto.....	20
2.4.1. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	24
2.4.2. Obras del Proyecto	26
2.4.2.1. Edificios (torres).....	26
2.4.2.2. Vialidades	41
2.4.2.3. Andadores	43
2.4.2.4. Palapas y Albercas.....	43
2.4.2.5. Caseta y Bodega.....	46
2.4.2.6. Áreas Verdes.....	47
2.4.2.7. Área de Conservación	48
2.4.2.8. Pozos de absorción	49
2.5. Programa General de Trabajo	59
2.6. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto.....	60
2.6.1. Etapa de Preparación	60
2.6.2. Etapa de Construcción.....	63
2.6.3. Etapa de Operación y Mantenimiento.....	65
2.6.4. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones	66
2.7. Insumos	66
2.7.1. Personal.....	66
2.7.2. Maquinaria y Equipo	67
2.7.3. Combustible	67
2.7.4. Energía	68
2.7.5. Agua.....	68

2.8. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.....	68
2.8.1. Residuos Sólidos	69
2.8.2. Residuos Líquidos.....	69
2.8.3. Residuos Peligrosos	70
2.8.4. Generación de Gases de Efecto Invernadero.....	71

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1. Introducción

La empresa CDMK Inmuebles, S.A. de C.V. (en adelante la Promovente) solicita a la H. Autoridad la evaluación y autorización del presente Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) del proyecto denominado Village Etapa II (en adelante denominado el Proyecto) con pretendida ubicación en el kilómetro 299 de la Carretera Federal 307, Reforma Agraria-Puerto Juárez, en la zona norponiente de la ciudad Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo, con base en el ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan emitido por el Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación.

Lo anterior, en apego a las disposiciones establecidas en los Artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), y el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

El párrafo primero del Artículo 28 de la LGEEPA establece que la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) determina las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden 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 y que en relación a ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras y actividades que dicho lineamiento enlista, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT. Cabe señalar que, para el trámite unificado modalidad B se exceptúa la fracción V del Artículo 28 de la LGEEPA.

Por otro lado, el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se encuentra previsto en el Artículo 93 de la LGDFS que establece que la Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa 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; además, el Artículo 98 de la LGDFS señala que, los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.

Por lo anterior, en este capítulo se presenta detalladamente el proceso de planeación que se siguió para la conformación del diseño del Proyecto, la puntual descripción de los elementos que lo integran, así como las obras y actividades que se llevarán a cabo por etapa de implementación, los insumos requeridos y los residuos generados que se deriven de él, en cumplimiento con lo señalado en la Fracción II del Artículo 13 del REIA.

Cabe señalar, que la Promovente se compromete a mantener un estricto apego a las disposiciones que se deriven del resolutivo correspondiente al presente Proyecto en caso de resultar autorizado el presente DTU-BR.

2.2. Información General del Proyecto

Los predios del Proyecto corresponden al denominado Predio el Jesusito ubicados en el kilómetro 299 de la Carretera Federal 307, Boulevard Playa del Carmen, sin número, Lote 001-1 (11.79 ha) y Lote 001-3 (2.00 ha), manzana 002, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo, de acuerdo con las escrituras públicas 14,903 y 25,948, cuya superficie en conjunto consta de 13.79 ha. Al interior de estos predios se insertan el Lote 38 y Lote 39, los cuales tienen una superficie de 2.90 ha y 8.29 ha respectivamente con uso de suelo Mixto Comercial de acuerdo con el Plan Maestro denominado Ciudad Mayakoba (antes conocido como “El Ximbal”) que cuenta con su debida autorización en materia de impacto ambiental conforme al oficio resolutivo no. SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha de 19 de junio de 2013 y sus modificaciones posteriores siendo la más reciente la autorizada mediante oficio resolutivo número SGPA/DGIRA/DG/02437 con fecha del 19 de junio de 2021 (Anexo digital), y su última modificación 28 de marzo de 2022 oficio SGPA/DGIRA/DG-01896-22) (Anexo digital), y que es regulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

El proyecto Village Etapa II que se somete a proceso de evaluación en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), consiste en el desarrollo de obras y actividades con destino de uso habitacional y comercial, para ello se pretende el aprovechamiento de 8.000850 ha (80,008.51M²), a través del CUSTF de 6.26 ha (62,653.95 m²) de los cuales se distribuyen 20,399.76 m² en el Lote 38 y 42,254.19 m² en el Lote 39, destinando 3.19 ha (31,913.46 m²) para la conservación de la vegetación en su estado natural, distribuidas 2,903.69 m² (0.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.78 (2.9009 ha) en el Lote 39.

El proyecto estará conformado por edificios que alojarán 314 viviendas y locales comerciales, además de equipamiento, infraestructura de apoyo y de esparcimiento para la operación del desarrollo.

Todas las obras y actividades que se llevarán a cabo para el Proyecto están contenidas en alguno de los conceptos que se enlistan en la Tabla 2. 1, los cuales se describen más a detalle en el apartado 2.4.2.

Tabla 2. 1. Conceptos que conforman las obras y actividades del Proyecto.

No.	Conceptos
1	Edificios (torres)
2	Andadores
3	Vialidades
4	Caseta y bodega
5	Albercas
6	Palapas
7	Áreas verdes
8	Áreas de conservación

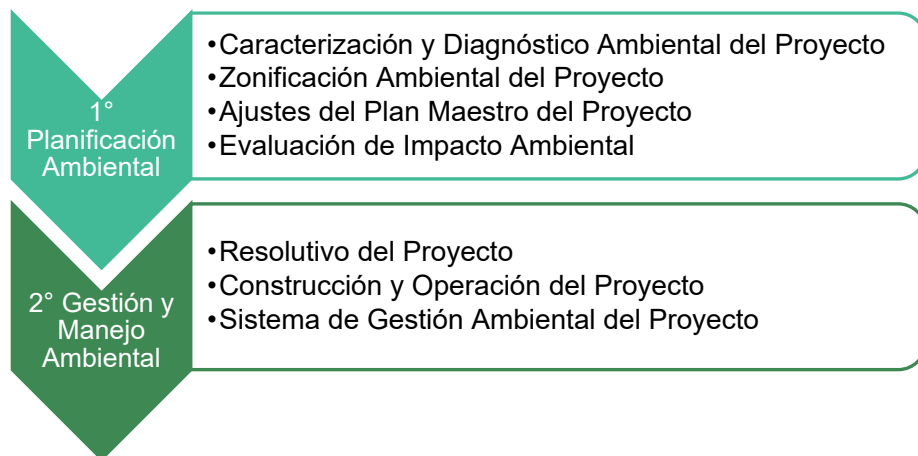
2.2.1. Naturaleza del Proyecto

El diseño del Proyecto se constituyó a través de un proceso de planificación ambiental que lo orienta hacia un esquema de sustentabilidad ambiental. Los ejes rectores a los cuales se apega el Proyecto son los siguientes:

Eje rector ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño, planificación y lineamiento de construcción y operación de un desarrollo habitacional acorde con la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos del terreno.
Eje rector normativo	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño, construcción y operación de un desarrollo habitacional que cumpla estrictamente con todos los instrumentos legales y normativos aplicables.
Eje rector arquitectónico	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de un modelo habitacional de alta calidad, cuya infraestructura y servicios combinen confort y elegancia, que se integre totalmente al paisaje y al medio ambiente.
Eje rector habitacional-comercial	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y operación de un desarrollo habitacional cuyo segmento comercial objetivo es el mercado nacional e internacional, sensible a escenarios de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.
Eje rector social	<ul style="list-style-type: none"> • Contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región.

Esta estrategia enmarca al Proyecto en un esquema de sustentabilidad que surge de un proceso de planeación que garantiza la congruencia del Proyecto con los ejes rectores establecidos. Este proceso de planificación se presenta en la Figura 2. 1.

Figura 2. 1. Proceso de planificación y gestión ambiental del Proyecto.



Para dar cumplimiento a estos ejes rectores, dentro del proceso de planificación se consideraron los siguientes criterios ambientales y legales para el Proyecto:

- Dar estricto cumplimiento al marco legal ambiental y forestal aplicable.
- Menor fragmentación y afectación posible de ecosistemas (selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea) por el desarrollo de infraestructura.
- Conservación y mantenimiento de ecosistemas y sus funciones ambientales.
- Garantizar el flujo y reflujo superficial subterráneo del agua.
- Mantener la estructura y función de los ecosistemas involucrados en el Sistema Ambiental Regional (SAR) con sus funciones ambientales críticas.
- Ubicación de infraestructura fuera de zonas de riesgo ambiental.
- Garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.
- Garantizar que el uso alternativo que se propone del suelo sea más productivo a largo plazo.

2.2.2. Justificación y Objetivos del Proyecto

El Proyecto considera el desarrollo de un complejo habitacional-comercial en un marco de sustentabilidad que atiende a las políticas de desarrollo del área en donde se ubica, trayendo consigo la generación de empleos, la activación de la derrama económica del sector, generación y captación de divisas y, de manera general, el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la región.

Los objetivos estratégicos que persigue este Proyecto son:

- Desarrollar un proyecto que se integre de forma armónica con los elementos naturales del sitio, respetando los servicios ambientales que prestan los ecosistemas existentes.
- Alinearse a las diferentes regulaciones ambientales y forestales que le son aplicables.
- Generar un proyecto económica, ambiental y socialmente sustentable.
- Incrementar la oferta de vivienda y espacios comerciales en el sector local, nacional e internacional.

El Proyecto se encuentra influenciado por el área urbana del centro de población de Playa del Carmen y el uso urbano está previsto en el Programa Parcial del Desarrollo Urbano El Jesusito, cuyo polígono de aplicación está ubicado en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Aunado a lo anterior, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad indica, para la UGA 14 Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, donde se localiza el Proyecto, en el rubro de escenario inicial señala que *“la carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios”*, el rubro de tendencias establece que *“en la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales de dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado y por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo”*.

La vivienda constituye un factor determinante de desarrollo social y económico, en la medida que posibilita la disminución de la pobreza y la miseria, la reactivación de la economía y la generación de empleo (Molina, 2005)¹. El principal objetivo del Proyecto es impulsar el desarrollo habitacional de vivienda digna, promoviendo la reducción del rezago actual que se tiene de un bien de primera necesidad, logrando incrementar la calidad de vida de la población y el acceso a servicios hoy considerados esenciales para alcanzar niveles mínimos de bienestar.

Por otra parte, el sitio presenta condiciones topográficas, geológicas e hidrológicas adecuadas para el desarrollo del Proyecto, ya que las pendientes no son altas y el predio no presenta manifestaciones kársticas como cenotes, cavernas, lagunas interiores, rejolladas, ni zonas inundables. Al mismo tiempo, el Proyecto no tiene incidencia en áreas naturales protegidas.

Aunado anterior, el Proyecto propuesto permite que se mantenga la biodiversidad del SAR definido, se mitiga el deterioro de la calidad del agua y la disminución de su captación y se mitiga la erosión de los suelos y la capacidad de almacenamiento de carbono, tal como lo establece el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Lo anterior se evidencia en los análisis descritos en los apartados correspondientes a la justificación técnica, económica y social del presente estudio.

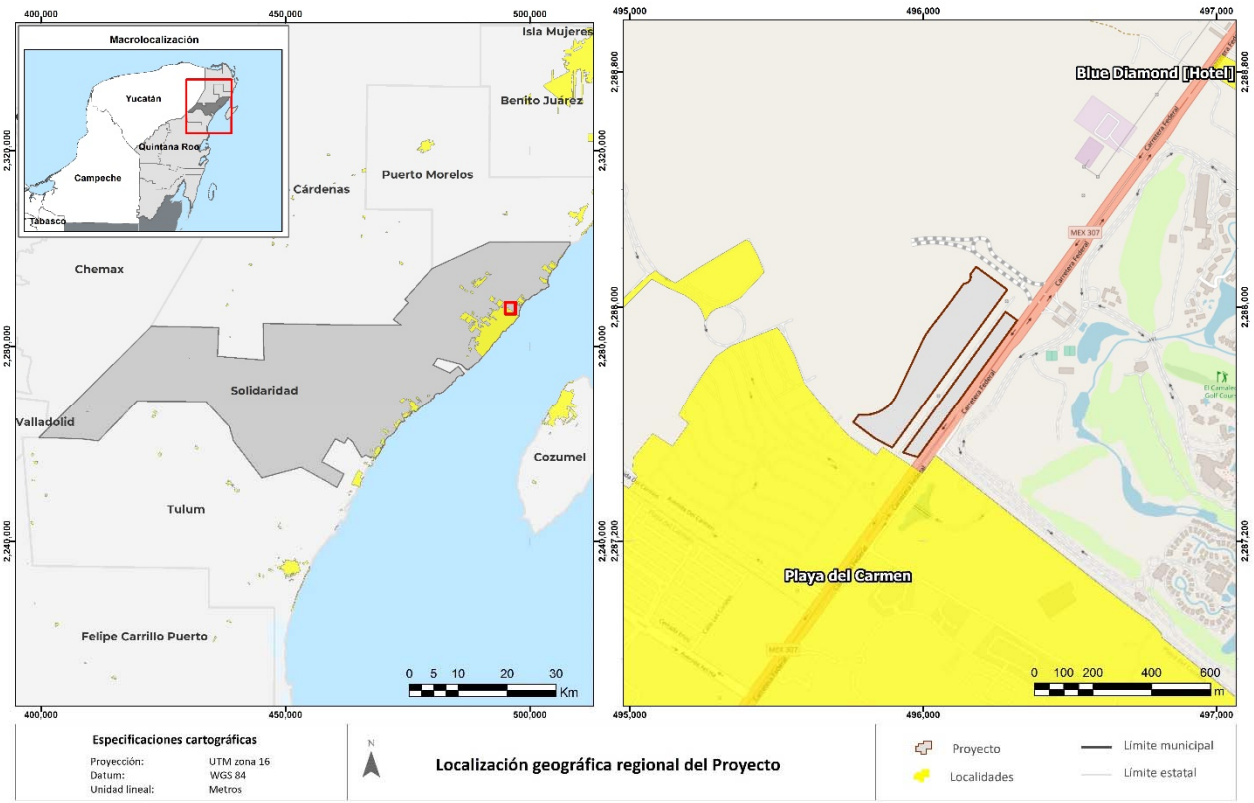
En conclusión, dada las circunstancias ambientales y legales en las que se encuentra el Proyecto y sus colindancias, así como la congruencia del Proyecto con los instrumentos jurídicos que regulan dicha área, se considera que el Proyecto es factible a desarrollarse, de tal forma que se logre la máxima conservación posible de los recursos forestales.

2.2.3. Ubicación del Proyecto

Los predios en donde se desarrollará el Proyecto corresponden al denominado Predio el Jesusito, y se localizan a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, Boulevard Playa del Carmen, sin número, Lote 001-1 y Lote 001-3, manzana 002, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo (Figura 2. 2).

¹ Molina, P. (2005). Plan de Negocios para el emprendimiento de una empresa constructora de vivienda. Caso: Urbanización La Pradera (Tesis de MBA). Tarija, Bolivia: Universidad Católica Boliviana.

Figura 2. 2. Localización geográfica regional del Proyecto.



Así mismo, el Proyecto se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), los cuales se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3 (Figura 2. 3). Denominados dentro del Plan Maestro originario como Lote 38 y Lote 39 suman una superficie total de 11.19 ha. De acuerdo con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J), cuentan con uso de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39. Las coordenadas extremas y ubicación de los vértices del Lote 38 y Lote 39 se presentan en la Tabla 2. 2.

Figura 2. 3. Ubicación del Lote 38 y 39 con respecto de los predios que integran el Proyecto.

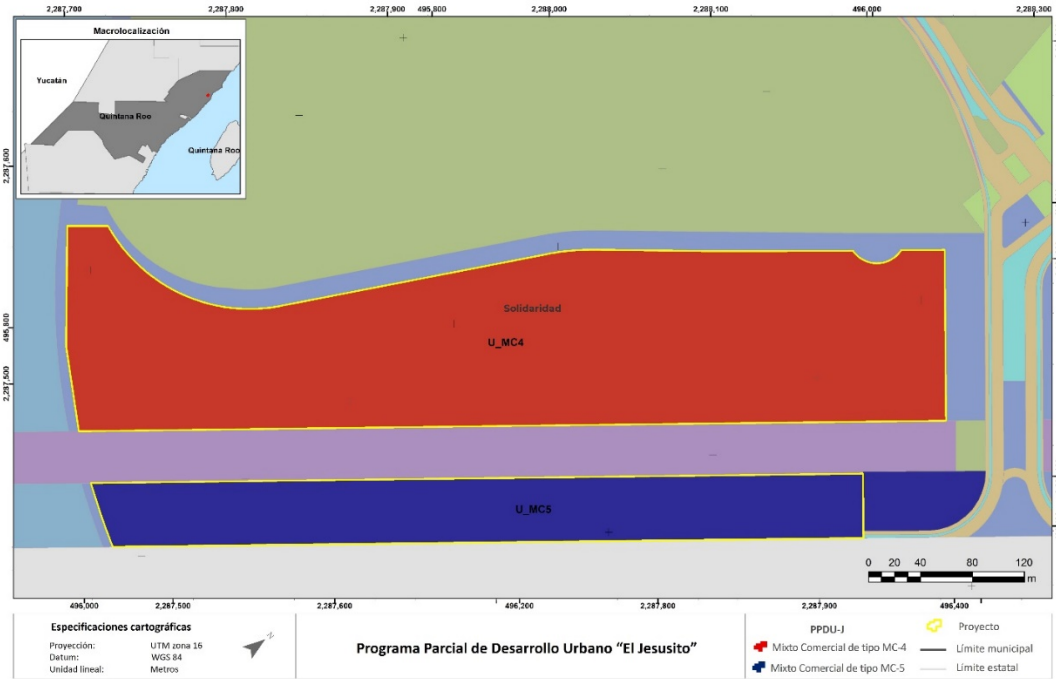


Tabla 2. 2. Coordenadas de los lotes que conforman el Proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCION
DEL "LOTE 38"

LADOS		RUMBOS	DISTANCIAS	COORDENADAS		VERT
EST.	P.V.			X	Y	
1	2	S 53°42'17" E	22.84	496280.65	2287984.21	1
2	3	S 53°42'17" E	26.73	496299.06	2287970.69	2
3	4	S 35°56'37" W	578.42	495981.07	2287486.58	3
4	5	N 74°59'07" W	2.00	495979.15	2287487.10	4
5	6	N 74°47'13" W	1.83	495977.38	2287487.58	5
6	7	N 74°35'19" W	1.83	495975.62	2287488.06	6
7	8	N 74°23'26" W	1.83	495973.86	2287488.55	7
8	9	N 74°11'32" W	1.83	495972.10	2287489.05	8
9	10	N 73°59'39" W	1.83	495970.34	2287489.56	9
10	11	N 73°47'45" W	1.83	495968.59	2287490.07	10
11	12	N 73°35'52" W	1.83	495966.83	2287490.58	11
12	13	N 73°23'58" W	1.83	495965.08	2287491.10	12
13	14	N 73°12'04" W	1.83	495963.33	2287491.63	13
14	15	N 73°00'11" W	1.83	495961.58	2287492.17	14
15	16	N 72°48'17" W	1.83	495959.83	2287492.71	15
16	17	N 72°36'24" W	1.83	495958.09	2287493.25	16
17	18	N 72°24'30" W	1.83	495956.35	2287493.81	17
18	19	N 72°12'36" W	1.83	495954.61	2287494.37	18
19	20	N 72°00'43" W	1.83	495952.87	2287494.93	19
20	21	N 71°48'49" W	1.83	495951.13	2287495.50	20
21	22	N 71°36'56" W	1.83	495949.40	2287496.08	21
22	23	N 71°25'02" W	1.83	495947.66	2287496.66	22
23	24	N 71°13'09" W	1.83	495945.93	2287497.25	23
24	25	N 71°01'15" W	1.83	495944.20	2287497.84	24
25	26	N 70°49'21" W	1.83	495942.48	2287498.44	25
26	27	N 70°37'28" W	1.83	495940.75	2287499.05	26
27	28	N 70°25'34" W	9.70	495931.61	2287502.30	27
28	29	N 35°54'01" E	224.16	496063.05	2287683.88	28
29	1	N 35°55'28" E	370.88	496280.65	2287984.21	29
SUPERFICIE			02-90-36.89 HAS.			

CUADRO DE CONSTRUCCION
DEL "LOTE 39"

LADOS		RUMBOS	DISTANCIAS	COORDENADAS		VERT							
EST.	P.V.			X	Y								
1	2	S 53°52'54" E	131.48	496179.87	2288137.42	1	37	38	N 51°29'50" E	4.47	495876.24	2287658.61	38
2	3	S 35°55'20" W	136.95	496286.09	2288059.92	2	38	39	N 49°35'08" E	3.58	495878.96	2287660.93	39
3	4	S 35°55'20" W	136.95	496205.74	2287949.01	3	39	40	N 47°56'49" E	3.58	495881.61	2287663.32	40
4	5	S 35°55'21" W	38.76	496125.39	2287838.10	4	40	41	N 46°18'27" E	3.58	495884.20	2287665.79	41
5	6	S 35°55'21" W	122.73	496102.65	2287806.72	5	41	42	N 44°40'05" E	3.58	495886.71	2287668.33	42
6	7	S 35°54'01" W	172.14	496030.65	2287707.33	6	42	43	N 42°49'30" E	4.47	495889.75	2287671.61	43
7	8	S 35°53'57" W	2.86	495929.71	2287567.89	7	43	44	N 40°46'30" E	4.47	495892.67	2287675.00	44
8	9	S 35°54'01" W	57.94	495928.03	2287565.58	8	44	45	N 38°55'55" E	3.58	495894.92	2287677.78	45
9	10	N 61°51'16" W	66.12	495894.06	2287518.64	9	45	46	N 37°17'34" E	3.58	495897.08	2287680.62	46
10	11	N 52°51'19" W	92.11	495835.75	2287549.83	10	46	47	N 35°14'35" E	5.36	495900.18	2287685.00	47
11	12	N 36°22'36" E	31.60	495762.33	2287605.45	11	47	48	N 32°47'06" E	5.36	495903.08	2287689.51	48
12	13	S 83°41'54" E	3.58	495781.07	2287630.89	12	48	49	N 30°19'35" E	5.36	495905.79	2287694.14	49
13	14	S 85°32'33" E	4.47	495784.63	2287630.50	13	49	50	N 28°04'20" E	5.23	495908.25	2287698.75	50
14	15	S 87°35'27" E	4.47	495789.08	2287630.15	14	50	51	N 25°36'03" E	108.62	495955.18	2287796.71	51
15	16	S 89°32'50" E	4.01	495793.55	2287629.97	15	51	52	N 25°36'03" E	107.58	496001.67	2287893.73	52
16	17	N 88°37'50" E	4.03	495797.56	2287629.93	16	52	53	N 28°47'58" E	8.18	496005.61	2287900.90	53
17	18	N 86°40'00" E	4.49	495801.59	2287630.03	17	53	54	N 30°46'34" E	6.32	496008.85	2287906.33	54
18	19	N 84°49'30" E	3.56	495806.07	2287630.29	18	54	55	N 32°29'59" E	4.21	496011.11	2287909.89	55
19	20	N 83°11'20" E	3.58	495809.62	2287630.61	19	55	56	N 34°03'09" E	5.27	496014.06	2287914.25	56
20	21	N 81°20'39" E	4.47	495813.17	2287631.04	20	56	57	N 36°03'43" E	12.44	496021.39	2287924.31	57
21	22	N 79°30'03" E	3.58	495817.59	2287631.71	21	57	58	N 37°19'43" E	88.45	496075.02	2287994.64	58
22	23	N 77°51'38" E	3.58	495821.10	2287632.36	22	58	59	N 36°17'32" E	106.30	496137.94	2288080.32	59
23	24	N 76°01'03" E	4.47	495824.60	2287633.11	23	59	60	N 88°40'21" E	3.02	496140.96	2288080.39	60
24	25	N 74°10'22" E	3.58	495828.94	2287634.19	24	60	61	N 81°28'01" E	2.64	496143.57	2288080.78	61
25	26	N 72°19'45" E	4.47	495832.38	2287635.17	25	61	62	N 75°41'50" E	2.88	496146.36	2288081.49	62
26	27	N 70°29'03" E	3.58	495836.63	2287636.52	26	62	63	N 65°36'27" E	3.17	496149.24	2288082.80	63
27	28	N 68°50'45" E	3.58	495840.01	2287637.72	27	63	64	N 58°52'41" E	3.02	496151.82	2288084.36	64
28	29	N 67°00'09" E	4.47	495843.34	2287639.01	28	64	65	N 52°37'56" E	2.88	496154.11	2288086.11	65
29	30	N 65°09'28" E	3.58	495847.45	2287640.76	29	65	66	N 42°32'25" E	3.17	496156.25	2288088.44	66
30	31	N 63°31'05" E	3.58	495850.70	2287642.26	30	66	67	N 36°46'16" E	2.94	496158.01	2288090.79	67
31	32	N 61°52'47" E	3.58	495853.90	2287643.85	31	67	68	N 28°07'07" E	3.15	496159.50	2288093.57	68
32	33	N 60°14'28" E	3.58	495857.05	2287645.54	32	68	69	N 19°57'09" E	3.31	496160.63	2288096.69	69
33	34	N 58°23'45" E	4.47	495860.16	2287647.31	33	69	70	N 11°46'52" E	3.07	496161.25	2288099.69	70
34	35	N 56°33'06" E	3.58	495863.97	2287649.66	34	70	71	N 04°05'43" E	3.21	496161.48	2288102.89	71
35	36	N 54°54'47" E	3.58	495866.95	2287651.63	35	71	72	N 04°33'35" W	3.50	496161.20	2288106.38	72
36	37	N 53°16'29" E	3.58	495869.88	2287653.68	36	72	73	N 14°10'14" W	3.12	496160.44	2288109.40	73
							73	74	N 18°29'50" W	1.13	496160.08	2288110.47	74
							74	1	N 36°17'40" E	33.44	495179.87	2288137.42	1
							SUPERFICIE		08-28-90.24 HAS.				

Cabe mencionar que el Lote 38 y Lote 39 fueron definidos por el propio Plan Maestro de Ciudad Mayakoba y el PPDU-J, en función de los usos de suelo asignados para estos. Por lo tanto, los límites de cada lote (38 y 39) no fueron enmarcados a partir de límites de propiedad de acuerdo a escrituras públicas.

2.2.4. Inversión Requerida

Para el desarrollo del Proyecto se tendrá la inversión señalada en la Tabla 2. 3. El costo del mantenimiento de las viviendas dependerá de las necesidades del Proyecto durante los 99 años de operación contemplados.

Tabla 2. 3. Inversión total requerida para el Proyecto.

Concepto	Inversión (MXN)
Construcción	\$424,350,000.00
Indirectos obra	\$31,050,000.00
Indirectos administrativos	\$314,640,000.00
Terrenos	\$103,500,000.00
Total	\$873,540,000.00

2.3. Descripción General del Proyecto.

El Proyecto propuesto pretende la construcción de infraestructura habitacional y comercial, sobre dos predios conformados por dos lotes denominados de acuerdo al PPDU-J (2016) (Anexo Digital) y al macroproyecto Ciudad Mayakoba como: Lote 38 (2.90 ha) y Lote 39 (8.29 ha); ambos lotes suman una superficie total de 11.19 ha. En ambos lotes se desarrollarán las obras que conformarán el Proyecto.

En este tenor, el proyecto Village Etapa II, considera el aprovechamiento de una superficie de 8.000850 de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m² (2.04ha) del Lote 38 y de 42,254.19 m² (4.22 ha) del Lote 39. Asimismo, se contemplan una superficie total de 31, 913.46 m² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m² (2.900977 ha) en el Lote 39.

Cabe señalar que ambos lotes (Lote 38 y Lote 39) desde la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo del proyecto Ciudad Mayakoba (oficios número SGPA/DGIRA/DG/04219 y 03/ARRN/1476/13) (Anexo Digital), así como las posteriores autorizaciones otorgadas por la autoridad para la modificación del proyecto en comento (SGPA/DGIRA/DG/09500 (Anexo digital) y SGPA/DGIRA/DG-01896-22) (Anexo digital), ya consideran una superficie de aprovechamiento de 8.00 ha (2.613321 ha en el Lote 38 y 5.3885 ha en el Lote 39).

El proyecto estará conformado por edificios que alojarán 314 viviendas y locales comerciales, además de equipamiento, infraestructura de apoyo y de esparcimiento para la operación del desarrollo.

LOTE	CMS		
LOTE 38 A	Andadores	204.82	m ²
	Vialidades	645.50	m ²
	Área Verde	446.77	m ²
	SubTotal	2,904.22	m ²
LOTE 38 B	Locales	16,719.10	m ²
	Andadores	1,360.60	m ²
	Vialidades	3,117.33	m ²
	Área Verde	2,031.96	m ²
	SubTotal	23,229.00	m ²
LOTE 39 A	Est.techado	5,012.50	m ²
	Vialidades	1,999.77	m ²
	Andadores	624.98	m ²
	Área Verde	0.00	m ²
	SubTotal	7,637.25	m ²
LOTE 39 B	Caseta	19.22	m ²
	Est. Amenidades	14,216.11	m ²
	Vialidades	3,497.55	m ²
	Andadores	2,520.75	m ²

LOTE	CMS		
	Bodega	27.39	m ²
	Albercas	470.00	m ²
	Palapas	1,042.00	m ²
	Locales	20,262.60	m ²
	Área Verde	4,182.42	m ²
SubTotal		46,238.04	m²
GRAN TOTAL		80,008.51	m²

Ahora bien, tal y como se indicó, de la huella total del proyecto solo una parte requerirá de cambio de uso de suelo (6.26 ha) ello, en virtud de que el resto de la superficie o se encuentra desprovista de vegetación o avalada dentro de una autorización previa de cambio de uso de suelo forestal que en su momento se le concedió al desarrollador Maestro tal y como se presenta a continuación:

Conceptos del proyecto que requerirán cambio de uso de suelo.

LOTE	OBRA	SUPERFICIE (m ²)
38	Camino interior	2,162.74
	Área verde	1,695.44
	Andadores	1,028.35
	Edificaciones	15,512.30
TOTAL		20,398.83

LOTE	OBRA	SUPERFICIE (m ²)
39	Camino interior	4,919.13
	Andadores	2,559.74
	Edificaciones	31,832.48
	Alberca	470.00
	Área verde	2,472.82
TOTAL		42,254.17

TOTAL 38 Y 39	62,653.00
----------------------	------------------

Tabla General de Cambio de Uso de Suelo.

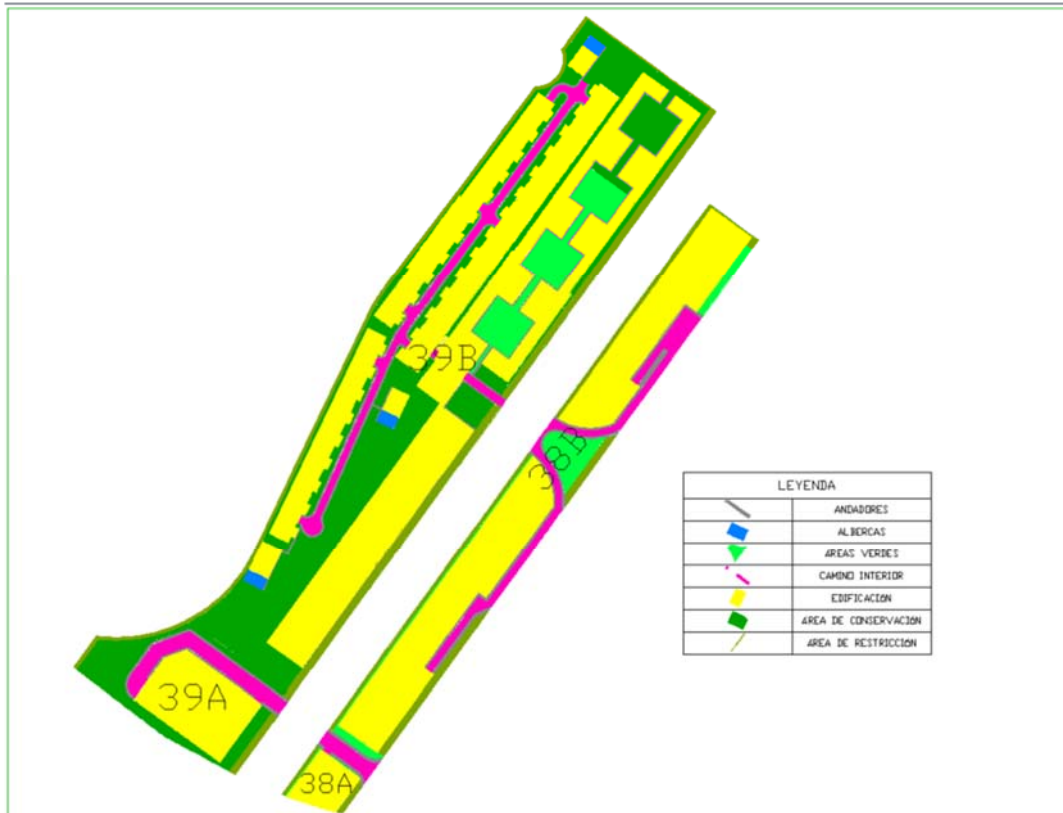
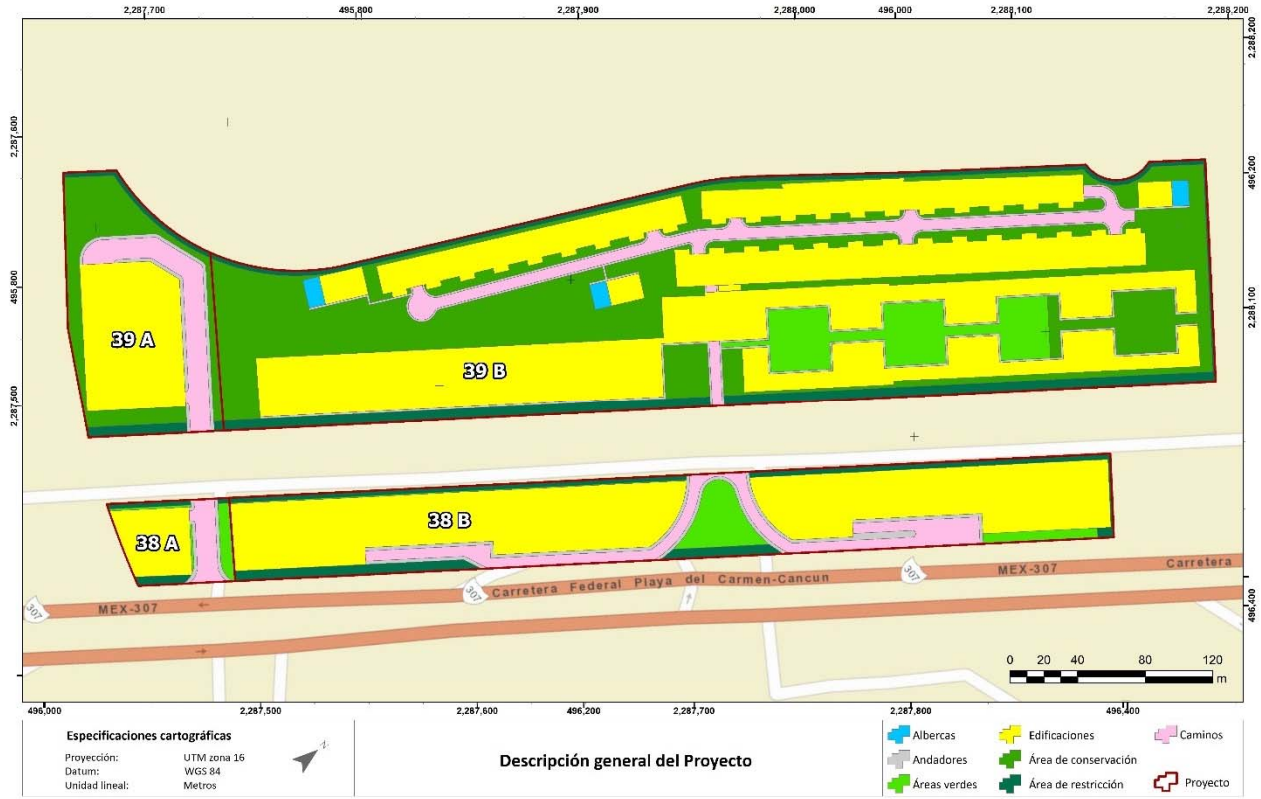
Selva mediana	Sup. en m2	Sup. en has
Área verde	4,168.26	0.416
Andadores	3,588.09	0.358
Camino interior	7,081.87	0.708
Edificación	47,344.78	4.734
Alberca	470.00	0.047
Superficie de cambio de uso de suelo	62,653	6.26

Dentro de la superficie de infraestructura existente (1.73 Ha) se contempla el area desprovista de vegetación la cual desde anterior al 2013 se han mantenido sin vegetación; así como una superficie que originalmente fue contemplada por el desarrollador maestro dentro de su autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto “El Ximbal” por lo que, aun cuando a la fecha se encuentra con vegetación forestal su desmonte se realizará conforme a dicha autorización y de la cual en su momento, se realizarán los trámites correspondientes para la transmisión a favor de la promovente.

Infraestructura establecida o desprovista de vegetación		
Lote 38		
Componente	Superficie m²	Autorización
Antiguo Camino de acceso	592.2171	Oficio No. 03/ARRN/1476/13-3586 de fecha 06 de noviembre de 2013.
Acceso hacia el túnel y obra asociada (restaurant)	1,307.1797	
Área desprovista de vegetación (Showroom de la Ceiba).	1,282.879	
Vialidad de desaceleración y Área jardinada	2,947.834	Oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013.
Subtotal	5,737.8909	
Lote 39		
Camino Antiguo	592.2171	Oficio No. 03/ARRN/1476/13-3586 de fecha 06 de noviembre de 2013
Vialidad	6,950.4744	
Explanada	4,078.4151	
Subtotal	11,621.1166	
TOTAL	17,359.0075	

A continuación, se presenta el plan maestro, objeto del presente DTU, donde se observa que para una mejor interpretación y manejo de la información los lotes 38 y 39 se fraccionaron en 2 partes (A y B), tal y como se muestra en la imagen siguiente:

Figura 2. 4. Descripción general del Proyecto.



Esto, con la finalidad de que la promovente pueda cumplir con todos y cada uno de los parámetros urbanísticos que le imponen la Legislación Municipal a cada uno de los lotes tal y como se refieren en las escrituras de la propiedad respetivamente y en el capítulo de vinculación correspondiente.

2.3.1. Representación Gráfica Regional

El sistema ambiental se define como “*el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socio-económico 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*”².

Asimismo, la SEMARNAT, en la “guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional” señala que para delimitar el sistema ambiental: *Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados*; asimismo se recomienda analizar el concepto de región a fin que se maneje un criterio común con la autoridad, que permita ponderar la calidad del sistema ambiental donde se pretende ubicar el proyecto y determinar cómo impactará éste en la integridad funcional del o de los ecosistemas que conforman dicho sistema. En ese sentido, la SEMARNAT, define la región como:

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.

De igual manera, la misma guía establece que el área de influencia es definida como “*espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.*”

Tomando en consideración los conceptos de sistema ambiental, región y zona de influencia, para establecer los límites del SAR, como primer paso se definió la escala adecuada y objetiva en la que el Proyecto potencialmente podría influir en los componentes ambientales y sociales, considerando como principal elemento los impactos ambientales que podrían generarse derivado de su desarrollo, así como la extensión geográfica donde tendrían lugar dichos impactos.

Posteriormente, esta primera aproximación a la delimitación del SAR, fue perfeccionada considerando los siguientes aspectos:

- Aspectos ambientales: Fisiografía, geomorfología y vegetación, etc.
- Aspectos jurídicos: Instrumentos jurídicos referentes al ordenamiento del territorio y áreas naturales protegidas.
- Aspectos sociales – urbanos: Vías de comunicación, construcciones, etc. (limitantes físicas que representan barreras naturales frente a la propagación o dispersión de algún impacto definido para cada uno de los componentes del medio).

² SEMARNAT. 2022. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental>.

Como se puede observar, la definición del SAR, obedeció a diferentes criterios que permiten garantizar que la evaluación de los impactos ambientales y el seguimiento de los mismos, sea considerado como objetivo y dirigido a reducir los riesgos inherentes del Proyecto.

Considerando los elementos de análisis mencionados, los límites del SAR del Proyecto se presentan en la Figura 2. 5. Cabe señalar que el SAR corresponde a una superficie de 409.25 ha.

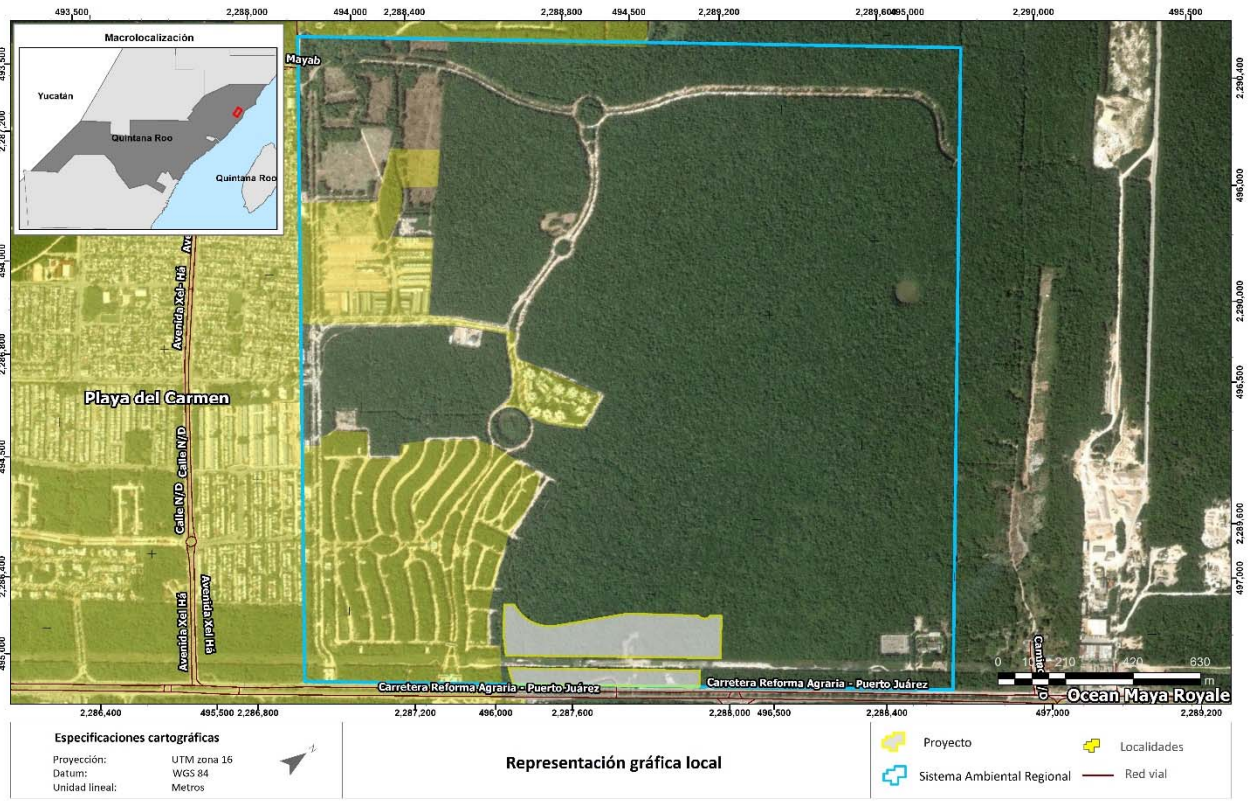
Figura 2. 5. Representación gráfica del Proyecto en el marco del SAR.



2.3.2. Representación Gráfica Local

Tal como se mencionó en el Apartado 2.2.3. Ubicación del Proyecto, éste se localiza a la altura del kilómetro 299 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, Boulevard Playa del Carmen, sin número, Lote 001-1 y Lote 001-3, manzana 002, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Así mismo, el Proyecto se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), los cuales se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3. En conjunto el Lote 38 y Lote 39 suman una superficie total de 11.19 ha. En la Figura 2. 6 se puede observar la ubicación local de cada uno de los elementos que componen el Proyecto.

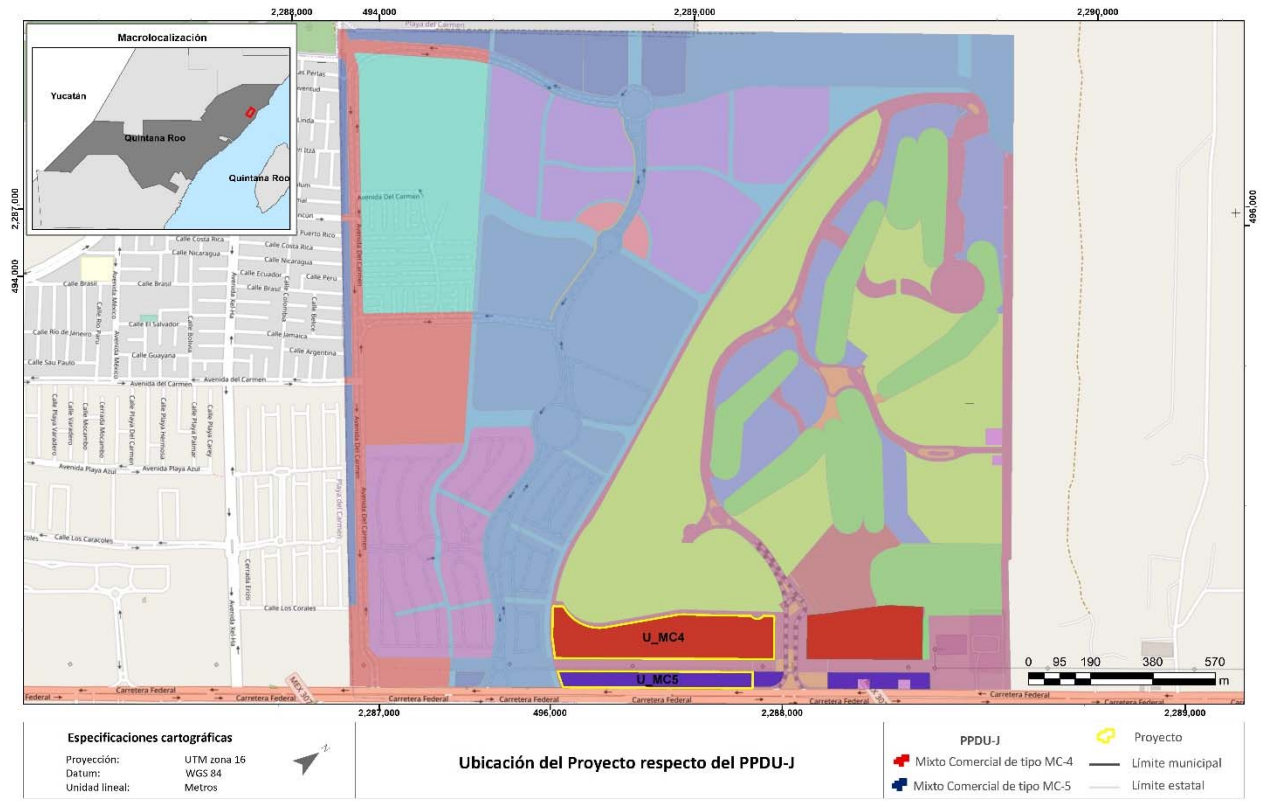
Figura 2. 6. Representación gráfica local del Proyecto.



2.3.3. Uso Actual del Suelo

El lugar donde se desarrollará el Proyecto se localiza al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba -Lote 38 y Lote 39-, que es regulado por el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J) (Figura 2. 7). De acuerdo a este instrumento, los lotes en comento, cuentan con uso de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39. El PPDU-J, establece las normas generales y restricciones de edificación para el uso de suelo previamente mencionado. Para mayor detalle en el Capítulo 3 se presenta la vinculación del Proyecto con este instrumento. Cabe señalar que de acuerdo con lo establecido en el PPDU-J, el Proyecto cuenta con la pertinencia y factibilidad para su implementación.

Figura 2. 7. Ubicación del Proyecto respecto del PPDU-J.



2.3.4. Urbanización del Área y Descripción de los Servicios Requeridos

El Proyecto, al insertarse dentro del plan maestro denominado Ciudad Mayakoba, cuenta con instalaciones de servicios requeridos para la implementación y operación de desarrollos inmobiliarios tales como suministro de energía eléctrica, de agua potable, acometidas para la instalación de redes de telecomunicaciones y alcantarillado. Asimismo, el Proyecto se ubica dentro del polígono del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J), que fue planeado con la finalidad de desarrollar proyectos urbanos integrales, facilitando la consolidación del suelo.

El PPDU-J tiene como unos de sus objetivos generales “dotar de infraestructura básica y de apoyo, así como, del equipamiento necesario a la población esperada en este desarrollo”; para lo que se desarrolló el Programa Infraestructura Urbana, que establece líneas de acción, corresponsabilidades y metas, para la planeación del desarrollo urbano (Tabla 2. 4).

Tabla 2. 4. Programa Infraestructura Urbana del PPDU-J³.

Programa:	Infraestructura Urbana		Metas			Corresponsabilidad				
Subprograma	Líneas de Acción	Acciones	Corto	Mediano	Largo	Sector Público			Sector Privado	Sector Social
						Municipio	Estado	Federación		
Infraestructura Urbana	Concertación de compromiso de dotación de servicios	Convenio con CFE de electrificación	X			X	X	X	X	
		Convenio con CAPA de dotación de servicios de agua potable y aguas residuales	X			X	X	X	X	
Agua potable	Abastecimiento	Desarrollo y ampliación de zonas de captación	X			X	X	X		
		Construcción de cárcamos y subestaciones eléctricas	X	X	X	X	X	X		
	Alimentación en las nuevas localidades	Construcción de líneas de alimentación	X	X	X	X	X			
	Distribución	Construcción de redes de distribución	X	X	X	X	X		X	
Alcantarillado sanitario	Plantas de saneamiento de aguas negras en nuevas zonas del desarrollo	Construcción de las PTAN	X	X				X	X	
	Recolección en las nuevas zonas	Construcción de las redes de alcantarillado	X	X		X	X		X	
	Estaciones de bombeo	Construcción de estaciones de bombeo	X			X	X		X	
Energía eléctrica	Conducción	Construcción red troncal 1°	X			X	X	X	X	
		Construcción red troncal 2°		X		X	X	X	X	
		Construcción red troncal 3°			X	X	X	X	X	
	Electrificación	Construcción redes de electrificación y alumbrado público 1° etapa	X			X	X	X	X	
		Construcción redes de electrificación y alumbrado público 2° etapa		X		X	X	X	X	
		Construcción redes de electrificación y alumbrado público 3° etapa			X	X	X	X	X	

³ Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo. 10 de marzo de 2016. Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización del Programa Parcial del Desarrollo Urbano El Jesusito, abrogándose el anterior publicado el 29 de marzo 2013, aprobado en la quincuagésima tercera sesión ordinaria, celebrada el 26 de noviembre del año 2015.

Es así como el Proyecto cuenta con la factibilidad para brindar todos los servicios necesarios para el establecimiento de viviendas y locales comerciales: de energía eléctrica, agua potable y drenaje municipal. Eventualmente, también contará con servicios de internet, telefonía fija y móvil, televisión de paga, etc.

2.4. Características Particulares del Proyecto

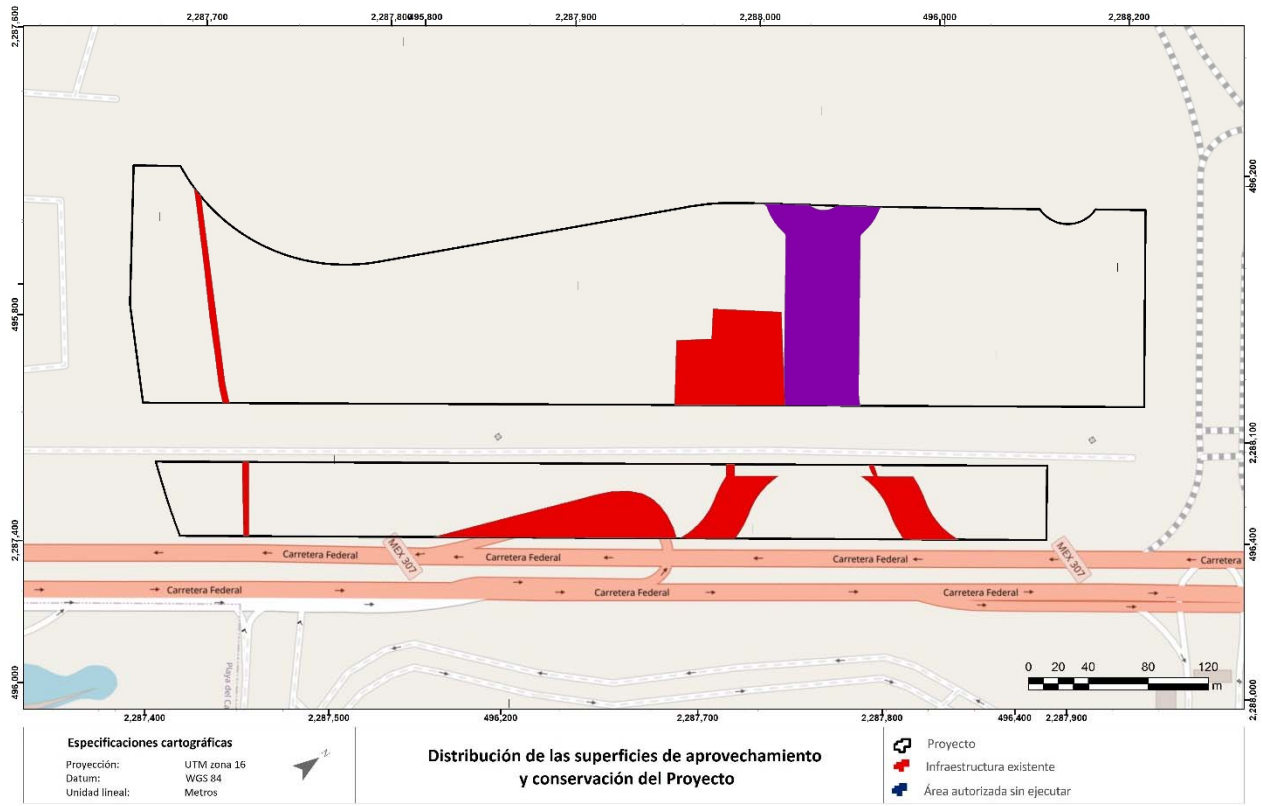
El Proyecto consiste en la construcción de infraestructura habitacional y comercial, y está conformado por edificios que alojarán locales comerciales, así como 314 viviendas, además contará con vialidades, estacionamientos, andadores, albercas, palapas, caseta y bodega y áreas verdes.

En su totalidad del Proyecto se desplantarán en una superficie de 8.00850 ha, en una superficie de 2.61 ha que representan el 90% de la superficie del Lote 38 y 5.3875 ha, que representa el 65 % de la superficie del Lote 39, atendiendo el Coeficiente de Modificación del Suelo que establece el PPDU- El Jesusito, el área restante, es decir 3.1913 ha, de las cuales 0.2903 ha que equivale al 10% de la superficie del Lote 38 y una superficie de 2.9009 ha, que equivale el 35% de la superficie del Lote 39, corresponden a áreas que se destinarán para la conservación de la vegetación en su estado natural (Figura 2. 8).

Es importante señalar que, de las 8.00850 ha que serán desplantadas, solamente 6.26 ha requieren Cambio de Uso de Suelo en Materia Forestal en virtud de que la superficie restante de 17,354.56 m² obedece a infraestructura previamente reconocida y autorizada a través del oficio SGPA/DGIRA/DG/04219 con fecha de 19 de junio de 2013 en materia de impacto ambiental y del oficio 03/ARRN/1476/13 de fecha 06 de noviembre de 2013.

De los 17,354.56 m² que conforman la infraestructura establecida, 5,733.447 m² se ubican en el lote 38, dicha superficie fue reconocida a través del instrumento notarial número 1,712 de fecha 19 de octubre del 2022 mediante una FE DE HECHOS (Anexo 1). Asimismo, 11,621.116 m² se ubican en el lote 39, en dicha superficie existe una huella que corresponde a un camino que fue autorizado a través de los oficios referidos en el párrafo anterior y que se encuentra en su estado natural y corresponde a 6,950.4744 m²; por lo que, dicha área únicamente se somete a evaluación en materia de impacto ambiental y no así en materia forestal. En el plano siguiente se muestran los componentes que conforman dichas superficies.

Figura 2. 8. Distribución de las superficies de aprovechamiento y conservación del Proyecto.



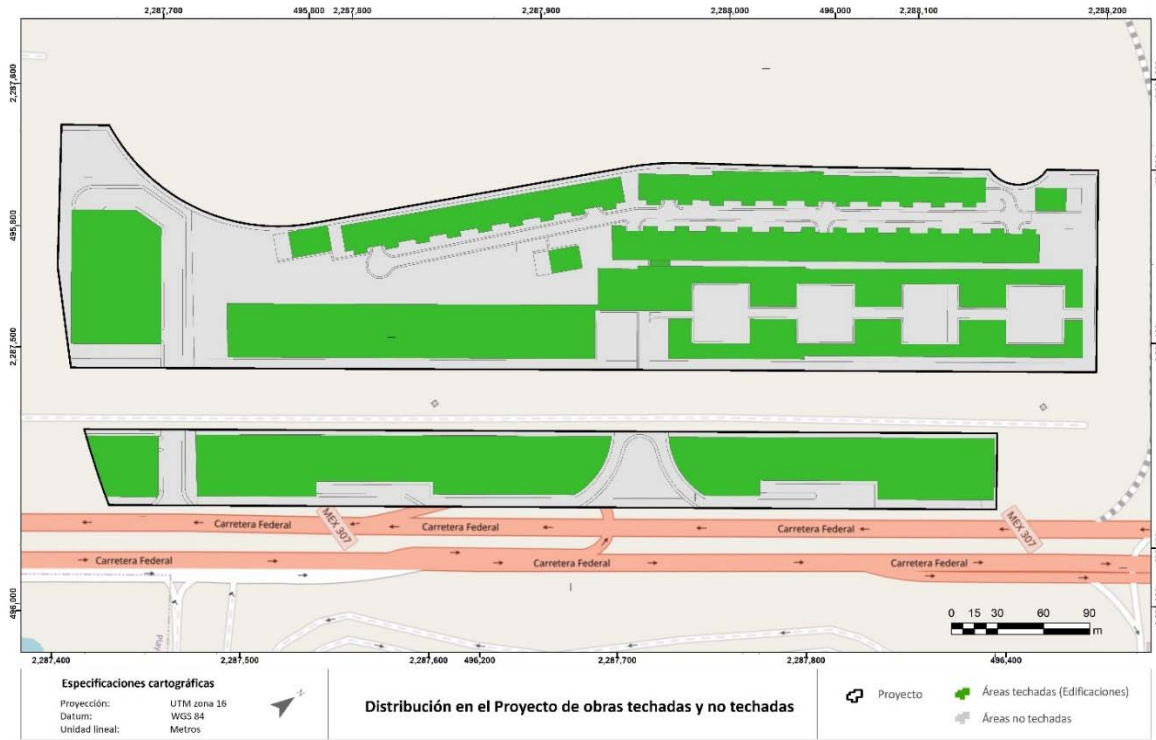
El tipo de vegetación que será afectado por la implementación del Proyecto corresponde con selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (SMQ/VSA), siendo el único tipo de vegetación registrado en el Proyecto. En la Figura 2. 9 se presenta la distribución de las obras respecto de la SMQ/VSA.

Figura 2. 9. Distribución de las superficies de aprovechamiento del Proyecto respecto de la SMQ/VSA.



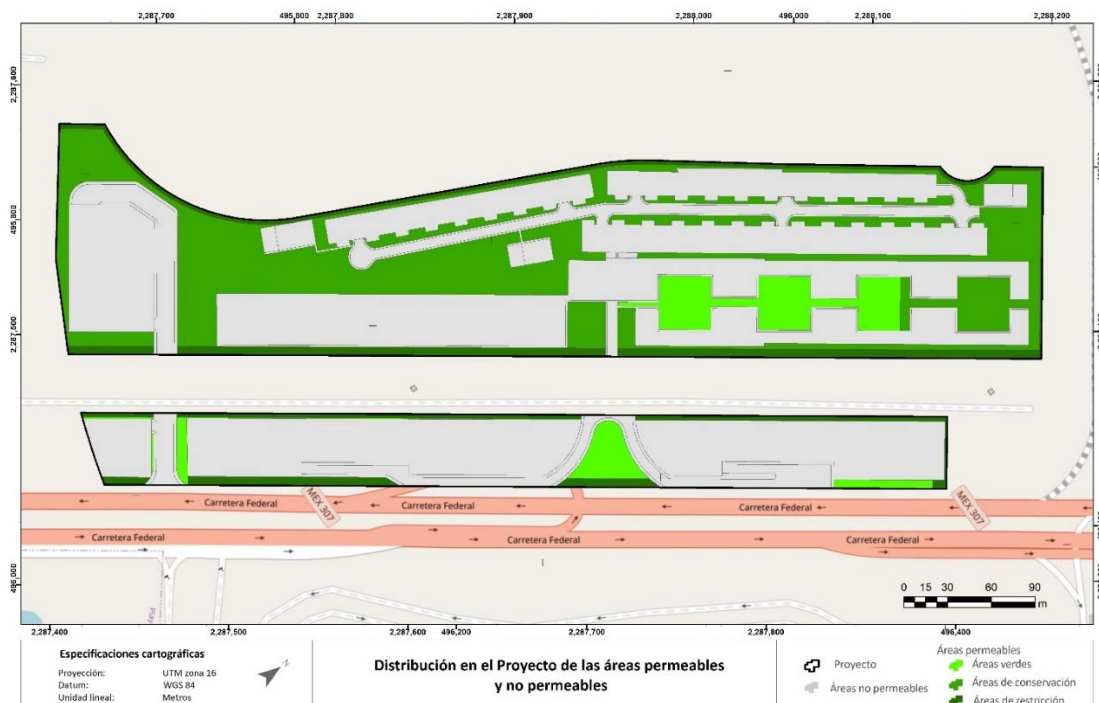
De las 8.000850 ha de aprovechamiento que considera el Proyecto, 61,767.97 m² serán obras techadas (COS), de las cuales 20,325.83 m² equivalentes al 70% se ubican en el lote 38, mientras que 41,442.14 m² equivalentes a 50 %, se ubicará, en el lote 39. Su distribución se muestra en la Figura 2. 10.

Figura 2. 10. Distribución en el Proyecto de obras techadas y no techadas.



En el plano siguiente se muestran las áreas permeables y no permeables del proyecto:

Figura 2. 11. Distribución en el Proyecto de las áreas permeables y no permeables.



2.4.1. Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

De acuerdo con la Fracción VI del Artículo 7, de la LGEEPA, el cambio de uso de suelo en terrenos forestales corresponde a:

“La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;”

Asimismo, de acuerdo con la Fracción LXXI del Artículo 7, de la Ley en comento, un terreno forestal se define de la siguiente manera:

“Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;”

Por otro lado, de acuerdo con la Fracción LXXX y LXXXI del Artículo 7, de la misma Ley, la vegetación forestal y vegetación secundaria nativa, se definen de la siguiente manera:

“Vegetación forestal: Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;”

“Vegetación secundaria nativa: Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico;”

Conforme a lo antes señalado los predios que integran el Proyecto registran la presencia de vegetación de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea (Capítulo 4), la cual corresponde a un tipo de vegetación forestal de acuerdo con las Fracciones LXXX y LXXI del Artículo 7, de la LGEEPA. En ese sentido, el Proyecto requiere la autorización en materia de impacto ambiental y forestal para del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) para el aprovechamiento de 6.26 ha en áreas de selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea en el Lotes 38 y Lote 39, que cuentan con una superficie total de 11.19 ha, dejando 3.1913 ha de este tipo de cobertura vegetal como áreas de conservación (Tabla 2. 5); todo lo antes descrito en congruencia con el Artículo 28 fracciones VII y IX de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 93 de la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y con base en el ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

Tabla 2. 5. Superficies de CUSTF y conservación que considera el Proyecto.

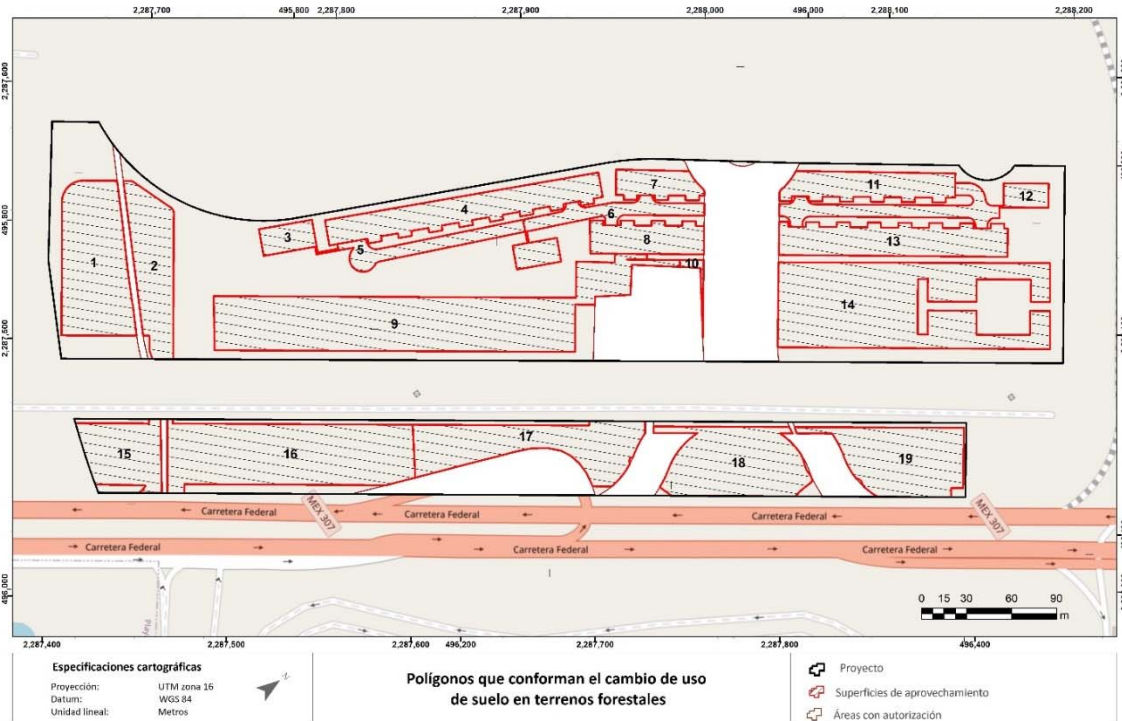
Concepto	Lote	Tipo de vegetación	Superficie	
			m2	ha
Cambio de uso de suelo en terrenos forestales (aprovechamiento)	38	Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea	20,399.76	2.0399
	39		42,254.19	4.2541
Total			62,653.95	6.2653
Conservación	38	Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea	2,903.69	0.2903
	39		29,009.77	2.9009
Total			31,913.46	3.1913

En la siguiente Figura 2. 12 se presenta la huella sujeta a CUSTF. En el Anexo 2, se presenta la lista de coordenadas UTM del área total de CUSTF solicitada, así como sus planos correspondientes. Estas coordenadas, que integran 19 polígonos, pueden enmarcar uno o más de los elementos que integran el Proyecto y que serán descritos a detalle en los subsiguientes apartados, y que corresponden con los siguientes conceptos: Edificios, andadores, vialidades, caseta y bodega, albercas, palapas y áreas verdes.

Figura 2. 12. Área sujeta a CUSTF.



Figura 2. 13. Polígonos que conforman el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.



2.4.2. Obras del Proyecto

2.4.2.1. Edificios (torres)

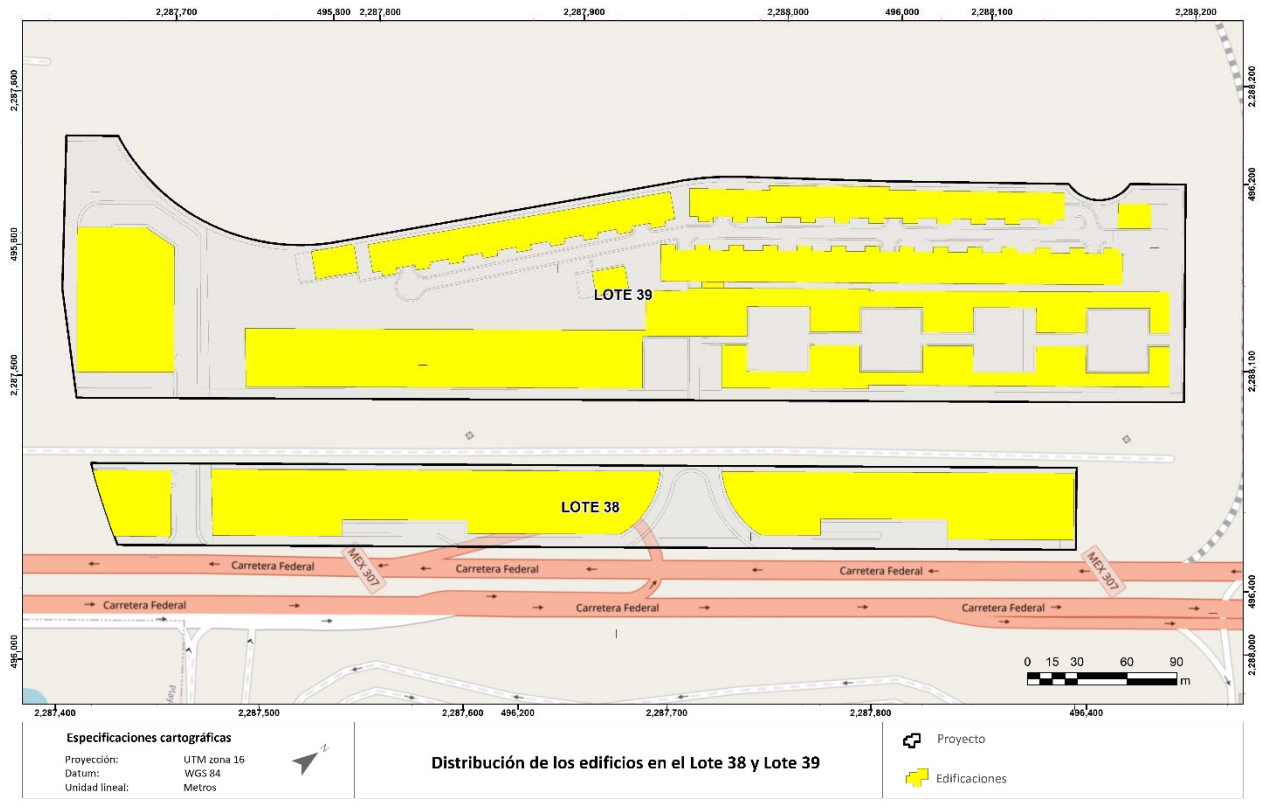
El Proyecto contempla una superficie total de 8.000850 ha para el desarrollo de los edificios que alojarán tanto locales comerciales como viviendas. En resumen, los edificios contarán con las siguientes dimensiones, elementos y distribución:

- 3 edificios que alojarán locales comerciales, oficinas, áreas comunes y estacionamientos; estos edificios se ubicarán en el Lote 38.
- 6 edificios que alojarán 314 viviendas, locales comerciales, oficinas, áreas comunes y estacionamientos, estos edificios se ubicarán en el Lote 39.

Tabla 2. 6. Superficie que ocuparán los edificios (torres) por lote.

Concepto/elemento	Lote	Superficie	
		m ²	ha
Edificios A, B y C	38	20,325.83	2.0325
Edificios A, B, C, D, E y F	39	41,442.14	4.1442
Total		61,767.97	6.1767

Figura 2. 14. Distribución de los edificios en el Lote 38 y Lote 39.

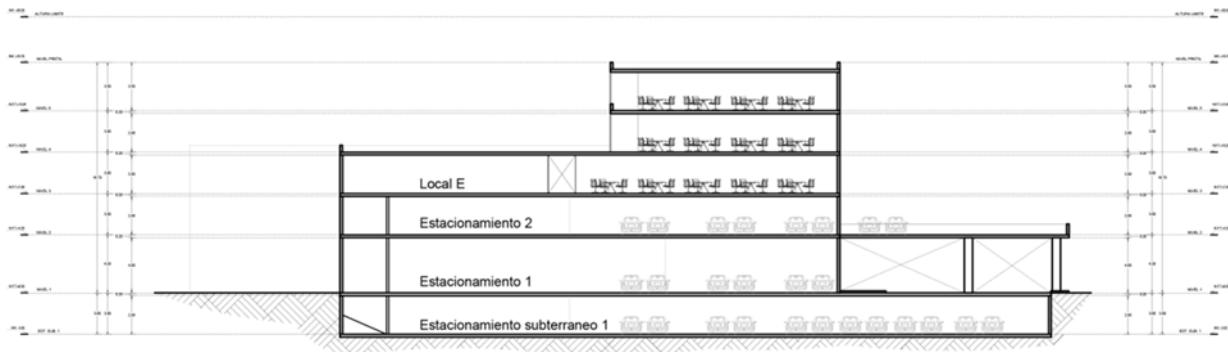


A continuación, se presenta la descripción de las edificaciones para cada uno de los lotes del proyecto Village Etapa II.

► **Lote 38 fracción A.**

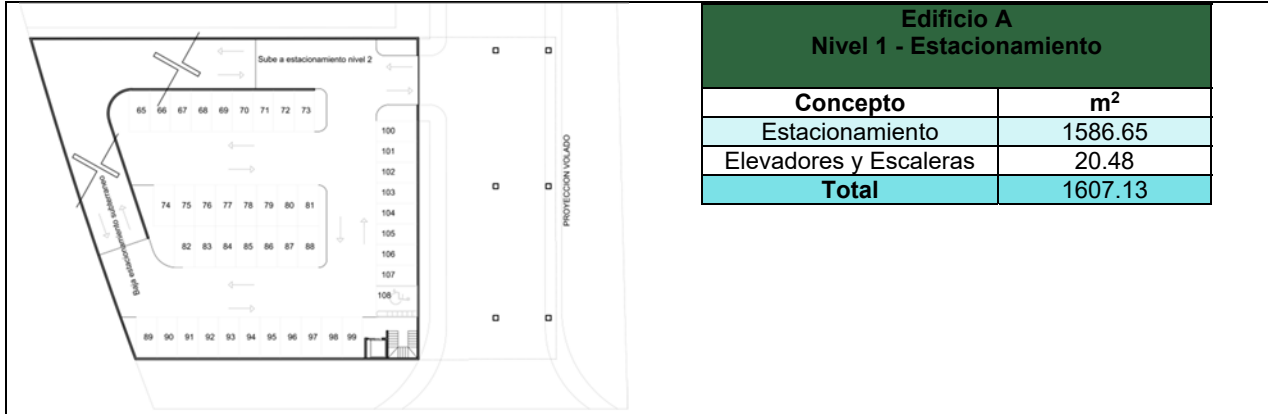
El **Edificio A** consta de una (1) torre para locales comerciales, Asimismo, cuenta con cinco (5) niveles; dos (2) de los cuales serán ocupados por estacionamientos y (3) tres serán destinados como a área comercial. Este edificio también contará con un (1) estacionamiento subterráneo.

Figura 2. 15. Sección longitudinal del Edificio A.

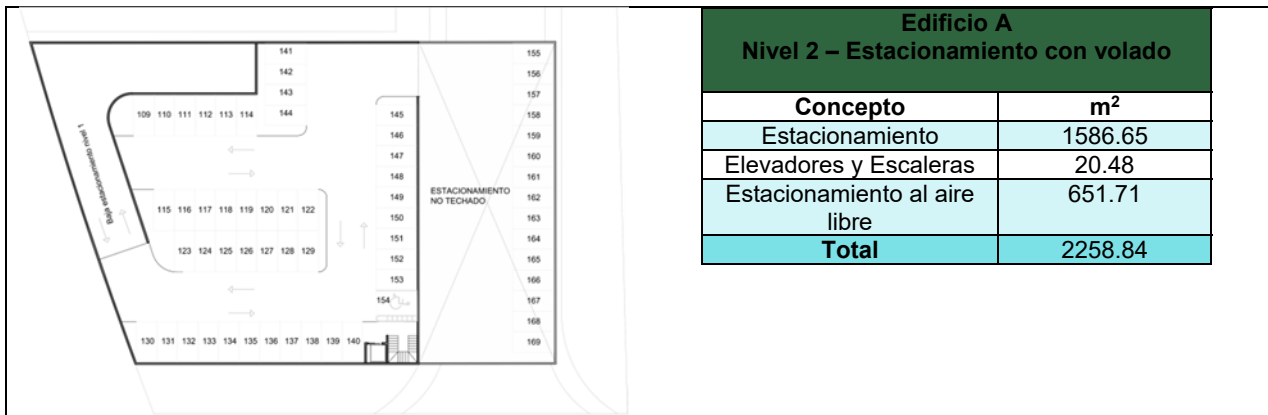


El primer y segundo nivel estarán conformados por estacionamientos con una superficie de 1,607.13 m² en el primer nivel y de 2,258.84 m² para el segundo nivel. En el siguiente Cuadro 2. 1 y Cuadro 2. 2, se muestra la planta tipo y la tabla de áreas totales de los estacionamientos.

Cuadro 2. 1. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 1 estacionamiento, Edificio A.



Cuadro 2. 2. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 2 estacionamiento con volado, Edificio A.



Los niveles tres (3) al cinco (5) estarán conformados por locales comerciales; estos contarán con una superficie de 1,607.13 m², para el primero y de 651.70 m² para los dos restantes. En el siguiente Cuadro 2. 3 y Cuadro 2. 4, se muestra la planta tipo y la tabla de áreas totales para cada nivel.

Cuadro 2. 3. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 3 locales comerciales, Edificio A.

	Edificio A Nivel 3 – Locales comerciales	
	Concepto	m ²
	Local A	241.51
	Local B	188.54
	Local C	208.80
	Local D	185.16
	Local E	328.41
	Local F	188.68
	Pasillos	58.62
	Elevadores y escaleras	20.48
Área común	186.93	
Total	1607.13	

Cuadro 2. 4. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 4 y Nivel 5 locales comerciales, Edificio A.

	Edificio A Nivel 4 y 5 – Locales comerciales	
	Concepto	m ²
	Local G	144.09
	Local H	141.53
	Local I	144.24
	Pasillos	58.62
	Elevadores y escaleras	20.48
	Área común	142.74
Total	651.70	

El **Edificio B y Edificio C** constan de dos (2) torres para locales comerciales y oficinas, con diseños muy similares, e integradas por tres (3) módulos cada una. Cada edificio contará con cinco (5) niveles destinados como área comercial. Estos edificios también dispondrán de tres (3) estacionamientos subterráneos, con una superficie de 2,207.76 m², para el servicio de ambos edificios.

Figura 2. 16. Sección longitudinal del Edificio B y Edificio C.



En la siguiente En el Cuadro 2. 5 y

Cuadro 2. 6, se presentan desglosadas las áreas totales del Edificio B por nivel y por módulo.

Cuadro 2. 5. Tabla de áreas totales por nivel y por módulo.

Nivel 1							
Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3			
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²		
Local 1	551.92	Local 17	121.73	Local 27	142.41		
Local 2	123.38	Local 18	120.16	Local 28	123.39		

Local 3	123.40	Local 19	123.39	Local 29	123.39
Local 4	121.76	Local 20	125.00	Local 30	123.39
Local 5	123.40	Local 21	134.28	Local 31	123.39
Local 6	121.76	Local 22	138.08	Local 32	123.39
Local 7	123.40	Local 23	121.78	Local 33	121.78
Local 8	121.82	Local 24	123.39	Local 34	123.39
Local 9	602.00	Local 25	121.82	Local 35	121.78
Local 10	137.06	Local 26	204.76	Local 36	123.39
Local 11	137.10	Pasillos	95.61	Local 37	799.88
Local 12	135.34	Área común	821.01	Local 38	142.95
Local 13	137.17	Elevadores y escaleras	18.66	Local 39	123.99
Local 14	135.41	Total	2,269.67	Local 40	124.02
Local 15	137.24			Local 41	124.06
Local 16	135.66			Local 42	124.10
Pasillos	156.85			Local 43	124.13
Área común	0.00			Local 44	122.54
Elevadores y escaleras	0.00			Local 45	124.20
Total	3,124.67			Local 46	122.61
				Local 47	124.27
				Local 48	597.65
				Pasillos	221.26
				Área común	0.00
				Elevadores y escaleras	0.00
				Total	4,125.35
Nivel 2 y 3					
Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3	
Concepto	m²	Concepto	m²	Concepto	m²
Local 1	124.95	Local 17	121.73	Local 27	142.41
Local 2	123.37	Local 18	120.16	Local 28	123.39
Local 3	123.40	Local 19	123.39	Local 29	123.39
Local 4	121.76	Local 20	125.00	Local 30	123.39
Local 5	123.40	Local 21	134.28	Local 31	123.39
Local 6	121.76	Local 22	138.08	Local 32	123.39
Local 7	123.40	Local 23	121.78	Local 33	121.78
Local 8	121.82	Local 24	123.39	Local 34	123.39
Local 9	138.64	Local 25	121.82	Local 35	121.78
Local 10	137.06	Local 26	204.76	Local 36	123.39
Local 11	137.10	Terraza al aire libre	607.49	Local 37	121.82
Local 12	135.34	Pasillos	95.61	Local 38	130.04
Local 13	137.18	Área común	821.01	Local 39	112.75
Local 14	135.41	Elevadores y escaleras	18.66	Local 40	112.76
Local 15	137.25	Total	2,877.16	Local 41	112.76
Local 16	135.66			Local 42	112.76
Pasillos	109.73			Local 43	112.76
Área común	0.00			Local 44	111.28
Elevadores y escaleras	0.00			Local 45	112.76
Total	2,187.23			Local 46	111.28
				Local 47	112.76
				Local 48	111.42
				Pasillos	152.97
				Área común	0.00
				Elevadores y escaleras	0.00
				Total	2,777.80
Nivel 4					
Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3	
Concepto	m²	Concepto	m²		
Oficina 1	179.00	Oficina 17	174.56		
Oficina 2	176.70	Oficina 18	179.20		
Oficina 3	176.75	Oficina 19	88.02		
Oficina 4	176.78	Oficina 20	86.87		
Oficina 5	90.35	Oficina 21	89.22		
Oficina 6	89.20	Oficina 22	90.32		
Oficina 7	89.22	Oficina 23	95.20		
Oficina 8	88.04	Oficina 24	95.25		

Oficina 9	89.22	Oficina 25	95.25
Oficina 10	88.04	Oficina 26	88.00
Oficina 11	89.22	Oficina 27	89.14
Oficina 12	88.08	Oficina 28	87.96
Oficina 13	137.95	Oficina 29	101.77
Oficina 14	136.30	Oficina 30	103.08
Oficina 15	136.38	Oficina 31	101.80
Oficina 16	136.54	Pasillos	340.65
Pasillos	219.46	Área común	344.72
Área común	0.00	Elevadores y escaleras	18.66
Elevadores y escaleras	0.00	Total	2,269.67
Total	2,187.23		

Nivel 5			
Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	
	Concepto	m ²	
	Oficina 57	174.56	
	Oficina 58	179.20	
	Oficina 59	88.02	
	Oficina 60	86.87	
	Oficina 61	89.22	
	Oficina 62	90.32	
	Oficina 63	95.20	
	Oficina 64	95.25	
	Oficina 65	95.25	
	Oficina 66	88.00	
	Oficina 67	89.14	
	Oficina 68	87.96	
	Oficina 69	101.77	
	Oficina 70	103.08	
	Oficina 71	101.80	
	Pasillos	340.65	
	Área común	344.72	
	Elevadores y escaleras	18.66	
	Total	2,269.67	

Cuadro 2. 6. Tabla de áreas totales por nivel y por módulo, para el Edificio C.

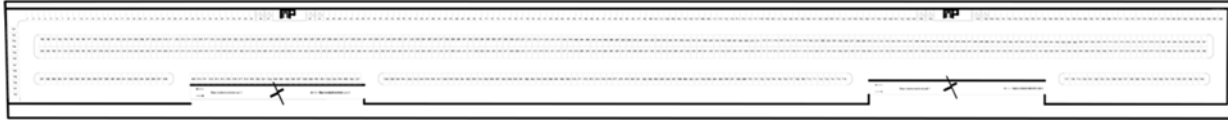
Nivel 1					
Módulo 4		Módulo 5		Módulo 6	
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²
Local 49	180.45	Local 63	125.09	Local 77	131.62
Local 50	121.77	Local 64	125.15	Local 78	128.44
Local 51	121.77	Local 65	126.76	Local 79	128.44
Local 52	121.77	Local 66	57.00	Local 80	128.44
Local 53	121.77	Local 67	57.09	Local 81	128.44
Local 54	121.78	Local 68	57.86	Local 82	128.44
Local 55	123.39	Local 69	126.76	Local 83	128.44
Local 56	121.72	Local 70	125.15	Local 84	463.75
Local 57	220.34	Local 71	125.15	Local 85	148.38
Local 58	123.25	Local 72	125.19	Local 86	144.96
Local 59	123.28	Local 73	58.05	Local 87	145.00
Local 60	123.32	Local 74	57.35	Local 88	145.04
Local 61	124.99	Local 75	57.38	Local 89	145.08
Local 62	123.44	Local 76	57.48	Local 90	145.12
Pasillos	108.06	Pasillos	98.06	Local 91	145.16
Área común	0.00	Área común	761.55	Local 92	521.60
Elevadores y escaleras	0.00	Elevadores y escaleras	18.66	Pasillos	152.22
Total	1981.1	Total	2,159.73	Área común	0.00
				Elevadores y escaleras	0.00
				Total	3,058.57

Nivel 2 y 3					
Módulo 4		Módulo 5		Módulo 6	
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²
Local 49	124.19	Local 63	125.09	Local 77	131.63
Local 50	121.78	Local 64	125.15	Local 78	128.45
Local 51	121.78	Local 65	126.76	Local 79	128.44
Local 52	121.78	Local 66	57.00	Local 80	190.47
Local 53	121.78	Local 67	57.09	Local 81	148.38
Local 54	121.78	Local 68	57.86	Local 82	144.96
Local 55	123.39	Local 69	126.76	Local 83	145.00
Local 56	121.71	Local 70	125.15	Local 84	215.22
Local 57	178.42	Local 71	125.15	Pasillos	64.57
Local 58	123.20	Local 72	125.19	Área común	0.00
Local 59	123.28	Local 73	58.05	Elevadores y escaleras	0.00
Local 60	123.32	Local 74	57.35	Total	1,297.12
Local 61	124.98	Local 75	57.38		
Local 62	123.43	Local 76	57.48		
Pasillos	102.71	Terraza al aire libre	740.40		
Área común	0.00	Pasillos	98.06		
Elevadores y escaleras	0.00	Área común	761.55		
Total	1,877.53	Elevadores y escaleras	18.66		
		Total	2,900.13		
Nivel 4					
Módulo 4		Módulo 5		Módulo 6	
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²
		Oficina 32	90.31	Oficina 45	188.04
		Oficina 33	90.30	Oficina 46	230.54
		Oficina 34	91.43	Oficina 47	162.54
		Oficina 35	91.87	Oficina 48	174.88
		Oficina 36	91.93	Oficina 49	174.03
		Oficina 37	93.09	Oficina 50	213.64
		Oficina 38	95.50	Pasillos	153.45
		Oficina 39	95.52	Área común	0.00
		Oficina 40	95.55	Elevadores y escaleras	0.00
		Oficina 41	182.06	Total	1,297.12
		Oficina 42	180.78		
		Oficina 43	157.53		
		Oficina 44	156.41		
		Pasillos	288.37		
		Área común	340.42		
		Elevadores y escaleras	18.66		
		Total	2,159.73		
Nivel 5					
Módulo 1		Módulo 2		Módulo 3	
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²
		Oficina 72	151.87		
		Oficina 73	95.54		
		Oficina 74	133.36		
		Pasillos	0.00		
		Área común	412.95		
		Elevadores y escaleras	18.69		
		Total	812.41		

En la siguiente Figura 2. 17, se presenta la planta arquitectónica de los estacionamientos subterráneos.

Figura 2. 17. Planta arquitectónica de los estacionamientos subterráneos.

Estacionamiento subterráneo 1



Estacionamiento subterráneo 2



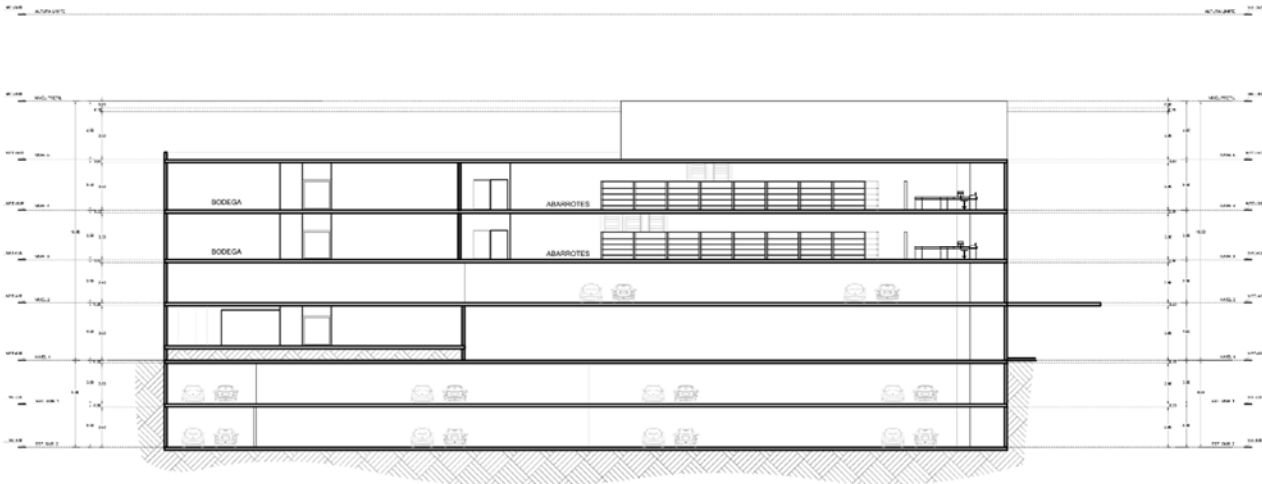
Estacionamiento subterráneo 3



► Lote 39

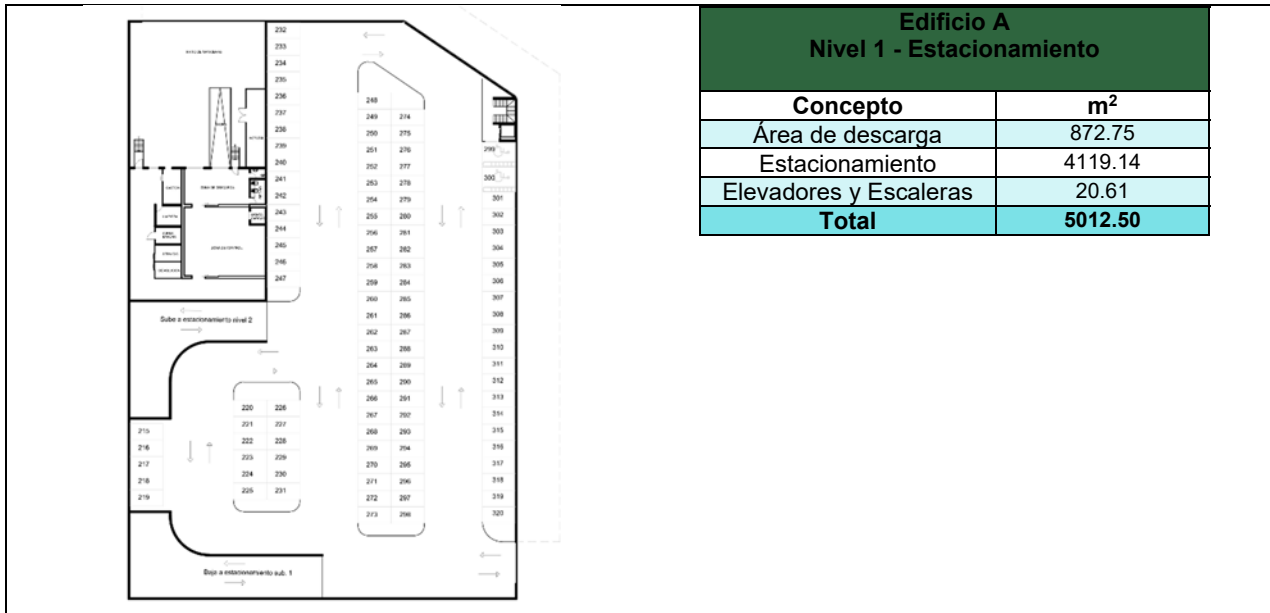
El **Edificio A** consta de una (1) torre para área comercial, la que ocupará una superficie de 21,149.32 ha. Cuenta con cinco (5) niveles; dos (2) de los cuales serán ocupados por estacionamientos, (2) dos serán destinados como a área comercial y uno (1) como terraza. Este edificio también contará con dos (2) estacionamientos subterráneos, con una superficie de 5,012.50 m² y 3,029.07 m².

Figura 2. 18. Sección longitudinal del Edificio A.

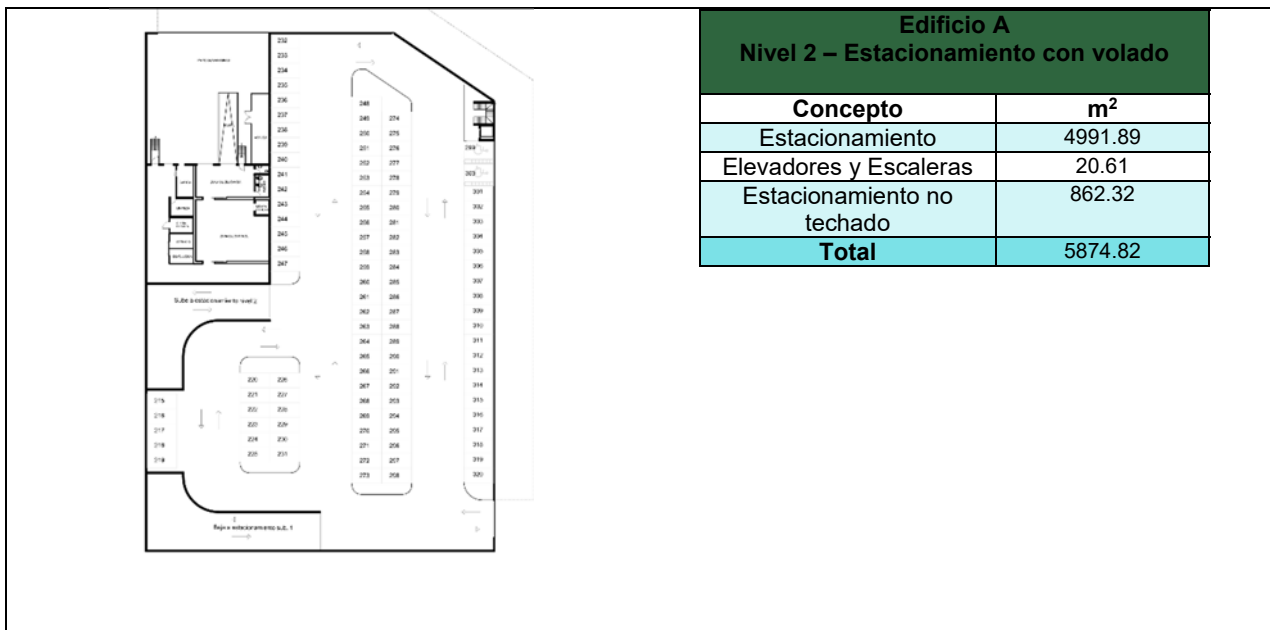


El primer y segundo nivel estarán conformados por estacionamientos con una superficie de 5,012.50 m² en el primer nivel y de 5,012.50 m² para el segundo nivel. En el siguiente Cuadro 2. 7 y Cuadro 2. 8, se muestra la planta tipo y la tabla de áreas totales de los estacionamientos.

Cuadro 2. 7. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 1 estacionamiento, Edificio A.

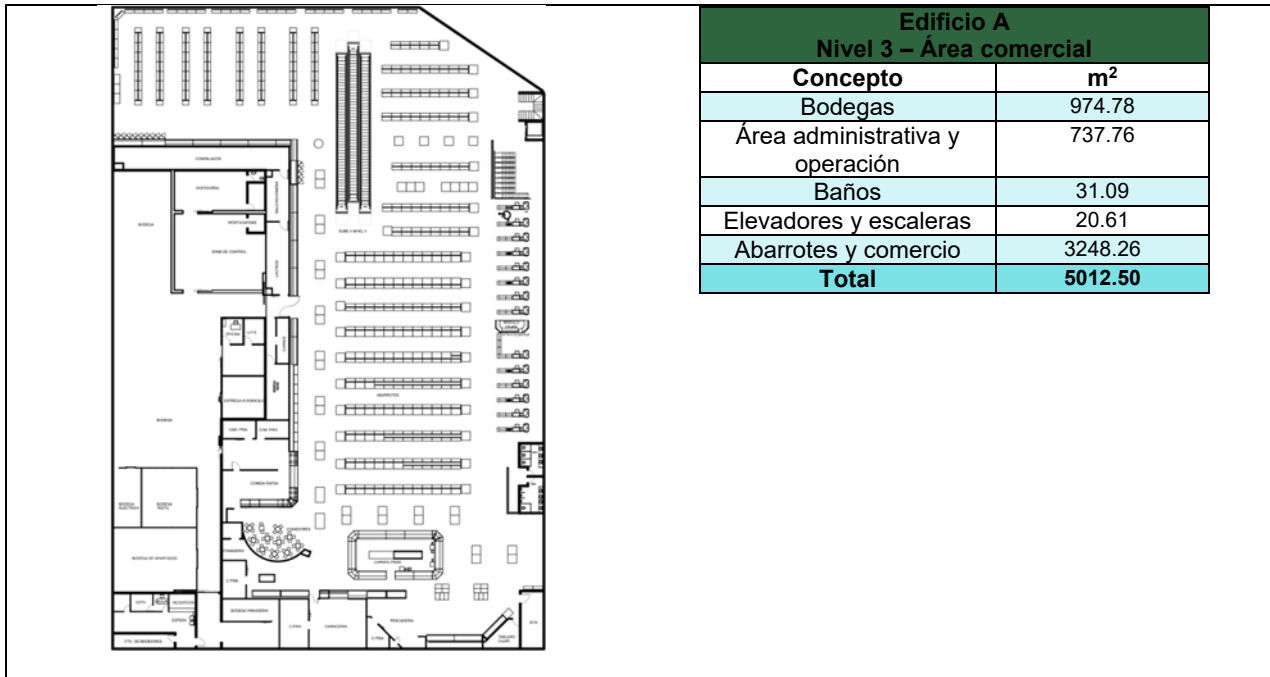


Cuadro 2. 8. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 2 estacionamiento con volado, Edificio A.

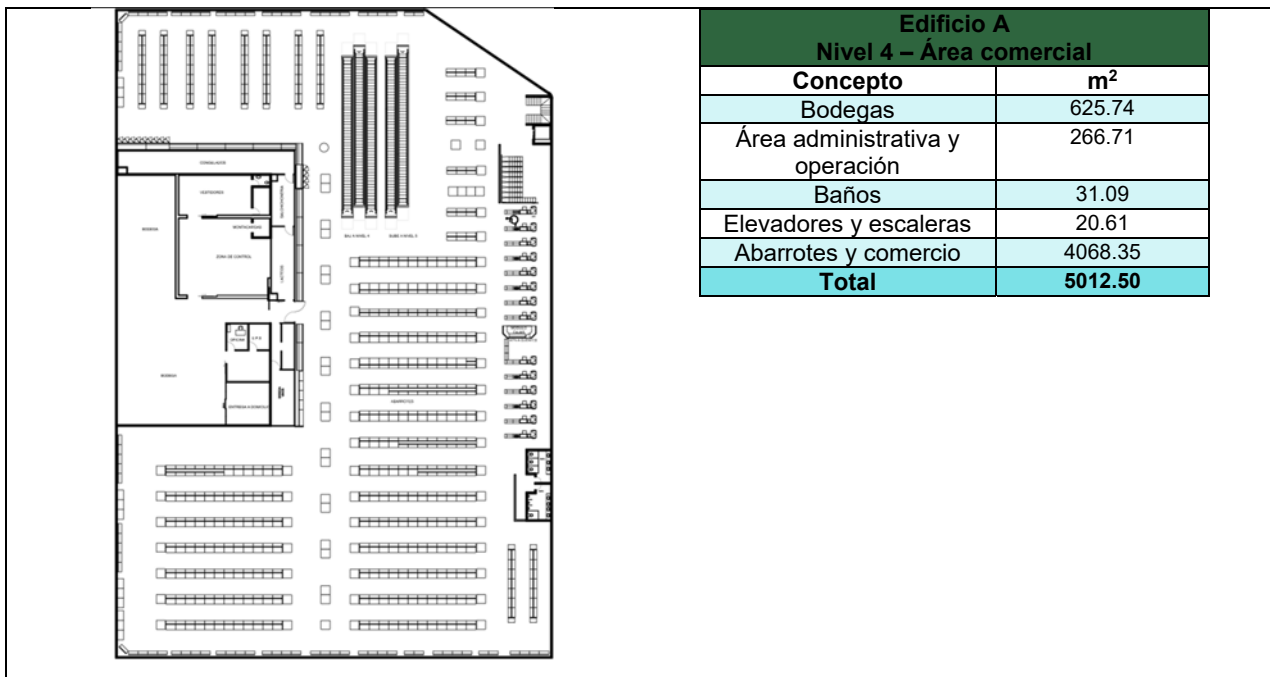


Los niveles tres (3) al cinco (5) estarán conformados por locales comerciales; estos contarán con una superficie de 5,012.50 m², para el primero y segundo y de 237 m² para el último. En el siguiente Cuadro 2. 9, Cuadro 2. 10 y Cuadro 2. 4, se muestra la planta tipo y la tabla de áreas totales para cada nivel.

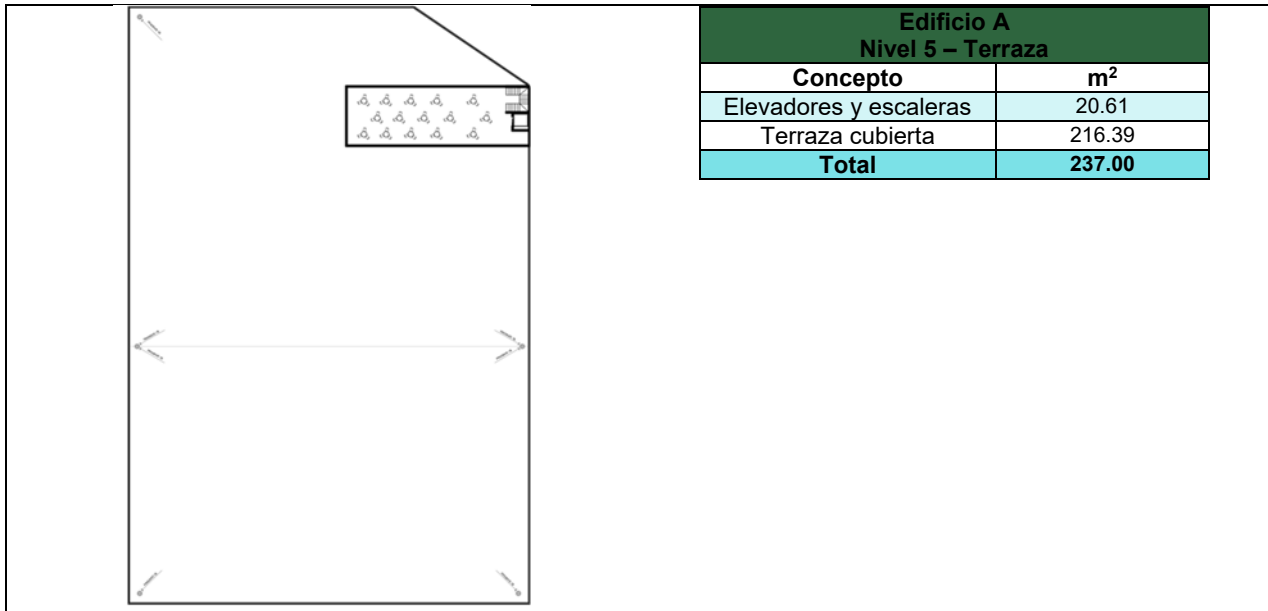
Cuadro 2. 9. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 3 área comercial, Edificio A.



Cuadro 2. 10. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 4 área comercial, Edificio A.



Cuadro 2. 11. Planta tipo y tabla de áreas totales: Nivel 5 terraza, Edificio A.



El **Edificio B, Edificio C y Edificio D** se integran por 34 torres, en los que se distribuirán 314 viviendas. Las torres contarán con seis (6) niveles y con dos opciones de planta arquitectónica. La primera opción cuenta con dos (2) departamentos por cada nivel y área de circulación; la segunda opción cuenta con tres departamentos por nivel (departamento tipo Lock Off) y área de circulación. En el caso de algunas torres, éstas contarán con Roof Top. La superficie que ocupará cada edificio es de 2,090.60 ha (Edificio B), 2,090.60 ha (Edificio C) y 2,090.60 ha (Edificio D). El nivel 1, de cada edificio, contendrá un estacionamiento y área de amenidades, con una superficie de 4,738.70. En la siguiente Figura 2. 19 y Figura 2. 20, se presenta la sección longitudinal de una torre tipo y de una torre tipo con Roof Top.

Figura 2. 19. Sección longitudinal de la torre tipo, de los edificios B, C y D.



Figura 2. 20. Sección longitudinal de la torre tipo con Roof Top, de los edificios B, C y D.




El número de departamentos por nivel, para la torre tipo, se presenta en la siguiente Tabla 2. 7. En ambas propuestas arquitectónicas, la superficie de construcción de cada departamento será de 175.77 m² y el área de circulación corresponderá a 66.58 m². En los siguientes Cuadro 2. 12 y Cuadro 2. 13, se presentan la planta prototipo del departamento normal y Lock Off y la tabla de áreas por departamento y en el Cuadro 2. 14 se presenta la planta prototipo del Roof Top y áreas totales de este concepto, para las torres prototipo 3 (Tabla 2. 7), las que contendrán este elemento en su nivel 6.

Tabla 2. 7. Departamentos por nivel, para la torre prototipo.


	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 18 torres
Torre prototipo 1	2	2	18	180
	3	2		
	4	2		
	5	2		
	6	2		
Departamentos por torre		10		
	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 2 torres
Torre prototipo 2	2	2	2	22
	3	2		
	4	2		
	5	2		
	6	3		
Departamentos por torre		11		
	Nivel	No. de departamentos	No. de torres con estas características	Total de departamentos para 14 torres
Torre prototipo 3	2	2	14	112
	3	2		
	4	2		
	5	2		

	6	0	
Departamentos por torre		8	
Total de departamentos para las 34 torres			314

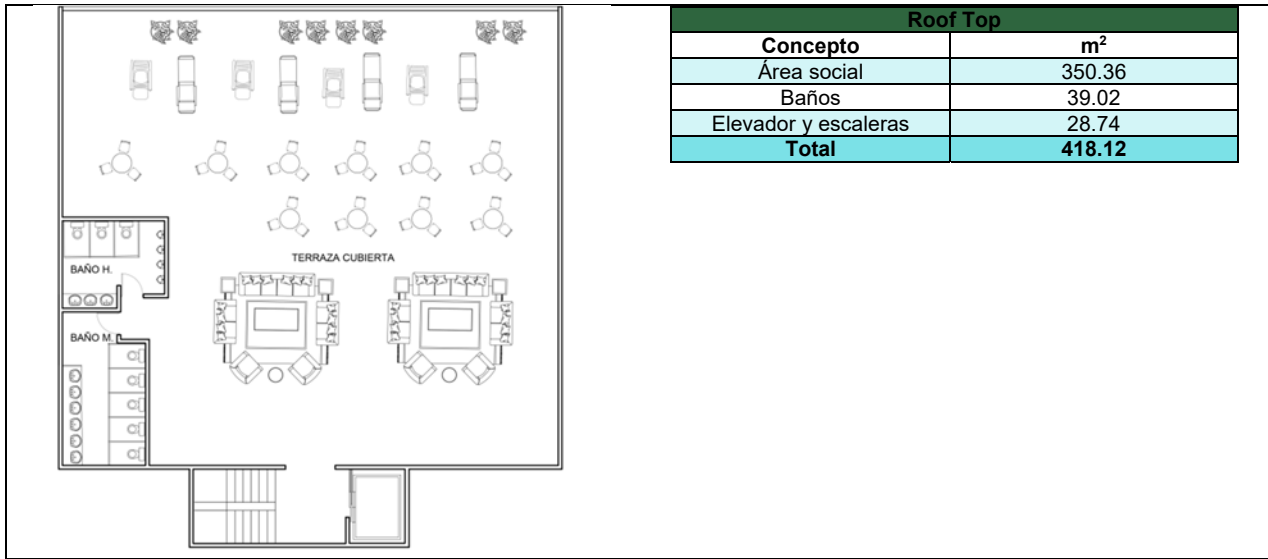
Cuadro 2. 12. Planta prototipo y áreas por departamento.

	Áreas por departamento	
	Concepto	m ²
	Terraza 1	6.08
	Recámara principal	18.94
	Baño 1	18.80
	Baño 2	19.44
	Recámara 2	18.94
	Terraza 2	6.92
	Sala	24.14
	Comedor	18.81
	Cocina	22.45
	Baño 3	6.63
	Lavado	6.27
	Pasillo	8.34
	Total	175.77
	Circulación	
	Concepto	m ²
	Elevador/escalera	28.74
	Pasillo	37.84
	Total	66.58

Cuadro 2. 13. Planta prototipo y áreas por departamento tipo Lock Off.

	Áreas por departamento tipo Lock Off	
	Concepto	m ²
	Terraza 1	6.08
	Recámara principal	18.94
	Baño 1	18.80
	Baño 2 Lock Off	19.44
	Recámara 2 Lock Off	18.94
	Terraza 2	6.92
	Sala	24.14
	Comedor	18.81
	Cocina	22.45
	Baño 3	6.63
	Cocina Lock Off	6.11
	Pasillo	3.34
	Lavado Lock Off	5.16
	Total	175.77

Cuadro 2. 14. Planta prototipo y tabla de áreas totales: Roof Top.



El **Edificio E y Edificio F** constan de dos (2) torres para locales comerciales y oficinas. Contarán con seis (6) niveles destinados como área comercial. Cada uno de estos edificios contará con dos (2) estacionamientos subterráneos.

Figura 2. 21. Sección longitudinal del Edificio E y Edificio F.



En la siguiente tabla se muestran las superficies por nivel que tendrán el Edificio E y el Edificio F. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presentan las superficies por nivel que tendrán el Edificio E y el Edificio F.

Tabla 2. 8. Superficie por nivel para el Edificio E y Edificio F.

Nivel	Superficie (m ²)	
	Edificio E	Edificio F
Nivel 6	1,174.74	
Nivel 5	1,174.74	
Nivel 4	1,174.74	
Nivel 3	1,174.74	
Nivel 2	1,174.74	811.72
Nivel 1	1,824.51	811.72

En el Cuadro 2. 5 y

Cuadro 2. 6, se presentan desglosadas las áreas totales por nivel del Edificio E y Edificio F.

Cuadro 2. 15. Tabla de áreas totales por nivel, para el Edificio E.

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3 al 6	
Concepto	m ²	Concepto	m ²	Concepto	m ²
Local A	590.80	Oficina 1	373.74	Oficina 59	144.90
Local B	590.67	Oficina 2	175.02	Oficina 60	106.61
Local C	590.93	Oficina 3	201.73	Oficina 61	144.91

Local D	590.80	Oficina 4	189.54	Oficina 62	150.90
Local E	590.80	Oficina 5	189.43	Oficina 63	128.07
Local F	590.80	Oficina 6	172.74	Oficina 64	128.07
Local G	590.80	Oficina 7	404.33	Oficina 65	150.90
Local H	590.80	Oficina 8	368.89		
Local I	505.30	Oficina 9	206.12		
Local J	505.30	Oficina 10	189.43		
Local K	505.11	Oficina 11	189.43		
Local L	519.90	Oficina 12	404.33		
Local M	519.90	Oficina 13	196.05		
Local N	519.90	Oficina 14	128.98		
Local O	519.90	Oficina 15	418.29		
Local P	174.06	Oficina 16	163.02		
Local Q	120.04	Oficina 17	167.70		
Local R	170.85	Oficina 18	373.61		
Local S	188.86	Oficina 19	354.29		
Local T	315.78	Oficina 20	167.69		
Local U	315.54	Oficina 21	202.29		
Local V	94.46	Oficina 22	163.70		
Local W	188.93	Oficina 23	149.58		
Local X	315.80	Oficina 24	144.90		
Local Y	315.80	Oficina 25	106.61		
Local Z	188.83	Oficina 26	144.91		
Local AA	188.84	Oficina 27	150.90		
Local BB	316.05	Oficina 28	128.07		
Local CC	315.81	Oficina 29	128.07		
Local DD	188.91	Oficina 30	150.90		
Local EE	188.91	Oficina 31	87.83		
Local FF	313.50	Oficina 32	85.02		
Total	12222.67	Oficina 33	94.43		
Pasillos	1237.17	Oficina 34	95.24		
Área común	2074.39	Oficina 35	117.62		
Elevadores y escaleras	55.99	Oficina 36	198.01		
Total	3367.55	Oficina 37	117.53		
		Oficina 38	197.85		
		Oficina 39	96.07		
		Oficina 40	95.28		
		Oficina 41	95.28		
		Oficina 42	117.63		
		Oficina 43	117.64		
		Oficina 44	198.01		
		Oficina 45	198.01		
		Oficina 46	95.23		
		Oficina 47	94.42		
		Oficina 48	94.42		
		Oficina 49	95.24		
		Oficina 50	117.74		
		Oficina 51	117.65		
		Oficina 52	198.17		
		Oficina 53	198.01		
		Oficina 54	95.26		
		Oficina 55	94.45		
		Oficina 56	94.45		
		Oficina 57	94.45		
		Oficina 58	311.49		

Cuadro 2. 16. Tabla de áreas totales por nivel, para el Edificio F.

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3 al 6	
Concepto	m ²	Concepto	m ²		
Local GG	316.85	Local GG	316.85		
Local HH	167.85	Local HH	167.85		
Local II	167.85	Local II	167.85		
Local JJ	315.76	Local JJ	315.76		
Local KK	315.76	Local KK	315.76		
Local LL	167.85	Local LL	167.85		
Local MM	167.85	Local MM	167.85		
Local NN	315.76	Local NN	315.76		
Local OO	315.76	Local OO	315.76		
Local PP	167.85	Local PP	167.85		
Local QQ	315.76	Local QQ	315.76		
Local RR	315.76	Local RR	315.76		
Local SS	167.85	Local SS	167.85		
Local TT	167.85	Local TT	167.85		
Local UU	315.76	Local UU	315.76		
Total	3702.13	Total	3702.13		
Pasillos	802.40	Pasillos	802.40		
Área común	149.19	Área común	149.19		
Elevadores y escaleras	18.66	Elevadores y escaleras	18.66		
Total	970.25	Total	970.25		

2.4.2.2. Vialidades

Este concepto incluye las obras que darán movilidad a los usuarios del Proyecto. Estos elementos ocuparán una superficie de 3,497.55 m² y se construirán con concreto hidráulico rayado, que será colocado sobre una capa de relleno de material granulado y compactado con 20 cm de espesor. En la siguiente tabla siguiente:

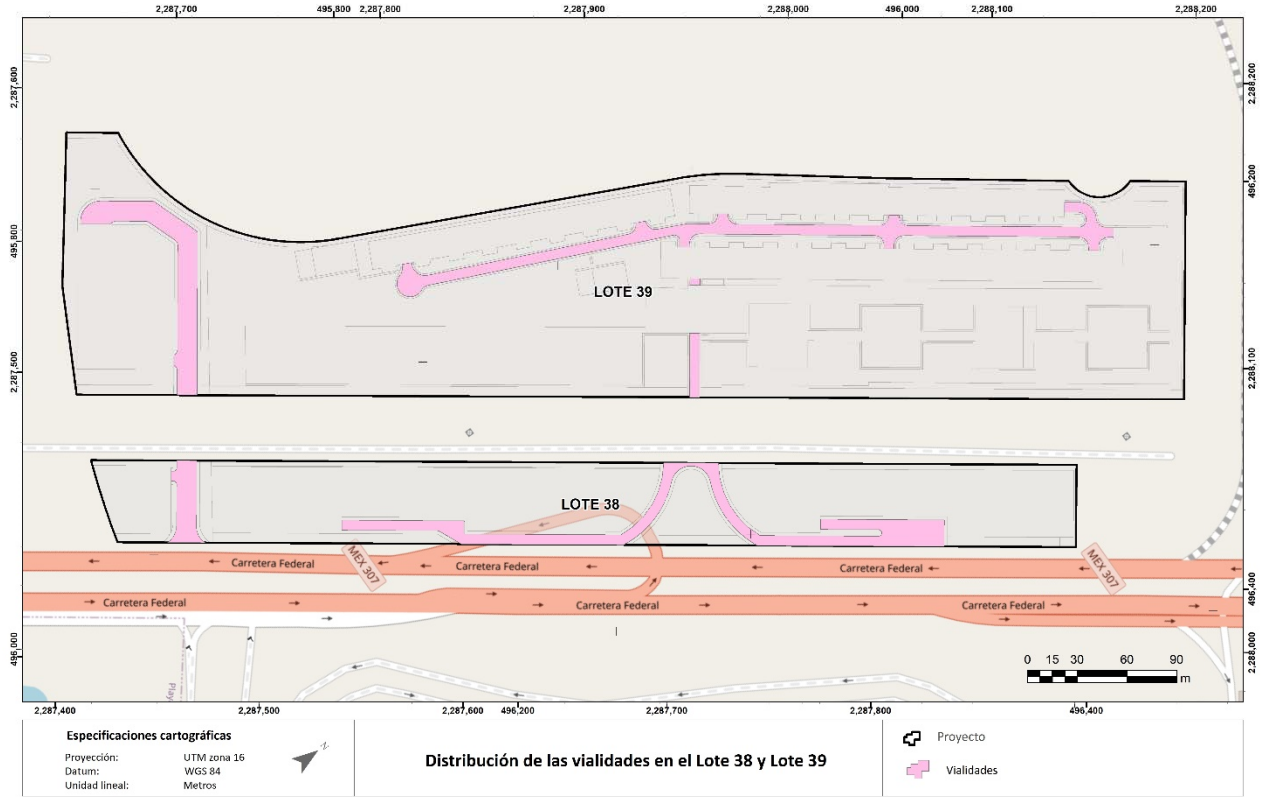
Tabla 2. 9 y

Figura 2. 22, se presentan las superficies y distribución que ocuparán las vialidades en el Lote 38 y Lote 39. Cabe señalar que, se tiene considerado que las instalaciones de red primaria de agua potable, red de colectores primarios, banco de ductos y red de distribución (voz y datos), pasen por debajo de estas obras, tal y como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 2. 9. Desglose de superficies de las vialidades.

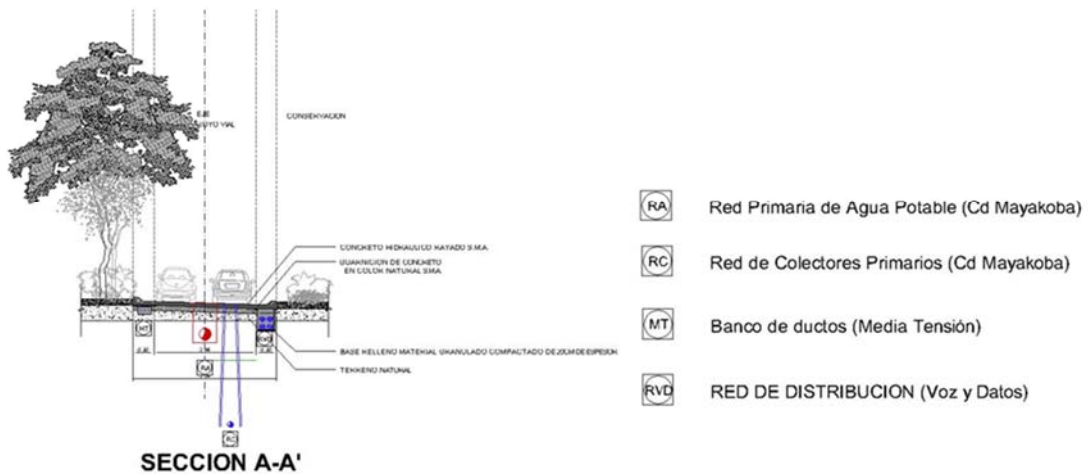
Lote	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Lote 38	3,762.83	0.3762
Lote 39	5,497.32	0.5497
Total	9,260.15	0.2601

Figura 2. 22. Distribución de las vialidades en el Lote 38 y Lote 39.



Planta General

Figura 2. 23. Ubicación de la red primaria de agua potable, red de colectores primarios, banco de ductos y red de distribución (voz y datos).



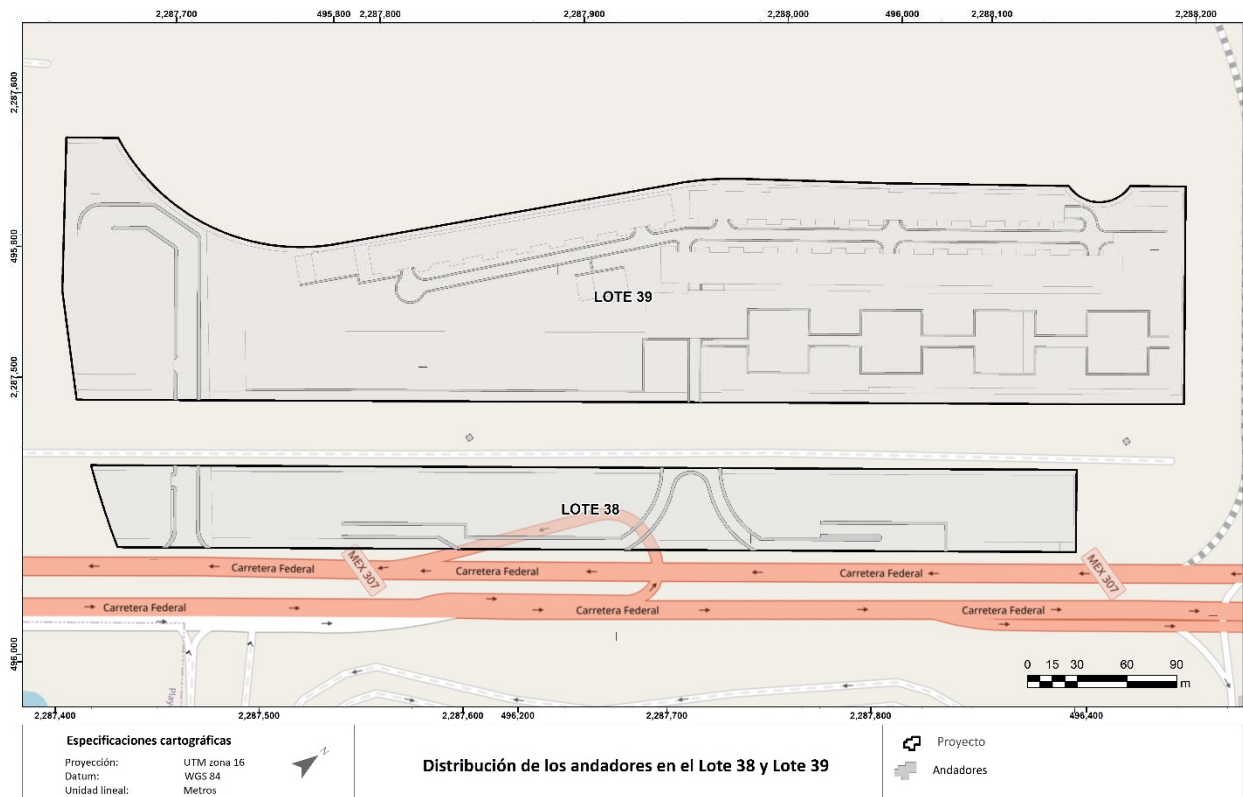
2.4.2.3. Andadores

Los andadores que considera realizar el Proyecto ocuparán una superficie de 4,711.15 m². Estos serán no techados y conectarán a los edificios con los demás elementos que integran el Proyecto (palapas, albercas, áreas verdes, estacionamientos, vialidades). En la Tabla 2. 10 y Figura 2. 24 se presentan las superficies y distribución que ocuparán los andadores en el Lote 38 y Lote 39.

Tabla 2. 10. Desglose de superficies de los andadores.

Lote	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Lote 38	1,565.42	0.1565
Lote 39	3,145.73	0.1457
Total	4,711.15	0.4711

Figura 2. 24. Distribución de los andadores en el Lote 38 y Lote 39.



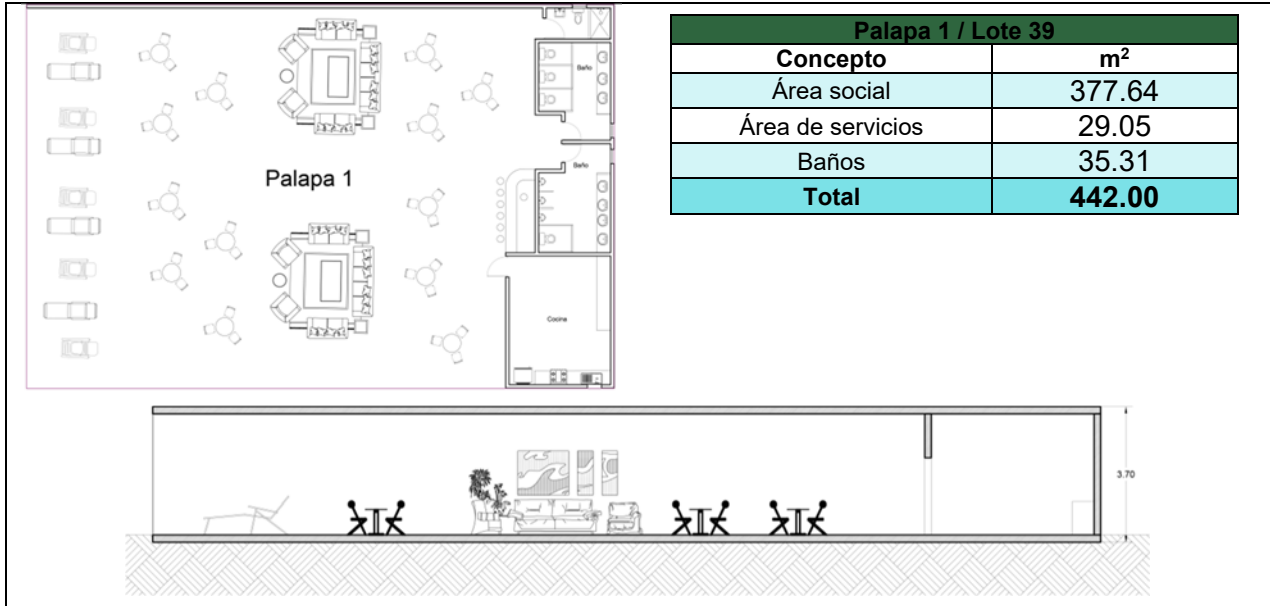
Planta General

2.4.2.4. Palapas y Albercas

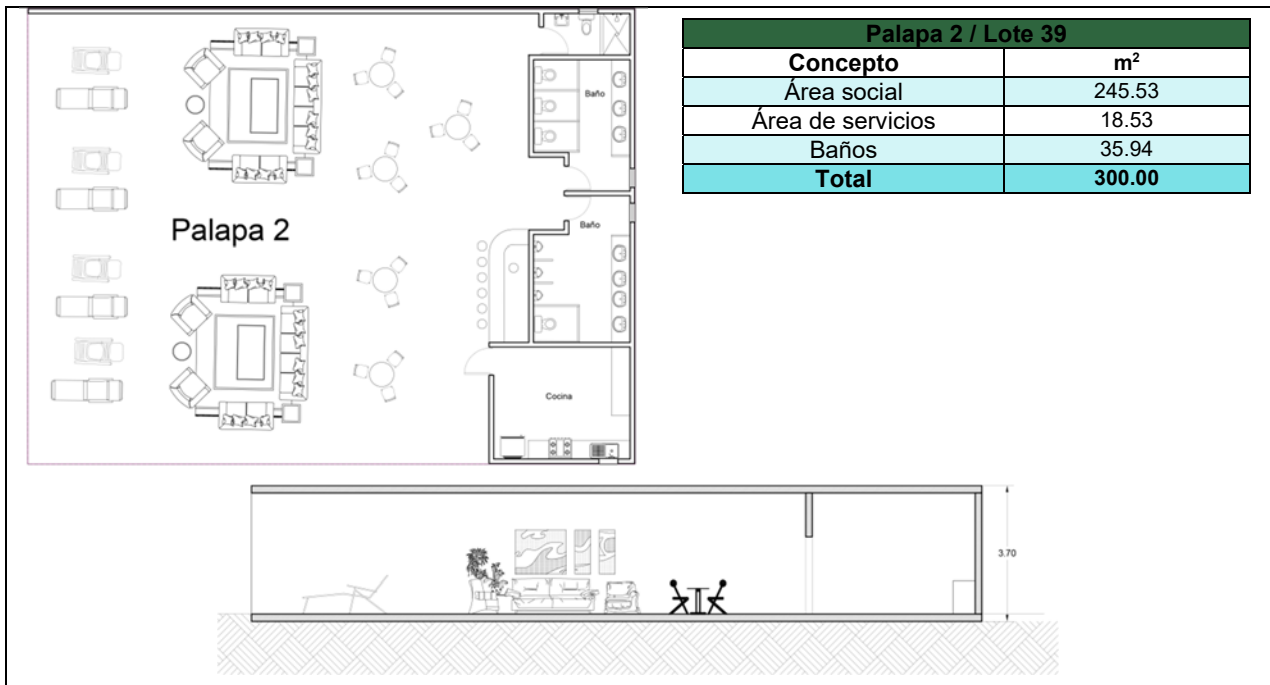
Con el propósito de crear espacios recreativos y de convivencia para el uso de los residentes, el Proyecto contará con áreas sociales (palapas y albercas) que se localizarán en el Lote 39. La superficie total que ocuparán estos espacios es de 1,042 m² correspondiente a palapas y 470 m² de albercas. La planta tipo, sección longitudinal y áreas totales de las palapas se presentan en el

Cuadro 2. 17, Cuadro 2. 18 y Cuadro 2. 19. El desglose de las superficies que ocuparan las albercas se presenta en la Tabla 2. 11.

Cuadro 2. 17. Planta tipo, sección longitudinal y tabla de áreas totales de la palapa 1 en el Lote 39.



Cuadro 2. 18. Planta tipo, sección longitudinal y tabla de áreas totales de la palapa 2 en el Lote 39.



Cuadro 2. 19. Planta tipo, sección longitudinal y tabla de áreas totales de la palapa 3 en el Lote 39.

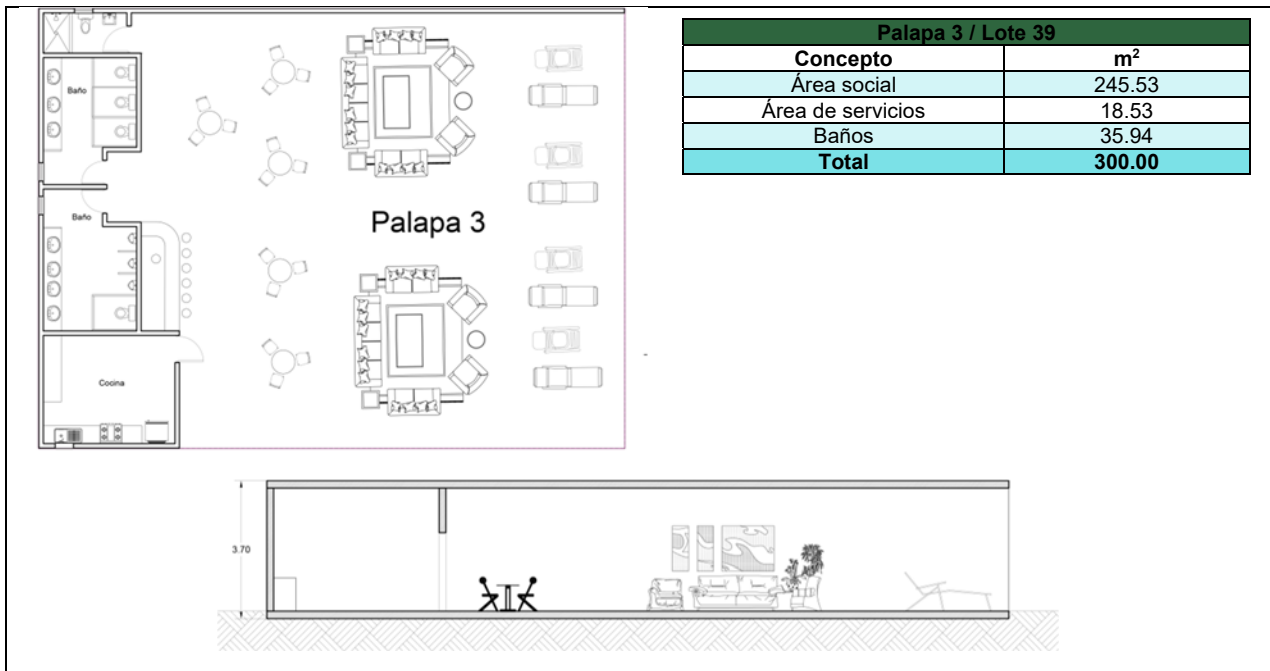
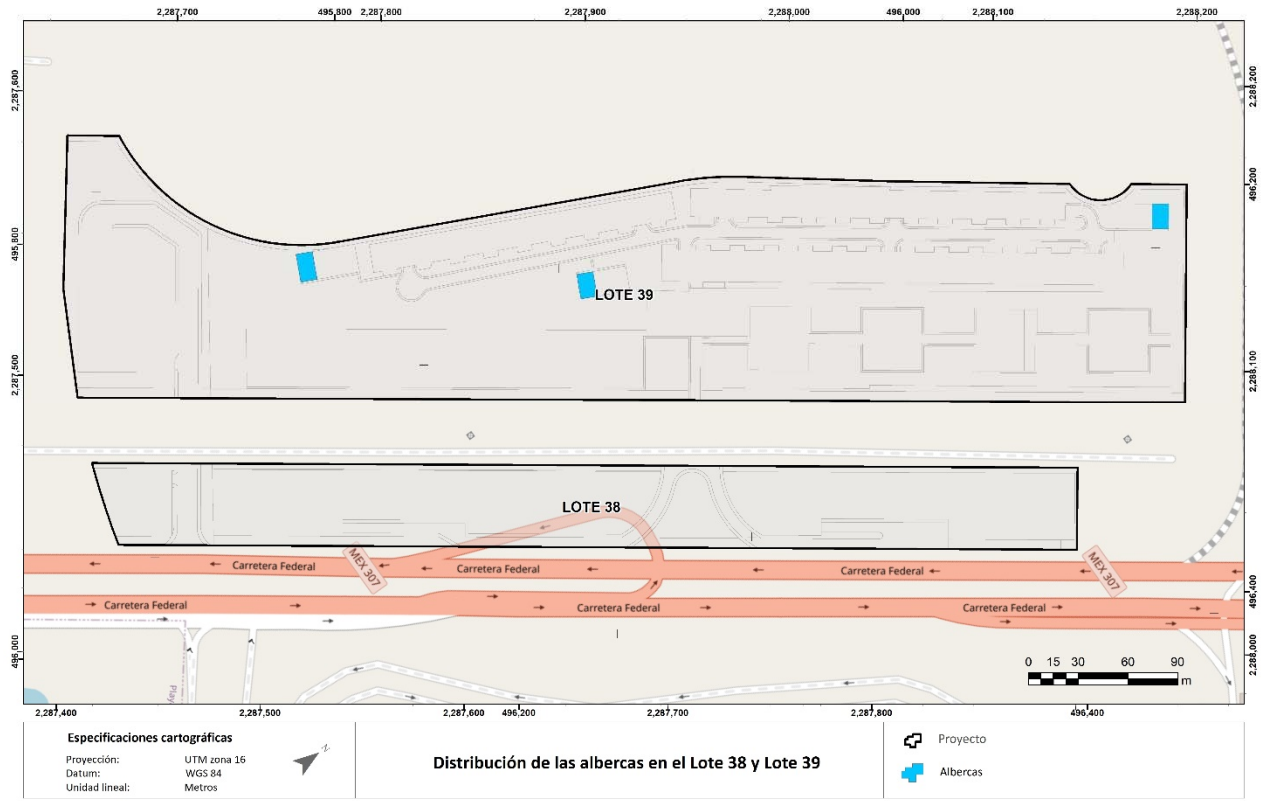


Tabla 2. 11. Desglose de superficies de las albercas.

Lote	Concepto	Superficie (m ²)
Lote 39	Alberca 1	170.00
	Alberca 2	150.00
	Alberca 3	150.00
Total		470.00

Figura 2. 25. Distribución de las albercas en el Lote 38 y Lote 39.

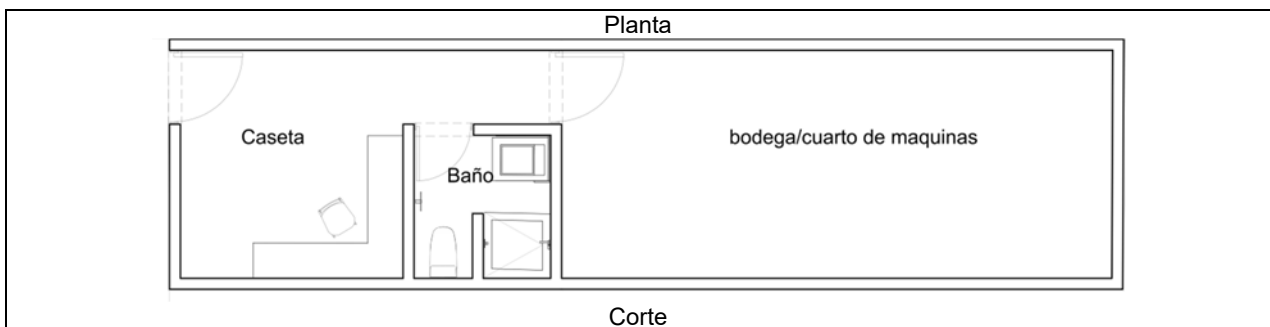


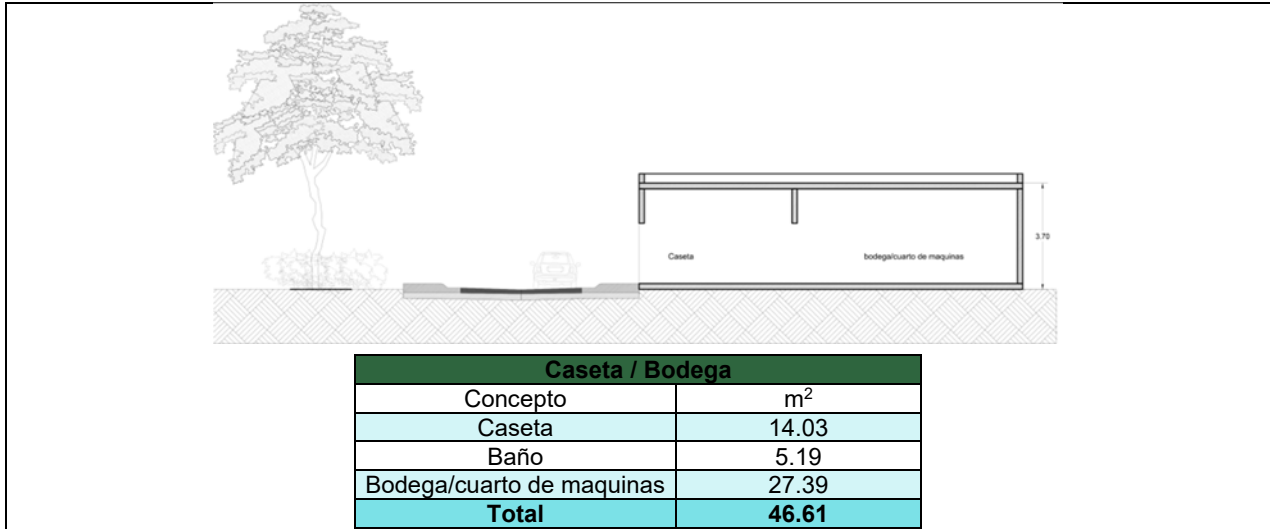
Planta general

2.4.2.5. Caseta y Bodega

El Proyecto contará con una caseta de vigilancia para regular el acceso al desarrollo cuadro 2.20). Esta edificación también fungirá como bodega y cuarto de máquinas para el servicio y mantenimiento de las áreas verdes, albercas y palapas. Esta obra cuantifica una superficie total de 46.61m², en el Cuadro 2. 20 se presenta la planta tipo y tabla de áreas totales para este elemento.

Cuadro 2. 20. Planta tipo, sección longitudinal y tabla de áreas totales de la caseta/bodega en el Lote 39.





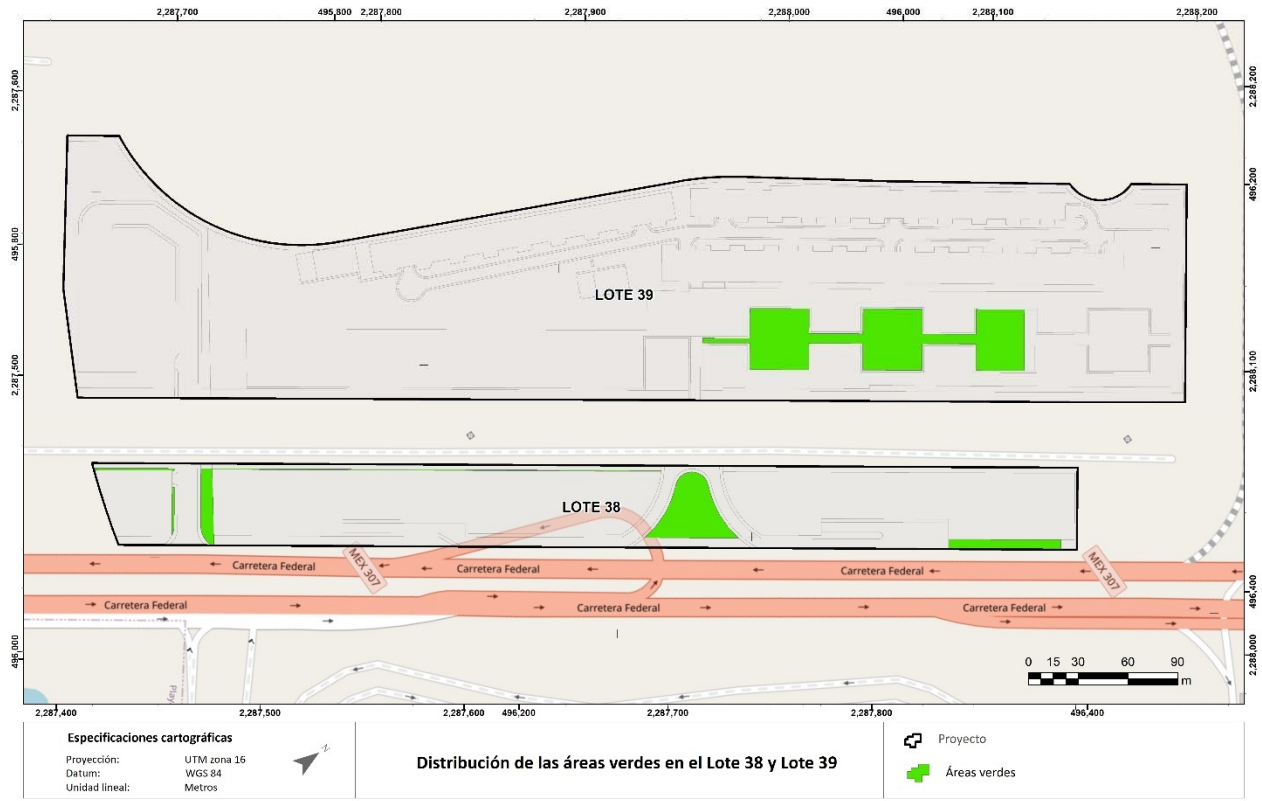
2.4.2.6. Áreas Verdes

Las áreas verdes ajardinadas contarán con una superficie total de 4,082.42 m² (0.4182 ha). La superficie y distribución de estas áreas en el Lote 38 y Lote 39 se puede observar en la Tabla 2. 12 y Figura 2. 26. Cabe señalar que el 100% de estas áreas formarán parte del diseño paisajístico del Proyecto, por lo que éstas podrán ser intervenidas, sin embargo, se favorecerá que se mantenga la vegetación original. Aunado a lo anterior, en las áreas destinadas a jardines se dejarán en pie los individuos arbóreos de más de 20 cm de diámetro a la altura de pecho. Así mismo las especies que preferentemente se usarán para su diseño, serán aquellas que procederán del rescate de las áreas consideradas de aprovechamiento, es decir especies nativas y propias del sitio. Cabe señalar que por lo menos, el 80% de las especies que conformarán estas áreas, serán especies nativas.

Tabla 2. 12. Desglose de superficies de las áreas verdes en el Lote 38 y Lote 39.

Lote	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Lote 38	0	0
Lote 39	4,182.42	0.4182
Total	4,182.42	0.4182

Figura 2. 26. Distribución de las áreas verdes en el Lote 38 y Lote 39.



Planta General

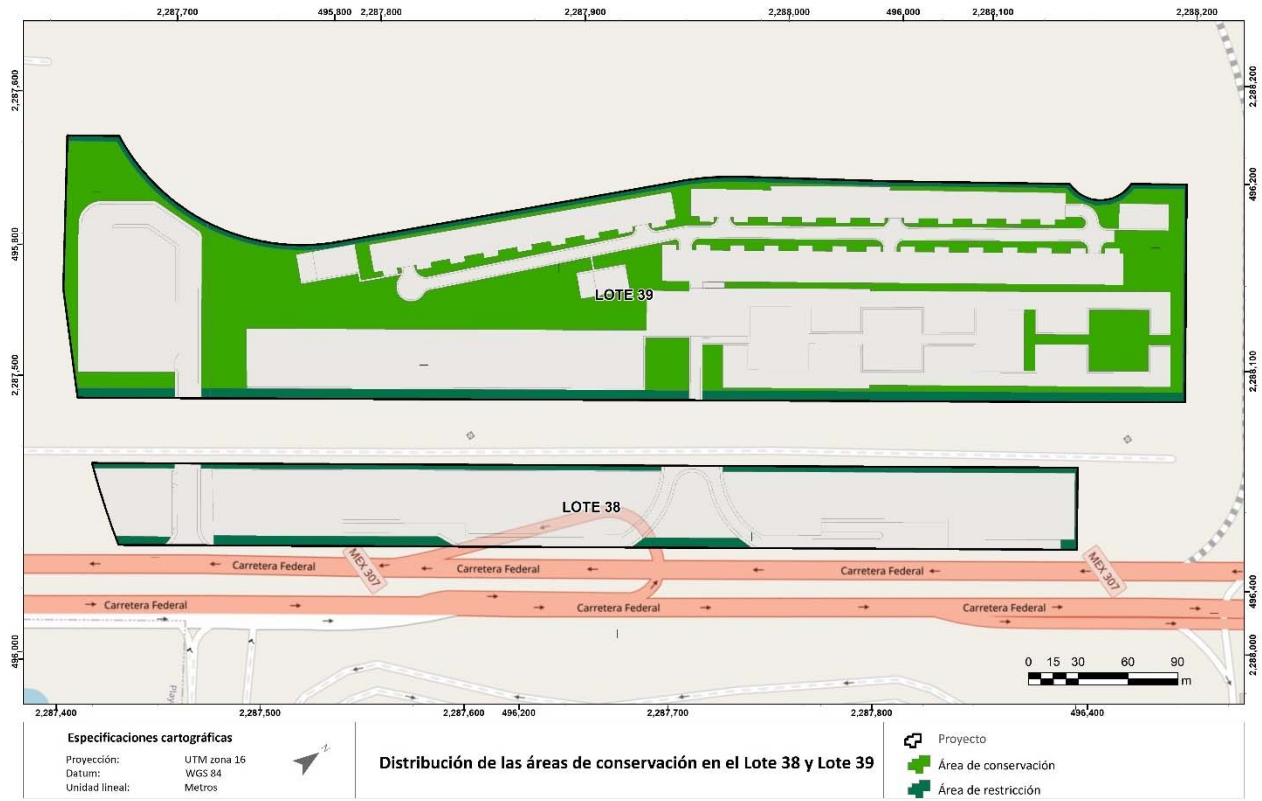
2.4.2.7. Área de Conservación

El área de conservación tendrá una superficie total de 31,913.46 m², estará conformada por áreas que se mantendrá con sus condiciones naturales originales y en donde la vegetación no será intervenida durante ninguna de las etapas del Proyecto. Las superficies y distribución de estas áreas, se presenta en la Tabla 2. 13 y Figura 2. 27.

Tabla 2. 13. Desglose de superficies de conservación en el Lote 38 y Lote 39.

Lote	Superficie (m ²)	Superficie (ha)
Lote 38	2,903.69	0.290369
Lote 39	29,009.77	2.90977
Total	31,913.46	3.191346

Figura 2. 27. Distribución de las áreas de conservación en el Lote 38 y Lote 39.



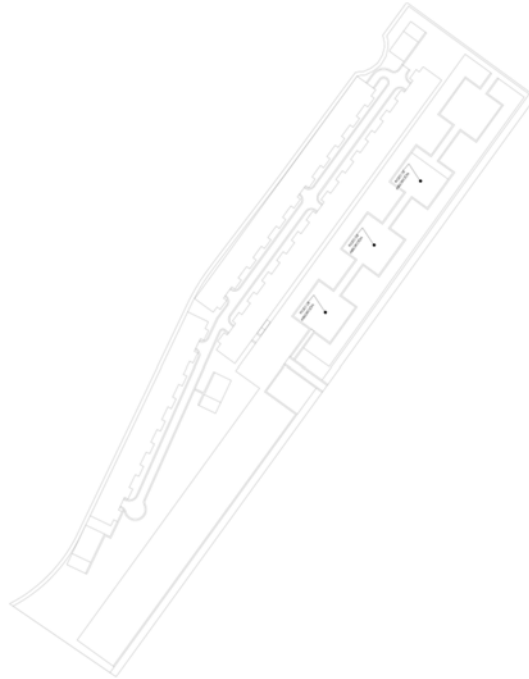
Planta General

2.4.2.8. Pozos de absorción

Para la captación de aguas pluviales se contempla la construcción de pozos de absorción en la vialidad. Se realizará la perforación de los pozos de absorción por medios mecánicos y se construirá un registro de captación a base de muros de block, piso de grava y rejilla metálica tipo Irving, su estructura evitará el arrastre de residuos y lixiviados. De igual manera, los pozos contarán con un sistema de trampas de sedimentos y grasas para evitar la contaminación del subsuelo. Es importante mencionar que el sistema de drenaje pluvial se encontrará separado del drenaje sanitario. La ubicación que tendrán los pozos de absorción en el Proyecto, así como su diseño se presentan en la siguiente Figura 2. 28 y Figura 2. 29.

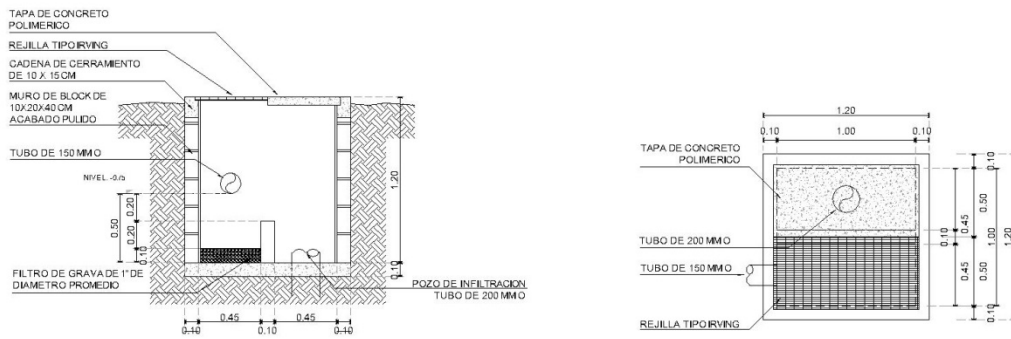
Lote	No. Pozo	Coordenadas	
		X	Y
38	1	495987.01	2287,547.15
	2	496163.20	2287,781.89
	3	496294.76	2287,924.57
39	4	496113.08	2287,882.76
	5	496153.11	2287,938.06
	6	496191.20	2287,990.68

Figura 2. 28. Distribución de los pozos de absorción en el Lote 38 y Lote 39.



Planta General.

Figura 2. 29. Corte de sección (Izq.) y de planta (Der.) del diseño arquitectónico del sistema pluvial.



A continuación, se presentan las tablas de las superficies requeridas por cada una de los componentes propuestos para cada una de las fracciones que integran la totalidad del proyecto (Lotes 38A y 38B y 39A y 39B) son las siguientes:

38A:

Simbología	Lote 38 A	
	Concepto	Superficie m ²
	Locales	2,910.53
	Andadores	204.82
	Vialidades	645.50
	Estacionamiento techado	1,607.13
	Estacionamiento subterráneo	2,207.76
	Área Verde	446.77
	Volado	651.71
	Área de conservación	322.69

A continuación, se presenta la tabla de distribución por nivel:

LOTE 38 A			
	Modulo A		Total por nivel
	m ²		m ²
NIVEL 5	651.70		651.70
NIVEL 4	651.70		651.70
NIVEL 3	1,607.13		1,607.13
ESTACIONAMIENTO/NIVEL 2	1607.13	651.71	2,258.84
ESTACIONAMIENTO/NIVEL 1	1607.13		1,607.13
ESTACIONAMIENTO	2,207.76		
Subtotal de superficie Comercial(Por Módulo)	6,124.79	651.71	6,776.50

Particularmente para la fracción 38A se tiene un Coeficiente de Ocupación de suelo (COS) en una superficie de 2,258.84 m², considerando un Coeficiente de Utilización del Suelo de 6,776.50 m² y un Coeficiente de Modificación del Suelo de 2,904.22 m² desglosados de la siguiente manera:

CUS		
Locales	2,910.53	m ²
Estacionamiento techado	3214.26	m ²
Volado	651.71	
Total	6,776.50	m ²

COS		
Estacionamiento techado	1,607.13	m ²
Volado	651.71	m ²
Total	2,258.84	m ²

CMS		
Andadores	204.82	m ²
Vialidades	645.50	m ²
Estacionamiento techado	1,607.13	
Área Verde	446.77	m ²
Total	2,904.22	m ²

Datos de terreno	
SUPERFICIE TOTAL	3,226.91 m ²
RESTRICCION	322.69 m ²
CMS	2,904.22 m ²

38 B.

Para la fracción 38A se tiene un Coeficiente de Ocupación de suelo (COS) en una superficie de 18, 066.99 m², considerando un Coeficiente de Utilización del Suelo de 54,200.98 m² y un Coeficiente de Modificación del Suelo de 23,229 m² desglosados de la siguiente manera:

Simbología	Lote 38B	
	Concepto	Superficie m2
	Locales	54,200.98
	Andadores	1,360.60
	Vialidades	3,117.33
	Estacionamiento subterráneo	61,827.03
	Área Verde	2,031.96
	Volado	1,347.89
	Área de Restricción	2,581.00

A continuación, se presenta la tabla de distribución por nivel:

LOTE 38 B								
	Modulo A	Modulo B	Modulo C	Módulo D	Modulo E	Modulo F	Volados	Total por nivel
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
NIVEL 5		2,269.67			812.41			3,082.08
NIVEL 4	2,187.23	2,269.67			2,159.73	1,297.12		7,913.74
NIVEL 3	2,187.23	2,269.67	2,777.81	1,877.53	2,159.73	1,297.12		12,569.08
NIVEL 2	2,187.23	2,269.67	2,777.81	1,877.53	2,159.73	1,297.12	1,347.89	13,916.97
NIVEL 1	3,124.67	2,269.67	4,125.36	1,981.10	2,159.73	3,058.58		16,719.10
ESTACIONAMIENTO O	61,827.03							
Subtotal de superficie Comercial(Por Módulo)	9,686.37	11,348.33	9,680.99	5,736.16	9,451.32	6,949.93	1,347.89	54,200.98

CUS		
Locales	54,200.98	m ²
Total	54,200.98	m²

COS		
Locales	16,719.10	m ²
Volado	1,347.89	m ²
Total	18,066.99	m²

CMS		
Locales	16,719.10	m ²
Andadores	1,360.60	m ²
Vialidades	3,117.33	m ²
Área Verde	2,031.96	m ²
Total	23,229.00	m²

Datos de terreno	
SUPERFICIE TOTAL	25,809.99
Conservación	2,581.00
CMS	23,229.00

39A

En la fracción 39A se tiene un Coeficiente de Ocupación de suelo (COS) en una superficie de 5,874.82 m², considerando un Coeficiente de Utilización del Suelo de 21,149.32 m² y un Coeficiente de Modificación del Suelo de 7,637.25 m² desglosados de la siguiente manera:

Simbología	Lote 39A	
	Concepto	Superficies m ²
	Est.techado	10,025.00
	Est. Subterráneo	8,041.57
	Vialidades	1,999.77
	Andadores	624.98
	Volado	862.32
	Locales	10,262.00
	Área Verde	
	Área de Conservación	4,112.37

A continuación, se presenta la tabla de distribución por nivel:

	LOCALES COMERCIALES LOTE 39 A		
	Locales A	Volados	Total por nivel
	m ²	m ²	m ²
NIVEL 6			
NIVEL 5	237.00		237.00
NIVEL 4	5,012.50		5,012.50
NIVEL 3	5,012.50		5,012.50
ESTACIONAMIENTO/NIVEL 2	5,012.50	862.32	5,874.82
ESTACIONAMIENTO/NIVEL 1	5,012.50		5,012.50
ESTACIONAMIENTO SUBTERRANEO 1	5,012.50		5,012.50
ESTACIONAMIENTO SUBTERRANEO 2	3,029.07		3,029.07
Subtotal de superficie Comercial (Por Módulo)	20,287.00	862.32	21,149.32

	LOTE 39 A					
	Locales	Andadores	Vialidades	Área Verde	Área de Conservación	Volados
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
	10,262.00	624.98	1,999.77		4,112.37	862.32
ESTACIONAMIENTO	18,066.57					
TOTAL	10,262.00	624.98	1,999.77		4,112.37	862.32

CUS			COS		
Est.techado	10,025.00	m ²	Est.techado	5,012.50	m ²
Volado	862.32	m ²	Volado	862.32	m ²
Locales	10,262.00	m ²	Total	5,874.82	m ²
Total	21,149.32	m ²			

CMS		
Est.techado	5,012.50	m ²
Vialidades	1,999.77	m ²
Andadores	624.98	m ²
Área Verde	0.00	m ²
Total	7,637.25	m ²

Datos de terreno	Superficie m ²
SUPERFICIE	11,749.63
CONSERVACION	4,112.37
CMS	7,637.25

39B

En la fracción 39B se tiene un Coeficiente de Ocupación de suelo (COS) en una superficie de 35,569.32 m², considerando un Coeficiente de Utilización del Suelo de 128,043.79 m² y un Coeficiente de Modificación del Suelo de 46,238.04 m² desglosados de la siguiente manera:

Subtotal de Superficies construida (Por 34 Torres)		
Simbología	Componente	Superficies m ²
	Torres	71,080.40
	Caseta	19.22
	Est. Amenidades	14,216.11
	Vialidades	3,497.55
	Andadores	2,520.75
	Bodega	27.39
	Albercas	470.00
	Palapas	1,042.00
	Locales	41,658.67
	Área Verde	4,182.42
	Área de Conservación	24,897.40

A continuación, se presenta la tabla de distribución por nivel:

	TORRE PROTOTIPO 39 B			
	Modulo A	Circulación	Modulo B	Total por nivel
	m ²	m ²	m ²	m ²
NIVEL 6	175.77	66.58	175.77	418.12
NIVEL 5	175.77	66.58	175.77	418.12
NIVEL 4	175.77	66.58	175.77	418.12
NIVEL 3	175.77	66.58	175.77	418.12

TORRE PROTOTIPO 39 B				
	Modulo A	Circulación	Modulo B	Total por nivel
NIVEL 2	175.77	66.58	175.77	418.12
EST. TECHADO Y AMENIDADES NIVEL 1	4,738.70	4,738.70	4,738.70	14,216.11
Subtotal de superficie Habitacional (Por Módulo)	878.85	332.90	878.85	2,090.60

LOTE 39 B											
	Por torre	Por 34 Torres	Locales	Albercas	Palapas	Bodega	Caseta	Andadores	Vialidades	Área Verde	Área de Conservación
	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²
	2,090.60	71,080.40	41,658.67	470.00	1,042.00	27.39	19.22	2,520.75	3,497.55	4,182.42	24,897.40
ESTACIONAMIENTO	58,963.89										
TOTAL	2,090.60	71,080.40	41,658.67	470.00	1,042.00	27.39	19.22	2,520.75	3,497.55	4,182.42	24,897.40

CUS		
Torre	71,080.40	m ²
Caseta	19.22	m ²
Est. Amenidades	14,216.11	m ²
Bodega	27.39	m ²
Palapas	1,042.00	m ²
Locales	41,658.67	m ²
Total	128,043.79	m²

COS		
Caseta	19.22	m ²
Est. Amenidades	14,216.11	m ²
Bodega	27.39	m ²
Palapas	1,042.00	m ²
Locales	20,262.60	m ²
Total	35,567.32	m²

CMS		
Caseta	19.22	m ²
Est. Amenidades	14,216.11	m ²
Vialidades	3,497.55	m ²
Andadores	2,520.75	m ²
Bodega	27.39	m ²
Albercas	470.00	m ²
Palapas	1,042.00	m ²
Locales	20,262.60	m ²
Área Verde	4,182.42	m ²
Total	46,238.04	m²

Datos de terreno	Superficie m ²
SUPERFICIE	71,135.44
CONSERVACION	24,897.40
CMS	46,238.04

En las siguientes tablas se muestra el resumen de las superficies de aprovechamiento y conservación que se pretenden llevar a cabo con el proyecto y el cumplimiento con los parámetros

urbanísticos establecidos en el PDU del Jesusito publicado en el Diario Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

Lote	Superficie de lote	COS 70% AUTORIZADO	CUS 2.1 AUTORIZADO	CMS 90% AUTORIZADO	Vivienda autorizadas
Lote 38 A	3,226.91	2,258.84	6,776.51	2,904.22	10 viviendas
		COS 70% PROYECTO	CUS 2.1 PROYECTO	CMS 90% PROYECTO	Vivienda de proyecto
		2,258.84	6,776.50	2,904.22	0 viviendas
		Diferencia entre COS autorizado & COS proyecto	Diferencia entre CUS autorizado & CUS proyecto	Diferencia entre CMS autorizado & CMS proyecto	Diferencia entre Viviendas autorizadas & Viviendas proyecto
		0.00	0.01	0.00	10 viviendas

Lote	Superficie de lote	COS 70% AUTORIZADO	CUS 2.1 AUTORIZADO	CMS 90% AUTORIZADO	Vivienda autorizadas
Lote 38 B	25,809.99	18,066.99	54,200.98	23,228.99	87 viviendas
		COS 70% PROYECTO	CUS 2.1 PROYECTO	CMS 90% PROYECTO	Vivienda de proyecto
		18,066.99	54,200.98	23,229.00	0 viviendas
		Diferencia entre COS autorizado & COS proyecto	Diferencia entre CUS autorizado & CUS proyecto	Diferencia entre CMS autorizado & CMS proyecto	Diferencia entre Viviendas autorizadas & Viviendas proyecto
		0.00	0.00	0.00	87 viviendas

Lote	Superficie de lote	COS 50% AUTORIZADO	CUS 1.8 AUTORIZADO	CMS 65% AUTORIZADO	Vivienda autorizadas
Lote 39 A	11,749.63	5,874.82	21,149.33	7,637.26	39 viviendas
		COS 50% PROYECTO	CUS 1.8 PROYECTO	CMS 65% PROYECTO	Vivienda de proyecto
		5,874.82	21,149.32	7,637.25	0 viviendas
		Diferencia entre COS autorizado & COS proyecto	Diferencia entre CUS autorizado & CUS proyecto	Diferencia entre CMS autorizado & CMS proyecto	Diferencia entre viviendas autorizadas & viviendas de proyecto
		0.00	0.01	0.01	39 viviendas

Lote	Superficie de lote	COS 50% AUTORIZADO	CUS 1.8 AUTORIZADO	CMS 65% AUTORIZADO	Vivienda autorizadas
Lote 39 B	71,135.44	35,567.72	128,043.79	46,238.04	353 viviendas
		COS 50% PROYECTO	CUS 1.8 PROYECTO	CMS 65% PROYECTO	Viviendas de proyecto
		35,567.32	128,043.79	46,238.04	314 viviendas
		Diferencia entre COS autorizado & COS proyecto	Diferencia entre CUS autorizado & CUS proyecto	Diferencia entre CMS autorizado & CMS proyecto	Diferencia entre viviendas autorizadas & viviendas de proyecto
		0.40	0.00	0.00	0.00 viviendas

Lote 38		
Concepto	Superficie (m ²)	Ha
Superficie de cambio de uso de suelo	20,399.76	2.0399
Área de conservación	2,903.69	0.2903
Infraestructura existente/ área con autorización de CUSTF	5,733.447	0.5733
Superficie total del predio	29,036.90	2.9036

Lote 39		
Concepto	Superficie (m ²)	Ha
Superficie de cambio de uso de suelo	42,254.19	4.2254
Área de conservación	29,009.77	2.9009
Infraestructura existente/ área con autorización de CUSTF	11,621.116	1.1621
Superficie total del predio	82,885.07	8.2885

Lotes 38 y 39		
Concepto	Superficie (m ²)	Ha
Superficie de cambio de uso de suelo	62,653.95	6.2653
Área de conservación	31,913.46	3.1913
Infraestructura existente/ área con autorización de CUSTF	17,354.56	1.7354
Superficie total del predio	111,921.97	11.1921

Figura 2. 30. Distribución de las obras propuestas para el Proyecto.



Es importante señalar que en el Anexo 3, se muestran los planos de los componentes que integran el proyecto y los arquitectónicos.

2.5. Programa General de Trabajo

El programa de trabajo tiene por objeto establecer las distintas actividades que se realizarán, así como los periodos de tiempo en que se llevarán a cabo cada una de estas acciones. En este sentido, a través de este programa se optimizarán recursos, mejorando rendimientos que permitan medir el avance y valorizar las acciones, previendo de esta manera las necesidades de adquisición de materiales, equipos y sobre todo de los recursos económicos que se requieran.

Se están considerando tres (3) etapas dentro del Proyecto: preparación, construcción y operación y mantenimiento; para la etapa de preparación se consideran 10 años, para la etapa de construcción 20 años y operación y mantenimiento 99 años.

La ejecución del Proyecto mediante etapas, favorece optimizar los recursos, previendo la necesidad de adquisición de materiales, equipos y demás recursos económicos requeridos; además, mediante esta estrategia, se evita la exposición prolongada de la superficie disminuyendo la erosión del suelo.

En la Tabla 2. 14 se presenta el programa general de trabajo, se observa que las etapas de preparación y construcción se ejecutarán en 20 años.

Tabla 2. 14. Programa general de trabajo.

Concepto		Años																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	...	99	
Preparación	Trazo, delimitación y marcaje																							
	Prospección del área para el rescate de flora y fauna silvestre																							
	Desmote y despalme																							
	Instalación de obras provisionales																							
Construcción	Operación de obras provisionales																							
	Relleno, nivelación y excavación																							
	Vialidades, edificaciones e instalación de servicios																							
Operación																								

2.6. Descripción de las Etapas de Desarrollo del Proyecto

De manera preliminar, previo al inicio de la etapa de preparación del sitio, se llevará a cabo la gestión de permisos, licencias y autorizaciones requeridas para la implementación del Proyecto. Así mismo se realizará la capacitación, en temas ambientales, de los trabajadores, contratistas, prestadores de servicios y demás personal que se prevea participe en la obra.

2.6.1. Etapa de Preparación

La etapa de preparación del sitio incluye todas las actividades necesarias para dar lugar a la construcción de las obras que conformarán el Proyecto. Comprende principalmente el trazo, delimitación, marcaje, rescate de flora y fauna, remoción de vegetación del terreno y la instalación de las obras provisionales, su descripción se presenta a continuación.

Antes de dar inicio a cualquier actividad se instalarán los sanitarios portátiles (uno por cada 15 trabajadores) y se colocarán contenedores para los residuos debidamente identificados y con las dimensiones y características requeridas de acuerdo al tipo de residuos que recibirán (orgánicos, inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables, peligrosos o de manejo especial).

Así mismo y en apego a los lineamientos establecidos por los instrumentos normativos y con el afán de generar conciencia entre los trabajadores la Promovente previo al inicio de las labores y como parte del Subprograma de Educación Ambiental, difundirá el reglamento ambiental que tendrá como objetivo informar sobre las limitaciones y/o prohibiciones en cuanto a las prácticas ambientales que podrán realizarse en el área del Proyecto. De igual manera la Promovente llevará a cabo pláticas dirigidas a los trabajadores para difundir las obligaciones ambientales contraídas por la Promovente, para el desarrollo del Proyecto, así como para fomentar y fortalecer el cuidado de la flora y fauna del lugar y buenas prácticas ambientales (ver Capítulo 7).

a. Trazo, delimitación y marcaje

Una vez que se cuente con los permisos y licencias emitidas por las diferentes instancias (Federal, Estatal y Municipal), se procederá a realizar las acciones de cambio de uso del suelo, lo que incluye en primer término la delimitación física de la poligonal del Proyecto, mediante lo cual se evitará realizar afectaciones a las propiedades de terceros y que se ubican aledañas al polígono del proyecto. Además, se delimitarán las áreas que habrán de ser destinadas a su aprovechamiento y para la edificación de los elementos del Proyecto. Así como aquellas destinadas como zonas de conservación.

Para el desarrollo de estas actividades habrá de participar una brigada de topógrafos conformada cuando menos por tres (3) personas quienes se encargarán de realizar el trazo y balizado preciso de ubicación de los diferentes componentes del Proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno y que se cumpla con lo proyectado.

Las actividades correspondientes al trazo y balizado se realizarán con equipo de posicionamiento satelital para determinar las poligonales de las áreas de aprovechamiento, mismas que serán delimitada a través de una serie de brechas de 1 m de ancho, mismas que serán realizadas por medio de herramientas manuales y utilizando hachas y machetes.

Las brechas serán balizadas con postearía de madera de 1.5 m de altura previamente identificada para determinar el área y trompos de 40 cm de largo que quedarán enterrados en un 90% de su longitud y que son colocados en cada vértice del trazo realizado.

De manera adicional, se podrán colocar cintas plásticas que delimitarán las áreas que serán verdes e incorporadas al diseño del Proyecto como áreas de conservación y las áreas que serán desmontadas para la construcción de la infraestructura.

b. Prospección del área, para el rescate de flora y de fauna silvestre

De manera previa al desmonte del terreno, en las áreas delimitadas y consideradas para aprovechamiento, se llevarán a cabo actividades de prospección para el rescate de flora y fauna con el objetivo de reubicar a los ejemplares que sean susceptibles y mitigar sus impactos por la implementación del Proyecto.

Para las especies vegetales se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo; con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica aquellos ejemplares susceptibles de ser rescatados, se prestará especial atención a los ejemplares que se encuentren incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada, considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas de aprovechamiento del Proyecto. Cabe destacar que, se identificará y registrará cada organismo rescatado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del Proyecto.

De manera paralela a las actividades de rescate de vegetación y durante todo el periodo en el que se realicen las actividades de preparación y construcción del Proyecto, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte con la finalidad de rescatar a individuos de lento movimiento o vulnerables, incluyendo nidos de aves. Las técnicas empleadas para la captura y transporte de estos ejemplares serán las adecuadas según el grupo al que pertenezca la especie (anfibios, reptiles o mamíferos). Los individuos rescatados se registrarán en una bitácora y se incorporarán en una base de datos específicamente diseñada para tal fin por la supervisión ambiental, posteriormente serán trasladados a áreas de conservación que mantengan su cobertura vegetal original al interior del Proyecto.

Así mismo, se implementarán técnicas para ahuyentar a la fauna antes de comenzar las labores de desmonte y despalme. Durante los recorridos se generará ruido con el apoyo de silbatos y sirenas de gas comprimido a base de tetraflouretano que no afecta a la capa de ozono y que produce ruido de 120 decibelios, suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el sitio.

c. Desmonte y despalme

Una vez concluidas las actividades de rescate de flora y fauna, se podrá dar inicio con las actividades de desmonte de las áreas de aprovechamiento, para ello se requerirá de maquinaria pesada como tractores tipo buldócer, retroexcavadoras o bobcats. Generalmente la mayoría del material excavado durante el despalme no tiene valor en términos constructivos, por lo que se puede utilizar para rellenar áreas destinadas a jardines que requieran nivelación. El material que no sea aprovechable se extraerá de la obra y se enviará al tiradero oficial autorizado. Esta actividad se ejecutará conforme el avance de obra, de modo que se evite la exposición prolongada de la superficie.

Posteriormente se llevará a cabo el retiro de tierra vegetal (despalme) el que consistirá en cortar la capa de tierra vegetal hasta llegar al estrato rocoso. El material resultante, será acumulado en el sitio de despalme para cribarlo y aprovechar la tierra vegetal que se almacenará en las áreas verdes destinadas para jardines. La piedra sobrante se triturará para aprovecharse en la construcción de plataformas.

Finalmente se procederá a realizar la limpieza del terreno en donde la tierra vegetal y restos de vegetación serán triturados mecánicamente y dispuestos temporalmente en un vivero, en donde recibirán el tratamiento correspondiente para su posterior uso en el mejoramiento de las diferentes áreas verdes del Proyecto.

Una vez limpio el terreno y removidos los restos de escombros, tocones, rocas y similares, una cuadrilla de topógrafos delimitará el área de trabajo y se realizan las actividades de relleno y nivelación necesarias para dar forma a las plataformas donde se construirán los edificios, así mismo se procederá a la ubicación de las instalaciones de apoyo u obras provisionales, como almacenes y bodegas, se llevará a cabo el estudio de mecánica de suelos y se dará inicio al proceso constructivo de la infraestructura permanente.

d. Instalación de obras provisionales

Se procederá a la construcción de obras provisionales y complementarias, tales como:

Bodegas de residuos peligrosos: Estructura con techo, sobre base de cemento firme con canaletas, muros de contención de derrames y señalamientos.

Comedor para empleados: Área a cubierto con estructura y piso de concreto simple.

Bodega de campo: Estructura provisional y cubierta, para alojar herramientas y material para la construcción.

Instalación de oficinas de campo: Superficie que dará servicio al equipo técnico y administrativo de la obra.

Instalación de subestación eléctrica: obra provisional de energía al pie del lote para el suministro de energía al interior de la construcción.

Instalación de torre grúa: Maquinaria destinada a la carga y descarga de diferentes materiales, asegurada al suelo dentro de la estructura vertical (torre).

Elevadores para el personal: A base de una estructura vertical metálica provista de energía eléctrica para la operación.

También se realizará la delimitación de las áreas de construcción con las señalética y equipamiento correspondiente.

El consumo de agua potable por persona al día dentro de las instalaciones provisionales se abastecerá por medio de pipas y se ha considerado un requerimiento de 20 l/día por persona.

Cabe señalar que para la instalación de las obras provisionales no se afectarán áreas adicionales a las contempladas para el desarrollo del Proyecto, es decir las obras provisionales serán ubicadas en áreas designadas como de aprovechamiento para el Proyecto.

2.6.2. Etapa de Construcción

A continuación, se describen las actividades que se llevarán a cabo para la construcción de las obras que componen el Proyecto, estas se desarrollarán exclusivamente en las áreas que fueron delimitadas y acondicionadas previamente, durante la etapa de preparación del sitio.

e. Operación de obras provisionales

Consistirá en la ocupación y uso de las instalaciones provisionales por parte de los trabajadores y demás personal que se prevé participe en el Proyecto.

f. Relleno nivelación y excavación

Se iniciará con el relleno y la nivelación del terreno para la ubicación de vialidades de acceso y plataformas, así como con las excavaciones necesarias para la introducción de las instalaciones de servicios de agua potable, drenaje, electricidad y telecomunicaciones. Posteriormente se colocarán cimientos y estructuras de concreto armado.

Se construirán los pozos de visita complementarios y las descargas domiciliarias necesarias. Se construirá la línea principal de agua potable con las tomas domiciliarias correspondientes para el llenado de cisternas.

Posteriormente se continuará con la canalización para la línea de media tensión, baja tensión y alumbrado.

De manera simultánea se realizarán las excavaciones del material rocoso para las áreas de las cisternas y albercas; el material producto de la excavación se triturará para su aprovechamiento en la construcción de las plataformas, previo análisis y recomendaciones del laboratorio de mecánica de suelos.

El material que ya no sea aprovechable se extraerá de la obra y será enviado al tiradero oficial autorizado.

g. Construcción de vialidades y edificaciones e instalación de servicios

Una vez terminadas las excavaciones y construidas las plataformas con material de trituración de las excavaciones, teniendo concluidas las pruebas de las líneas de drenaje y agua potable, se procederá a la construcción de guarniciones a nivel de rasante y la consolidación de la estructura de pavimentos a nivel de subbase y base para pavimentos. Quedando en la etapa de base en el caso del concreto estampado en andadores y banquetas. Se procederá al desplante de la cimentación de los edificios de las casetas-bodegas. Se dará inicio de las actividades de canalizaciones eléctricas, hidráulicas, pluviales y sanitarias en planta baja.

De manera simultánea se continuarán con los trabajos de urbanización correspondientes a la línea de media tensión, baja tensión y alumbrado, debido a que las excavaciones no son tan profundas (de 60 a 80 cm).

Se iniciarán las cimentaciones correspondientes diseñadas en proyecto como lo son las zapatas aisladas, zapatas corridas, losas de cimentación propuestas, para el desplante de los edificios. Y se continuará con la estructura de concreto armado proyectada en los mismos.

Conforme se realiza el avance de planta baja, se irán construyendo de manera ascendente las trabes, los muros, las losas a base de vigueta prefabricada y bovedilla de poliestireno con su capa de compresión, la introducción de instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de aire acondicionado, para ir conformando los niveles de las viviendas, así como la albañilería (aplanados) que correspondan a cada nivel.

En la secuencia de avance de la estructura y albañilería se vendrán colocando los acabados. Así mismo se podrán realizar las actividades de cancelerías de aluminio, cristales, barandales, muros de tablarroca acabado en blanco (pasta redimix en toda la superficie), pisos, zoclos, recubrimientos en áreas de baños, cancelas de baño de cristal templado, cocina integral, fondeo de muros, todos los equipos del sistema de aire acondicionado, pintura, colocar carpintería previa pintura de muros y bóvedas. Y enseguida la terminación para la colocación de los muebles de baño, cocina integral y accesorios, así como las lámparas, contactos y apagadores.

Una vez instalados todos los equipos, lámparas y accesorios se procederán a detallar la pintura de acabado final y la carpintería.

Una vez avanzada la conclusión de las viviendas se atenderán las áreas comunes tales como andadores, sistema de riego, pavimentos y áreas verdes.

Para concluir se procederán a las pruebas finales de aire acondicionado, instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, cuarto de máquinas, albercas, limpiezas gruesas y finas generales.

2.6.3. Etapa de Operación y Mantenimiento

Una vez concluida la construcción del Proyecto, se pretende darles mantenimiento ligero a las instalaciones, para su adecuada conservación, tales como, revisión periódica de goteros, bajadas pluviales y coladeras junto con pendientes en azoteas.

Cada dos años se realizarán retoques de superficies exteriores con pintura, así como resane de fisuras, despostillos en caso requerido.

De igual manera se realizará un constante mantenimiento de la red de riego y aspersores para el adecuado mantenimiento de la capa vegetal.

Así mismo se llevará a cabo una revisión anual de vialidades (carpeta asfáltica y/o empedrados) para evitar formaciones de baches y fisuras para así asegurar una superficie homogénea de rodaje. En la siguiente

Tabla 2. 15, se presentan las principales actividades a realizar durante la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 2. 15. Programa de operación y mantenimiento considerado para el Proyecto.

Programa de operación y mantenimiento												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Viviendas												
Comercio												
Vialidades												
Amenidades												
Bajadas pluviales												
Superficie de rodamiento												
Pinturas / resanes												
Jardinería												
Albercas												

2.6.4. Desmantelamiento y Abandono de las Instalaciones

El Proyecto considera una vida útil de 99 años, periodo que podrá prolongarse, en cuyo caso, se realizará la gestión correspondiente ante la autoridad.

De este modo, es a bien decir, que no se prevé una etapa de abandono para el Proyecto en sentido estricto. Sin embargo, en caso de que termine la vida útil del Proyecto y se llegue a la etapa de abandono, se llevarán a cabo las actividades de restauración del sitio que correspondan, dejando el predio en condiciones iguales o similares a las encontradas antes de la implementación del Proyecto y de acuerdo con la legislación ambiental aplicable e informando previamente a la autoridad competente.

2.7. Insumos

Durante la construcción se requerirá de los siguientes insumos:

Pedacería y pintura para trazo: Madera producto del desmonte para los trompos de marcaje, pintura en aerosol, clavos de acero.

Material para instalaciones: Tubería y accesorios tipo PAD o similar, ligas de neopreno, tubería y accesorios de pvc hidráulico, válvulas en FoFo, manguera de PPC (polipropileno copolimero), ligas de neopreno, conductores eléctricos en aluminio, cable de cobre desnudo, tubería para canalización tipo PAD rojo corrugado, cajas derivadoras tipo J4-J6, kits fallo a tierra, subestaciones eléctricas, registros eléctricos de concreto, marcos y contramarcos galvanizados, tapas de policoncreto para registros, correderas de plástico, tubería y accesorios en pvc conduitoso pesado, tapas de policoncreto para registros, registros telefónicos, pozos y registros pluviales.

Vialidades, guarniciones y banquetas: Concreto hidráulico.

Paisajismo de áreas comunes: Tierra vegetal, composta vegetal (producto del desmonte de áreas trabajadas), pasto, plantas ornamentales según Proyecto.

2.7.1. Personal

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del Proyecto, se requerirá de la contratación de personal para las distintas áreas, en la Tabla 2. 16 se presentan los requerimientos de personal por etapa del Proyecto.

Tabla 2. 16. Personal requerido durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Personal requerido	Etapa		
	Preparación	Construcción	Operación
Biólogo	1	1	1
Topógrafo	1	1	0
Operario de equipo perforador	2	0	0
Ayudantes	6	20	3
Albañil	0	15	0
Obreros	0	20	0
Ingeniero supervisor	2	5	2
Cabo de oficios	4	6	0

Personal requerido	Etapa		
	Preparación	Construcción	Operación
Fierrero	0	4	0
Plomero electricista	0	3	0
Masilleros	0	3	0
Tablaroqueros	0	3	0
pintores	0	5	0
Carpinteros	0	2	0
Total	16	88	6

2.7.2. Maquinaria y Equipo

La maquinaria y equipo requeridos durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto se muestran en la siguiente Tabla 2. 17.

Tabla 2. 17. Relación de maquinaria requerida por etapa de desarrollo del Proyecto.

Etapa	Maquinaria	Equipo
Preparación	Excavadora 320, cargador frontal, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadora, compactador, camiones de 14 m ³	Torre grúa y montacargas
Construcción	Excavadora 320, cargador frontal, retroexcavadoras, zanjadora, motoconformadora, compactador, camiones de 14 m ³	Torre grúa y montacargas

Cabe precisar que esta maquinaria no se utilizará al mismo tiempo, pues como se ha comentado anteriormente, el Proyecto se realizará en etapas, por lo que la maquinaria se empleará paulatinamente, lo que dependerá de las acciones que se estén realizando, así mismo, es importante señalar que la lista mencionada es indicativa más no limitativa, ya que es posible que por requerimientos especiales durante el avance de la obra se necesite maquinaria, equipo o material adicional.

2.7.3. Combustible

Durante la etapa de construcción del Proyecto, se utilizará diésel y gasolina como combustible, en un promedio de 33.33 l diarios de diésel y 50.00 l diarios de gasolina.

Para la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, el combustible que será utilizado dentro de las viviendas será el gas estacionario (gas LP), del cual se estima un consumo medio de 1.5 l/hab*día, lo que implicará un consumo de 471 l/vivienda*mes, esto es, 147,894 litros al mes, una vez que se encuentre totalmente habitado el Proyecto.

Los depósitos de gas serán de 10,000 l, y estarán ubicados en proporción de 1.5 tanques por edificio. Al respecto, cabe destacar que no se requiere de la presentación de un estudio de riesgo toda vez que no sobrepasan los 50,000 kg establecidos para ser considerada como actividad altamente riesgosa, de conformidad con el "Acuerdo por el que las Secretarías de Gobernación y Desarrollo Urbano y Ecología, con fundamento en lo dispuesto por los Artículos 5o, Fracción X y 146 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 27 Fracción XXXII y 37 Fracciones XVI y XVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, expiden el segundo listado de actividades altamente riesgosas".

Tabla 2. 18. Requerimientos de combustible por mes y por etapa del Proyecto.

Etapa	Tipo	Consumo (l/mes)
Preparación	Gasolina	360.00
	Diésel	240.00
Construcción	Gasolina	840.00
	Diésel	560.00
Operación	Gas L.P.	147,894
	Gasolina	-----

2.7.4. Energía

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, la obtención de la energía se hará a través de generadores de gasolina para la oficina de campo. Durante la operación del Proyecto el abastecimiento de energía se hará a través de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El consumo diario se estima en 0.832 kW/día que implica una demanda de suministro de CFE de 0.66 MW.

Tabla 2. 19. Consumo de energía mensual y anual por etapa del Proyecto.

Etapa	Consumo mensual	Consumo anual
	(Kwh)	(Kwh)
Preparación	20	240.00
Construcción	23.29	279.48
Operación	25.37	303.38
Total	68.66	822.86

2.7.5. Agua

Durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto, el agua potable se obtendrá a través de pipas. Durante la operación y mantenimiento, el suministro será proporcionado por la red general de Aguakan. El consumo diario se estima en 230 l/hab-día, por lo tanto, se estiman 17.10 m³/diarios en punta. Cada vivienda contará con su depósito de agua. En el Anexo 4, se presenta la factibilidad otorgada por Aguakan a todo el Plan Maestro Mayakoba, en donde está considerado el consumo de agua de las viviendas que integran este Proyecto.

2.8. Residuos y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

A continuación, se enlistan los residuos sólidos y líquidos y las emisiones a la atmósfera que serán generados por el desarrollo del Proyecto.

2.8.1. Residuos Sólidos

Se prevé se generen residuos sólidos de carácter urbano, de manejo especial y peligrosos. Los residuos sólidos urbanos serán generados por la presencia del personal encargado de efectuar la construcción, y consistirán en residuos de alimentos, aluminio, tereftalato de polietileno, polietileno de alta densidad, policloruro de vinilo, polietileno de baja densidad, polipropileno, poliestireno, otros plásticos, residuos de textiles y residuos sanitarios. Los peligrosos consistirán en envases de grasas, aceites lubricantes gastados y combustibles; y materiales impregnados con hidrocarburos.

También se estima la generación de residuos vegetales ocasionados por las actividades de desmonte, este material será retirado y confinado en un vivero temporal en donde recibirá el tratamiento requerido para ser utilizado en las actividades de reforestación y mejoramiento de las diversas áreas verdes del Proyecto. El material edáfico resultante de las actividades de despalle recibirá el mismo tratamiento.

Además de los residuos sólidos urbanos, orgánicos y peligrosos, también se generarán residuos sólidos de manejo especial que serán principalmente restos de materiales de construcción.

Para su adecuado manejo, se instalarán contenedores debidamente señalados en los diferentes frentes de obra, en donde se deberá disponer los residuos según su tipo, ya sean de orgánicos, valorizables (PET, papel, cartón, latas de aluminio, envases de vidrio) y no valorizables, posteriormente, estos residuos serán recolectados por una empresa autorizada y enviados al sitio de disposición final.

De igual manera, una vez que el Proyecto se encuentre operando, para cada edificio se establecerá un punto de acopio en donde se ubicarán contenedores para la separación de los residuos. Adicionalmente habrá un punto de recolección general para el retiro de los residuos por parte de servicios generales del municipio.

Respecto a los residuos sólidos urbano, se considera una generación per cápita de 0.944 kg/día/persona⁴, por lo que en la etapa de preparación la estimación es de 15.10 kg/día, en tanto que en la etapa de construcción será de 83 kg/día. En la operación, se espera una generación de aproximadamente 3,062.80 kg/día.

2.8.2. Residuos Líquidos

Durante la etapa de preparación y construcción, se estima la generación de los 4,200 l/día de aguas residuales los primeros 10 meses. Las aguas residuales que se generen posteriormente serán enviadas a la red de drenaje municipal.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, la descarga de aguas residuales se hará directamente a la red general la cual está conectada a la red municipal y se conduce a la planta de tratamiento.

⁴ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2020. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Para la etapa de operación, la generación de aguas residuales irá aumentando poco a poco, se estima una generación de 139 m³ por día, volumen que irá aumentando hasta llegar a los 695 m³ por día en la última fase.

2.8.3. Residuos Peligrosos

Se estima que, durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto los residuos peligrosos que se podrían generar se deban a trapos o estopas impregnadas con grasas, aceites, thinner, pintura, esmaltes, lubricantes y baterías provenientes de mantenimiento menores de la maquinaria y equipos. Sin embargo, dado que todos estos equipos serán de personal subcontratado, se evitará que el mantenimiento de sus equipos se realice dentro del Proyecto. De cualquier manera, lo que se llegué a generar se le exigirá al contratista que se encargue de retirar los residuos generados y que les dé su adecuado manejo y disposición final de acuerdo con la normatividad aplicable. En caso de necesitar un mantenimiento mayor a la maquinaria, se realizará en talleres ubicados en las localidades cercanas, para evitar posible contaminación al suelo dentro del Proyecto.

Los residuos peligrosos que se generarán por la operación del Proyecto se deberán a las actividades de mantenimiento y serán, thinner, sobrantes de pintura, esmaltes, aceites y lubricantes, estopas impregnadas, aceites quemados en pequeñas cantidades.

Estos residuos serán confinados temporalmente en contenedores de plástico o metal (según corresponda) debidamente identificados, en el área asignada para el acopio temporal de residuos, para que posteriormente sean recolectados por una empresa especializada y autorizada para su manejo y disposición final.

El Proyecto contará con un pequeño almacén temporal para el acopio de los residuos peligrosos generados durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, como son restos de thinner, sobrantes de pintura, esmaltes, aceites, lubricantes y estopas impregnadas, dentro de este almacén se contará con contenedores herméticos en donde se colocarán dichos residuos. Así como para el almacenamiento de combustibles y residuos líquidos. Este almacén cumplirá con las indicaciones señaladas en los instrumentos legales aplicables en materia de residuos peligrosos, como son:

- Se encontrará en áreas destinadas para aprovechamiento y alejado de las áreas de conservación.
- Se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones.
- Se construirá con materiales impermeables y deberá estar techado.
- Deberá contar con canaletas y muros de contención de derrames.
- Contará con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad y los riesgos de los materiales almacenados.
- Contará con extintores según los residuos y materiales que se almacenen en sitio.

2.8.4. Generación de Gases de Efecto Invernadero

Por la naturaleza propia del Proyecto se espera la generación de gases de efecto Invernadero (GEI) que, de acuerdo con su alcance, la fuente de generación podrá ser directa e Indirecta. En Tabla 2. 20 se presentan los procesos en los cuales se espera la generación de GEI según la etapa de implementación, así como el tipo de gases que se podrían generar.

Tabla 2. 20. Generación de GEI por el Proyecto.

Alcance	Preparación	Construcción	Operación
Directo	Se deberán a la combustión de los combustibles (diésel y gasolina) requeridos para la operación de la maquinaria y equipo que se usarán para el acondicionamiento del terreno.	Combustión del combustible (diésel y gasolina) requerido para la operación de la maquinaria y equipo usado para la construcción del Proyecto.	Combustión del gas LP utilizado para las cocinas y baños de las amenidades y los departamentos, así como el funcionamiento de los restaurantes.
GEI-D	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O
Indirecto	Generados por el consumo de energía eléctrica que se utilizará para la iluminación del predio. Durante esta etapa se utilizará maquinaria para la limpieza y nivelación del predio.	Consumo de energía eléctrica utilizada para abastecer las instalaciones provisionales del Proyecto y la iluminación provisional.	Consumo de energía eléctrica para la operación del Proyecto. La cual será suministrada por la red de energía eléctrica de CFE.
GEI-I	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O

Para realizar la estimación de la emisión directa de CO₂ equivalente de las obras y actividades del Proyecto durante las etapas de preparación y construcción, se aplicará la siguiente metodología de cálculo por factores de emisión de acuerdo con lo establecido en el *Acuerdo que establece las particularidades técnicas y las fórmulas para la aplicación de metodologías para el cálculo de emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero* publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de septiembre de 2015. Se calculará la cantidad que se genera de cada GEI mediante la aplicación de las siguientes fórmulas:

$$E_{CO_2} = VC \times PC \times FE_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = VC \times PC \times FE_{CH_4}$$

$$E_{N_2O} = VC \times PC \times FE_{N_2O}$$

Donde:

E _{CO2}	Emisiones de dióxido de carbono en toneladas [t]
E _{CH4}	Emisiones de metano en kilogramos [kg]
E _{N2O}	Emisiones de óxido nitroso en kilogramos [kg]
VC	Consumo de combustible al año en litros [L] o metros cúbicos [m ³]
PC	Poder calorífico de cada combustible [MJ/L o MJ/m ³]
FE	Factor de emisión de cada gas [t/MJ o Kg/MJ]

El factor de emisión de cada gas se tomó de los valores establecidos en el Artículo Sexto, Fracción 2, del Acuerdo (DOF, 2015), sus valores se enlistan en la Tabla 2. 21.

Tabla 2. 21. Factores para el cálculo de emisiones directas e indirectas de GEI.

Combustible	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)
Diésel	7.41 E-05	4.15 E-06	2.86 E-06
Gasolina y naftas	6.93 E-05	5.00 E-05	2.00 E-6

Dicho Acuerdo también señala que para la estimación de la emisión indirecta por consumo de electricidad se aplicará la siguiente fórmula:

$$E_{CO_2e} = W_{Elect} \times FE_{Elect}$$

Donde:

E_{CO_2e}	Emisiones de dióxido de carbono equivalente proveniente del consumo de energía eléctrica [t CO ₂ e]
W_{Elect}	Consumo de energía eléctrica [MWh]
FE_{Elect}	Factor de emisión por consumo de energía eléctrica [t CO ₂ /MWh]

El FE_{Elect} que se deberá usar es el que publique año con año la SEMARNAT, que, de acuerdo con su último reporte de 2020, el factor de emisión eléctrico corresponde a **0.494 tCO₂e / MWh**.

A partir de la aplicación de las fórmulas y factores anteriores, en la Tabla 2. 22 se presentan las estimaciones de la cantidad de emisiones de GEI que se generarán durante las diferentes etapas de implementación del Proyecto.

Tabla 2. 22. Estimación de la generación de gases de efecto invernadero por etapa del Proyecto.

Preparación					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	2,880	8.04	0.00	0.00	8.16
Gasolina	4,320	9.92	0.00	0.00	10.33
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	240	0.118			
Construcción					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Diesel	6,720	18.76	0.00	0.00	19.05
Gasolina	10,080	23.16	0.01	0.00	24.09
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	279.48	0.138			
Operación y mantenimiento					
Combustible	Consumo (l/año)	CO ₂ (t/MJ)	CH ₄ (t/MJ)	N ₂ O (t/MJ)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)
Gas LP	1,774,728	2,925.23	2.87	0.01	3,008.17
Electricidad	Consumo (Kwh/año)	Emisiones anuales GEI (tCO ₂ e/año)			
Consumo	303.38	0.149			



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL

Contenido

CAPÍTULO 3.....	4
3.1. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso de suelo.	4
3.2. Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos.....	5
3.3. Convenios o tratados internacionales.....	6
3.3.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica.....	6
3.3.2. Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético	8
3.3.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación.....	9
3.4. Leyes y reglamentos	9
3.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento. 9	
3.4.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 11	
3.4.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	16
3.4.4. Ley General de Cambio Climático	21
3.4.5. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático	25
3.4.6. Ley General de Vida Silvestre (LGVS).....	27
3.4.7. Artículo 60 TER LGVS	27
3.4.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.....	28
3.4.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	30
3.5. Áreas naturales protegidas	31
3.5.1. DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y su Programa de Manejo. 33	
3.6. Programas de ordenamiento ecológico	35
3.6.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio.....	35
3.6.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. 40	
3.6.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad	50
3.7. Planes y Programas de Desarrollo Urbano.....	81
3.7.1. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo	81
3.7.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.....	82
3.8. Regiones y sitios prioritarios de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad	91
3.8.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias	92

3.8.2.	Regiones Terrestres Prioritarias	93
3.8.3.	Regiones Marinas Prioritarias	94
3.8.4.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	94
3.8.5.	Sitios Ramsar.....	94
3.9.	Normas oficiales mexicanas	95
3.9.1.	NOM-022-SEMARNAT-2003	95
3.9.2.	Vinculación con el resto de las normas oficiales mexicanas, que se han considerado aplicables al proyecto	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1.	Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	20
Tabla 3. 2.	Vinculación con las especificaciones de la Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.....	33
Tabla 3. 3.	Ficha técnica de la Unidad Ambiental Biofísica No. 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	36
Tabla 3. 4.	Estrategias establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica No. 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	37
Tabla 3. 5.	Estrategias Generales de la UGA 139 del POEMyRGMMyMC aplicables al proyecto	42
Tabla 3. 6.	Acciones específicas de la UGA 139 del POEMyRGMMyMC aplicables al proyecto.	46
Tabla 3. 7.	Especificaciones de la UGA 14 conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad.....	51
Tabla 3. 8.	Vinculación del Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación general del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	52
Tabla 3. 9.	Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación para las áreas urbanas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	68
Tabla 3. 10.	Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de carácter específico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	78
Tabla 3. 11.	Vinculación de los Parámetros urbanos que le aplica al proyecto.....	84
Tabla 3. 12.	Obras propuestas para el Proyecto.	87
Tabla 3. 13.	Parámetros urbanos aplicables al Proyecto.....	87
Tabla 3. 14.	Clasificación de usos y destinos conforme al Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.....	88
Tabla 3. 15.	Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.....	92
Tabla 3. 16.	Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.....	94

Tabla 3. 17. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada..... 100

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 3. 1.	Se muestran la ubicación del proyecto dentro del SAR.....	14
Figura 3. 2.	Polígono blanco hace referencia el predio del proyecto. El polígono amarillo corresponde al polígono de la ANP- Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.....	32
Figura 3. 3.	UGA 139 del POEMYRGMYYMC.....	41
Figura 3. 4.	Extracto de la página 5 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018.....	66
Figura 3. 5.	Extracto de la página 45 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018.....	67
Figura 3. 6.	Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.	83
Figura 3. 7.	Se muestra la vegetación de manglar en el SAR del proyecto específicamente en el extremo este del polígono del predio, obtenida de la georreferenciación de las coordenadas en la versión pública del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT en la siguiente liga: https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/sigeia	96

CAPÍTULO 3.

3.1. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso de suelo.

En el presente capítulo se identifican los instrumentos jurídicos, normativos en materia de impacto ambiental y regulación del uso de suelo; que le son aplicables al presente proyecto, a lo largo del capítulo se analizan de forma sistemática cada uno de ellos con respecto al proyecto que se somete a evaluación, tal y como lo dispone los artículos artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y 13 fracción III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Es de resaltar que para el diseño del proyecto se consideró la observancia estricta de la legislación y ordenamientos que regulan el uso de suelo, lo que destaca la disposición y compromiso del promovente al momento del diseño.

En materia ambiental, la regulación normativa a nivel federal y local para la autorización de impacto ambiental para el desarrollo del Proyecto comprende diversas legislaciones y ordenamientos ecológicos, así como planes de desarrollo urbano y demás instrumentos legales de política ambiental aplicables o de interés para la región en donde se pretende instrumentar el Proyecto, los cuales se presentan y se analizan en el presente capítulo.

En este contexto de ideas, el marco jurídico que orienta y regula las obras a ejecutar del Proyecto se sustenta en lo establecido en:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM).
- Convenios o Tratados Internacionales
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).
- Ley General de Cambio Climático (LGCC).
- Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones (RLGCC).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
- Áreas Naturales Protegidas.
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad
- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)

3.2. Constitución Política De Los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley fundamental del Estado Mexicano. En ella se establecen los derechos y obligaciones esenciales de los ciudadanos y los gobernantes, en ella se dictan las bases que otorgan protección al medio ambiente, a partir de las cuales se construye una política ambiental que permite identificar la viabilidad de un proyecto.

En su artículo 4°, párrafo cuarto, establece a la letra lo siguiente:

“Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley...”

Asimismo, mediante la aplicación de las medidas propuestas, se dará seguimiento a las condiciones ambientales presentes en el sitio del proyecto, con la finalidad de que se mantengan inalteradas en el mediano y largo plazo, así como el llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental (Anexo 6), que tiene como objetivo ejercer vigilancia a la correcta ejecución de las diferentes medidas y acciones propuestas en el presente Documento Técnico Unificado-Modalidad B (DTU-BR), mediante el establecimiento de parámetros de seguimiento.

Adicionalmente, la importancia de tener un área de conservación en el predio del proyecto, proponiendo su mantenimiento, y llevar a cabo diferentes programas ambientales específicos para asegurar su protección dentro del predio, con esto se estará promoviendo un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de los habitantes lo cual hace totalmente viable la ejecución del presente proyecto.

Otros artículos aplicables al proyecto son los siguientes:

“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 dictaran 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.”

“73, fracción XXIX-G, establece la facultad del Congreso Federal a expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico con la participación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias.”

En tanto que el artículo 115, en su fracción V, determina la facultad de los Municipios en determinar los usos de suelo:

V. Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) *Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*
- ...
- b) *Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;*
- c) *Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia en sus jurisdicciones territoriales;*
- d) ...
- g) *Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;" ...*

De las disposiciones anteriores se desprende que corresponde al Estado el regular el aprovechamiento de los elementos naturales, así como cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, el proyecto de interés ha observado las disposiciones en materia de ambiental le resultan aplicables para la obtención de una autorización en materia de impacto ambiental, así como también ha observado el contenido de otros instrumentos de política ambiental y competencia local, emitidos por los diferentes órganos del Gobierno Estatal, como lo son el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad, como instrumentos de planeación de política territorial y ambiental con características homogéneas en un área determinada, cuyo objetivo es regular el Uso de Suelo y su interacciones con los procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos con base en el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que lo conforman.

El proyecto se ajusta a las disposiciones que emanen de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en tanto que a través de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, 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.

3.3. Convenios o tratados internacionales.

3.3.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica

En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, también conocida como la "Cumbre de la Tierra". Dicha reunión generó tres logros significativos en materia de protección ambiental: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), la Convención de Lucha contra la Desertificación (UNCCD) y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), siendo este último el primer acuerdo mundial enfocado en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad, entrando en vigor el 29 de diciembre de 1993, y contando hasta el año 2016 con 196 partes.

El CDB de conformidad con su artículo 1, tiene tres objetivos principales:

- La conservación de la biodiversidad biológica.
- El uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica.
- La participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Todo ello mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.

El Artículo 3 tiene como principio, que de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.

Para ello, México tiene instrumentadas leyes, reglamentos y normas que permiten el desarrollo armonioso para asegurar que las actividades que se llevan dentro de su territorio prevengan y no perjudiquen el medio ambiente de otros países, cumpliendo con ello el principio del CDB.

El Artículo 6 (Medidas generales a los efectos de la conservación y la utilización sostenible) del CDB establece:

“Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

a) Elaborará estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica o adaptará para ese fin las estrategias, planes o programas existentes, que habrán de reflejar, entre otras cosas, las medidas establecidas en el presente Convenio que sean pertinentes para la Parte Contratante interesada; y

b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales”.

Por lo tanto, es una obligación de las partes elaborar estrategias, planes o programas nacionales para la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica que sean congruentes con los objetivos del Convenio.

Nuestro país ha cumplido con esta disposición, ya que, a través de la CONABIO, junto con otros sectores sociales, desarrolló la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México. Asimismo, el proyecto integrará en su desarrollo las políticas de desarrollo sustentable, incluyendo las metas del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, que incluye las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.

Asimismo, el artículo 14 del citado Convenio señala que:

“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos”.

De conformidad con lo previsto en el artículo referido, la LGEEPA prevé la Evaluación de Impacto Ambiental como uno de los instrumentos de política ambiental más relevantes en México.

Por ello, se presenta el DTU-BR con la finalidad de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, de manera que el proyecto se ajuste a las disposiciones del marco normativo interior como a la exigencia del CDB al someter los impactos generados al correspondiente procedimiento, a fin de que la autoridad ambiental emita la resolución que en derecho corresponda, y en su caso, autorice el proyecto con las condiciones necesarias para la protección de la biodiversidad.

3.3.2. Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético

El Convenio entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para la Protección de las Aves Migratorias y Mamíferos de Interés Cinegético se firmó en febrero de 1936 y tiene como propósito el implementar medidas conjuntas que permitan la protección y aprovechamiento racional de las aves migratorias durante el desarrollo de actividades cinegéticas y la obtención de alimento, productos y subproductos para el comercio y la industria.

En este Convenio, “Las Altas Partes Contratantes declaran que es justo y conveniente proteger las aves llamadas migratorias, cualquiera que sea su origen, que en sus viajes habiten temporalmente en los Estados Unidos Mexicanos y en los Estados Unidos de Norteamérica, por medio de procedimientos adecuados, hasta donde las Altas Partes Contratantes determinen, que permiten utilizar dichas aves racionalmente, con fines deportistas, de alimentación, de comercio y de industria, a fin de que sus especies no se extingan” (Artículo I).

En este convenio, las partes se comprometen a (Artículo II):

A. *La fijación de vedas, que prohíban en determinada época del año la captura de las aves migratorias y sus nidos y huevos, así como que se pongan en circulación o venta vivas o muertas, sus productos y despojos, excepción hecha de cuando procedan de reservas o criaderos particulares y cuando se utilicen con fines científicos, de propagación y para museos, con la autorización correspondiente.*

B. *La determinación de zonas de refugio en las que estará prohibida la captura de dichas aves.*

C. *La limitación a cuatro meses como máximo en cada año el ejercicio de la caza, mediante permiso de las autoridades respectivas en cada caso.*

D. *El establecimiento de una temporada de veda para patos silvestres del diez de marzo al primero de septiembre, excepto en el Estado de Alaska, Estados Unidos de América, en donde los patos silvestres y sus huevos podrán ser capturados por habitantes indígenas del lugar, siempre que las temporadas y otras reglamentaciones implementando el no-desperdicio en la captura de patos silvestres y sus huevos sean consistentes con los usos habituales y*

tradicionales de los habitantes indígenas y sean para su propia alimentación y otras necesidades esenciales (Protocolo modificadorio 5 de mayo de 1997).

E. La prohibición de matar aves migratorias insectívoras, con excepción de los casos en que perjudiquen la agricultura y constituyan plagas, así como también cuando procedan de reservas o criaderos; entendiéndose que dichas aves podrán capturarse y utilizarse vivas conforme a las leyes respectivas de cada país contratante.

Así mismo, en su artículo IV, incluyendo su Acuerdo modificadorio en marzo de 1972 se incluyen las familias de las especies migratorias de caza y no caza que se convenían.

De lo anterior, es importante señalar que México, ha implementado medidas como la expedición de la Ley General de Vida Silvestre, la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como una serie de disposiciones en alineación a lo que establece este Convenio, con la finalidad de mantener la diversidad de aves y mamíferos de interés.

Referente al presente convenio podemos señalar que el proyecto se trata de la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Hotel y áreas complementarias), por lo que no incluye actividades de cacería de aves, ni llevar a cabo ninguna actividad de interés cinegética, siendo coherente con este convenio, por otra parte, tanto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), como en el Área del proyecto (AP), las especies de aves registradas son residentes, por lo tanto, con el desarrollo del proyecto no se contraviene con lo estipulado en el citado convenio.

3.3.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación (“Convenio de Basilea”) tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo; éste fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991, y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto de ese mismo año; las disposiciones generales fueron adoptadas el 5 de mayo de 1992, fecha de la entrada en vigor de este instrumento. Este instrumento es el más antiguo en materia de residuos peligrosos y sustancias químicas.

De acuerdo con las actividades del proyecto, relacionada con la construcción de un desarrollo inmobiliario en ecosistemas costeros (Hotel y áreas complementarias), todos los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto serán manejados conforme a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en la materia, tal como se manifiesta más adelante. Asimismo, cabe destacar que no se pretende realizar movimientos transfronterizos de los mismos, por lo que, no hay disposiciones que observar por parte de este tratado internacional.

3.4. Leyes y reglamentos

3.4.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento.

De acuerdo con las características y ubicación del proyecto “Village Etapa II” descritas en los capítulos anteriores del presente estudio y en concordancia con el artículo 28, fracciones VII, IX y X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en correlación

con el artículo 5, incisos O) fracción I, Q) y R), del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental (RIA), se requiere que el proyecto cuente con la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por tratarse de un desarrollo inmobiliario que requiere el cambio de uso de suelo y que se encuentra propuesto en un ecosistema costero tal como lo contempla cada uno de los artículos citados y que para mayor claridad a continuación se reproducen textualmente:

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

(...)

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

...

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo

(...)

Luego entonces, es que se presenta este Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) respecto del proyecto denominado "Village Etapa II", cuyo contenido se apega a lo expresado en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en el "ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan" emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación, así como el artículo 30 de la misma Ley de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental, que indican que la promovente deberá presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental (MIA), en la modalidad que corresponda, para obtener dicha autorización, tal como a continuación se cita textualmente.

ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de

mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

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

De conformidad con la LGEEPA, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) determinará las obras o actividades sujetas a autorización en materia de impacto ambiental, del cual el artículo 5, incisos O) fracción I, primer párrafo del inciso Q) y R), a la letra dice:

Artículo 5. *Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

(...)

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

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal (...)

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

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

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

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

II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.

(...)

Cabe señalar que el proyecto en sus obras no incluye actividades catalogadas en las listas de actividades altamente riesgosas, pero si cae en otros supuestos del artículo 28 al ser un

desarrollo que afecte los ecosistemas costeros y por llevar a cabo el cambio de uso de suelo en áreas forestales; por lo que no queda exceptuada.

Por otro lado, en cumplimiento a estas disposiciones normativas, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través del Documento Técnico Unificado modalidad B **Regional**, toda vez que el proyecto “Village Etapa II”, encuadra en los supuestos establecidos por el artículo 11 del REIA, puesto que con el desarrollo del proyecto y dado que existen otros proyectos y desarrollos turísticos en la zona, los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de éste son de tipo acumulativos, el cual se ha definido por el REIA, en su artículo 3, fracción VII, como sigue:

“Artículo 3.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

(...)

VII. Impacto ambiental acumulativo: 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;(...)”

Vista la transcripción anterior y dado que el desarrollo del presente proyecto participará de los impactos ambientales generados en el pasado, así como de aquellos que se generan actualmente por otros proyectos, es motivo por el cual se presentan impactos acumulativos, de tal manera que la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se presenta es la correcta, lo que guarda congruencia con lo dispuesto por el artículo 11, del REIA, fracción IV, cuya literalidad es la siguiente:

*“Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la **modalidad regional** cuando se trate de:*

(...)

IV. 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. (...)”

De los supuestos contenidos en el artículo anterior, se tiene que, **proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos**; al respecto, en el caso que nos ocupa, la existencia en la zona de hoteles en operación, vías de comunicación, servicios e infraestructura urbana, constituyen funciones que se realizan actualmente en una determinada región definiéndola como el: 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, formando un **Sistema Ambiental Regional (SAR)**, dando lugar a que la petición de autorización en materia de impacto ambiental, sea a través de una manifestación de impacto ambiental, **en su modalidad Regional**; por lo cual, el proyecto “Village Etapa II” cumple con lo establecido en la fracción IV del artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA.

Aunado a lo anterior, la existencia de otros proyectos en la región en donde se pretende ubicar el proyecto, han generado impactos de tipo acumulativos y residuales de ahí que la modalidad correcta del proyecto “Village Etapa II” a presentarse para su evaluación lo es la **Modalidad Regional**.

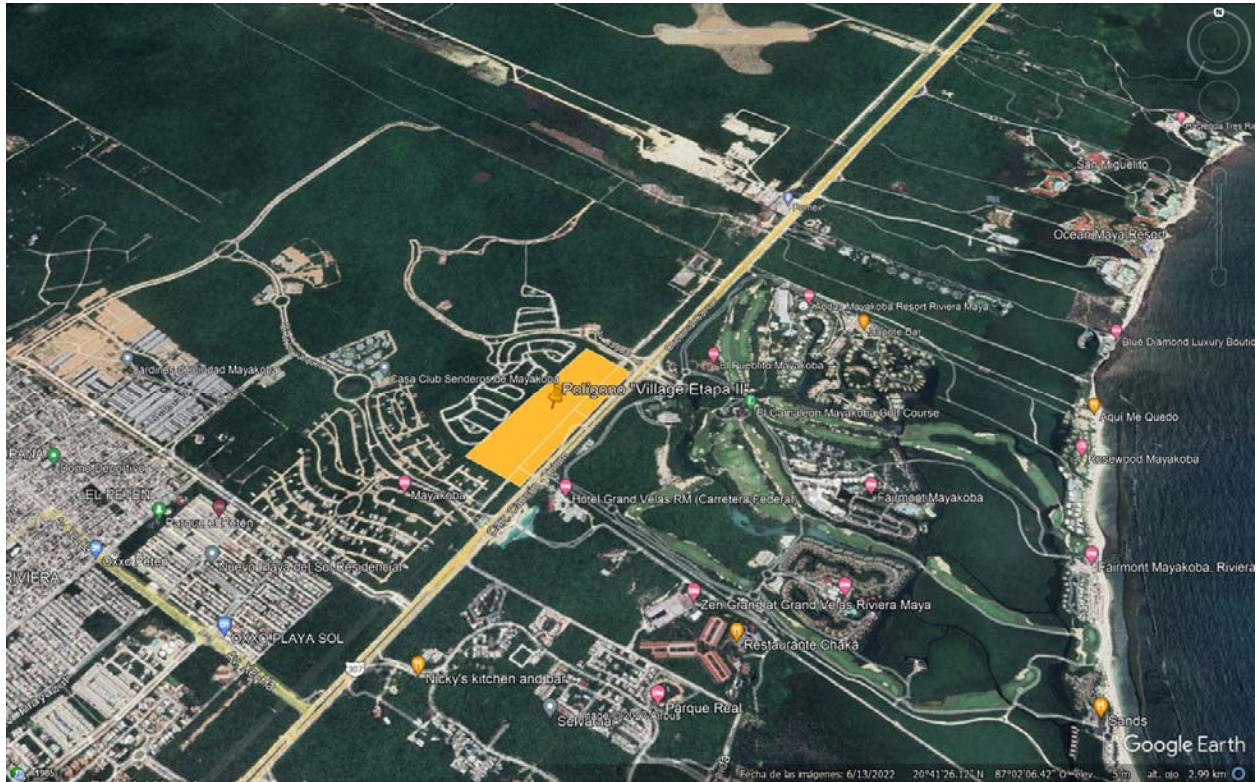
Como lo expuesto en el presente estudio de manifestación de impacto ambiental modalidad Regional propuesta para las obras y actividades del proyecto “Village Etapa II” a evaluación se desarrollara en un ecosistema costero, cuyo desarrollo propiciará la generación de impactos ambientales de carácter acumulativos, residuales y sinérgicos, ya que en la delimitación del SAR existen proyectos similares como hoteles, casas particulares, villas ecoturísticas, restaurantes, entre otros, que han contribuido en el pasado a la fragmentación de los ecosistemas, pero no ha propiciado un desequilibrio ecológico, aunado a que diversos proyectos han sido sometidos al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y que han contribuido en la generación de impactos ambientales, por lo que los impactos que genera el proyecto “Village Etapa II” corresponde al carácter acumulativo porque se sumara a los efectos negativos que ya ocurrieron en el pasado con la implementación de proyectos de naturaleza similar y sinérgico por aquellos efectos negativos con presencia simultánea de incidencia mayor en el ecosistema costero donde se pretende ubicar el proyecto “Village Etapa II”, por lo que se presenta una manifestación de impacto regional, como se ha analizado en el presente DTU-BR, se tomó en consideración dado que la revisión se desprende que en la zona donde se desarrollara el proyecto, se tienen diversos proyectos dentro del SAR en el cual se encuentra inserto, los cuales han presentado sus DTU’S o manifestaciones de impacto ambiental y han sido autorizados, entre los que se destacan los siguientes:

- Parque Urbano y Equipamiento
- Country Club Ciudad Mayakoba H1
- Altos de Ciudad Mayakoba
- Ampliación del proyecto Moxhe Club & Resort Fase II

De lo descrito anteriormente, se pone en evidencia que el desarrollo y ejecución del proyecto “Village Etapa II” contribuirá a la generación de impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales a nivel regional, que puede ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas, tal y como lo establece por el artículo 11, fracción IV, del REIA.

En la siguiente Figura 3.1. es posible observar el proceso de crecimiento urbano y turístico que se ha tenido en el SAR en el cual se encuentra inserto el proyecto.

Figura 3. 1. Se muestran la ubicación del proyecto dentro del SAR.



De lo anterior, se destaca la relevancia de mencionar el proceso de crecimiento urbano y turístico que se tiene en el SAR, donde es de resaltar que este crecimiento ha derivado diversos impactos ambientales, entre los que se destacan los siguientes, pérdida de cobertura vegetal, alteración y contaminación del suelo; la contaminación del manto freático por la generación de aguas residuales provenientes de los grandes hoteles, el uso de pesticidas, alteración al confort sonoro; alteración y pérdida del hábitat de la fauna nativa; afectación a la fauna nativa, entre otros.

En consecuencia, el proyecto “Village Etapa II” se ajusta a lo establecido en los artículos citados de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, por lo que la modalidad de presentación de la manifestación de impactos ambiental, es la Regional, lo cual también se podrá corroborar con el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, dado que con el desarrollo del proyecto se tiene la existencia de otros proyectos en la región, donde los impactos ambientales que se han generado son de tipo acumulativo, residual y sinérgico, tal y como lo establece en el artículo 3, fracción VIII de dicho Reglamento:

VII. Impacto ambiental acumulativo: *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;*

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce 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;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Por lo que se puede decir que el proyecto "Village Etapa II" participará de los impactos ambientales generados en el pasado, así como de aquellos que se generan actualmente por otros proyectos, de ahí que el proyecto pudiera ocasionar consecuentemente la acumulación o en su caso sinergia con los otros proyectos, de ahí que la modalidad de la manifestación de impacto ambiental que se presenta es la correcta, conforme a lo dispuesto por el artículo 11, del REIA, fracción IV.

Así las cosas, se presenta el DTU-BR, atendiendo al contenido y alcance del artículo 13 del propio REIA, que señala lo siguiente:

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Aunado a lo anterior, el Artículo 44 del REIA, señala lo siguiente:

Artículo 44. Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:

I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;

II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y

III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Al respecto, en el capítulo IV del presente DTU-BR, se describen las condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional, lo cual nos proporciona información técnica de que tan conservadas o perturbadas se encuentran las zonas en que se desarrollará el proyecto y en la región en que se encuentra inserto. Una vez descrito el medio ambiente, se podrán determinar los posibles impactos que puedan ser ocasionados al entorno en función del tipo de obras y/o actividades que contempla el proyecto.

Cabe destacar, que el sitio del proyecto no se ubica dentro de algún Área Natural Protegida; no obstante, se hace un análisis ambiental del sitio del área de influencia donde se desarrollará el proyecto indicando su estado de conservación, y proponiendo las medidas y acciones de mitigación y compensación que permitirán minimizar la posible afectación en la funcionalidad del ecosistema presente.

Aunado a lo anterior, está el compromiso a evaluar las medidas y mejoras que la autoridad considere pertinentes para determinar la factibilidad del presente proyecto.

Para dar cumplimiento a lo señalado en la LGEEPA y su reglamento en materia de impacto ambiental, se presenta para su evaluación y resolución la presente manifestación de Impacto ambiental en su modalidad Regional, con lo que se da cumplimiento al artículo 30 de la LGEEPA y el artículo 9 del REIA.

3.4.3. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Por otro lado, el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable señala que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

A su vez, el artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, establece el contenido que deberán tener los Estudios Técnicos Justificativos.

Se transcriben dichas disposiciones jurídicas para pronta referencia: De la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de

carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

Del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:

- I Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;*
- II Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;*
- III Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;*
- IV Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;*
- V Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;*
- VI Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal;*
- VII Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias*
- VIII primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo;*
- IX Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;*
- X Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;*
- XI Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el*
- XII suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo;*
- XIII Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;*
- XIV Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;*
- XV Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;*

XVI Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y

XVII Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.

La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.

Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal.

En virtud de lo anterior, y ya que el proyecto que se pretende realizar contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, le resulta aplicable lo dispuesto en los artículos transcritos en el párrafo inmediato anterior.

Derivado de lo anterior, y toda vez que se desprende que el proyecto que se pretende realizar requiere de la Autorización de Impacto Ambiental y de la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales¹, con fundamento en lo dispuesto por el artículo 14 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, así como por lo dispuesto por el numeral DÉCIMO del “ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales², mi representada presenta en este documento la información relativa a ambos proyectos.

¹ Lo anterior de conformidad con lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5º incisos O) f fracción I, Q) y R) de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento.

² Publicado el 22 de diciembre de 2010 en el Diario Oficial de la Federación. DECIMO. Los trámites unificados, objeto del presente Acuerdo, se llevarán a cabo en un procedimiento único el cual se desarrollará conforme a las etapas y plazos establecidos para la evaluación del impacto ambiental descritos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el caso del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, en sus modalidades A y B, una vez integrado el expediente respectivo y paralelamente al procedimiento descrito en el artículo 34 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Autoridad Resolutora enviará copia del documento técnico unificado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción.

Transcurrido el plazo a que se refiere el párrafo anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación.

Concluido el procedimiento, la Autoridad Resolutora otorgará la autorización, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

El trámite será desechado en caso de que el interesado no acredite el depósito a que se refiere el párrafo anterior dentro de los treinta días hábiles siguientes a que surta efectos la notificación.

Una vez acreditado el depósito, la Secretaría expedirá la autorización correspondiente dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría otorgue la autorización, ésta se entenderá concedida.

De igual forma y de conformidad con lo dispuesto por los numerales PRIMERO y SEGUNDO fracción V del multicitado “ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan” emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se desprende que el presente proyecto encuadra en la “modalidad B”, lo anterior, al tratarse de un proyecto que comprende tanto las obras y actividades descritas en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como las descritas en las fracciones IX y X de dicho Ordenamiento y que, a su vez, requiere de la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales prevista en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Se transcriben dichas disposiciones para pronta referencia:

Del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental:

Artículo 14.- Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del 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 proyectos.

Del ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan”.

PRIMERO. Se establecen los trámites unificados de aprovechamiento forestal y de cambio de uso de suelo forestal, este último en sus modalidades A y B, los cuales son opcionales para los interesados y, por lo tanto, no anulan o limitan el derecho de éstos para solicitar las autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, de cambio de uso de suelo forestal y en materia de impacto ambiental de manera separada.

SEGUNDO. Para los efectos del presente Acuerdo se entenderá por: [...]

V. 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 en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 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.

En virtud de todo lo anterior, y con fundamento en lo dispuesto por los artículos 28 fracciones VII, IX y X de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 5 incisos O) fracción I, Q) y R), 9, 10 fracción I, 11, 13, 14 de su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental; 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y 141 de su Reglamento; así como en el “ACUERDO por el que se expiden 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 que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan”, **se somete a**

evaluación de esa H. Autoridad Ambiental el Documento Técnico Unificado modalidad B Regional (DTU-BR) respecto del Proyecto.

Asimismo, es menester indicar lo que a continuación establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), la cual tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. Asimismo, prevé las disposiciones relativas al cambio de uso del suelo en terreno forestal, el cual consiste en la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales.

Esta Ley en su artículo 7°, fracción LXXI, define como terreno forestal a “*aquel que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios ambientales*”.

Al interior del predio del proyecto existe vegetación forestal, conforme a lo establecido en el artículo 7°, fracción LXXX, de la LGDFS, el cual indica que la “*vegetación forestal es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas...*”. Bajo tal tesitura, es necesario realizar el cambio de uso de suelo forestal, motivo por el cual se desarrolla este DTU-BR.

La vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables de este instrumento jurídico, se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 3. 1. Vinculación del Proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Instrumento Normativo	Vinculación con el Proyecto
<p><i>Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.</i></p> <p><i>En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.</i></p> <p><i>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</i></p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>Para poder realizar el proyecto, se requerirá realizar la remoción de vegetación en los sitios de desplante y con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, ni provocar la erosión de los suelos, ni disminuir la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; se llevará a cabo la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el proyecto, mediante los diferentes programas que acompañan al presente documento.</p> <p>De igual manera, y con el fin de dar total cumplimiento a lo establecido en esta Ley, se presenta este documento DTU-BR con fundamento en el “<i>Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la SEMARNAT las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan</i>”, que incluye el estudio técnico justificativo para el cambio de uso de suelo.</p>
<p><i>Artículo 97. No se podrá otorgar autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales donde la pérdida de cubierta forestal fue ocasionada por incendio, tala o desmonte sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal</i></p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>Para el predio donde se pretende realizar las obras y actividades del proyecto, no se ha hecho ningún cambio de uso de suelo por incendio, tala o desmonte.</p>

<i>afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.</i>	
--	--

3.4.4. Ley General de Cambio Climático³

En atención a las nuevas políticas públicas en materia de protección al ambiente, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, la Ley General de Cambio Climático y establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones. Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos.

La Ley General de Cambio Climático ha creado un marco jurídico que permita promover la reducción de emisiones y la adaptación y mitigación a los impactos derivados del cambio climático. De acuerdo con lo establecido en dicha ley existe un principio denominado Responsabilidad ambiental, mediante el cual obliga a quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a compensar los daños que cause (Artículo 26, fracción VII).

Dentro de los objetivos de la Ley General de Cambio Climático se destacan los siguientes:

[...]

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer 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 y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

[...]

Asimismo, en esta Ley define lo siguiente:

³ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 06 de junio de 2012, cuya última reforma fue de fecha 13 de julio de 2018.

Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados

*II. **Adaptación:** Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.*

*XXVIII. **Mitigación:** Aplicación de políticas y acciones destinadas a reducir las emisiones de las fuentes, o mejorar los sumideros de gases y compuestos de efecto invernadero.*

*XXXVII. **Riesgo:** Probabilidad de que se produzca un daño en las personas, en uno o varios ecosistemas, originado por un fenómeno natural o antropógeno.*

*XLII. **Vulnerabilidad:** Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.*

Asimismo, atendiendo a uno de los objetivos de la política nacional de adaptación frente al cambio climático es que el proyecto “Village Etapa II”, ha implementado diversas medidas de mitigación, establecidas en el Capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional, que pretenden disminuir los posibles impactos generados con la ejecución del mismo, tal y como lo establece los Artículos 26, 27 y 33 de la Ley General de Cambio Climático, mismos que se citan a continuación:

[...]

Artículo 26. *En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de:*

I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;

II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;

III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático;

IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;

V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono;

VI. Integralidad y transversalidad, adoptando un enfoque de coordinación y cooperación entre órdenes de gobierno, así como con los sectores sociales y privados para asegurar la instrumentación de la política nacional de cambio climático;

VII. *Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático;*

VIII. **Responsabilidad ambiental**, *quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;*

IX. *El uso de instrumentos económicos en la mitigación, adaptación y reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático incentiva la protección, preservación y restauración del ambiente; el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de generar beneficios económicos a quienes los implementan;*

X. *Transparencia, acceso a la información y a la justicia, considerando que los distintos órdenes de gobierno deben facilitar y fomentar la concientización de la población, poniendo a su disposición la información relativa al cambio climático y proporcionando acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos pertinentes atendiendo a las disposiciones jurídicas aplicables;*

XI. *Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad;*

XII. *Compromiso con la economía y el desarrollo económico nacional, para lograr la sustentabilidad sin vulnerar su competitividad frente a los mercados internacionales, y*

XIII. *Progresividad, las metas para el cumplimiento de esta Ley deberán presentar una progresión y gradualidad a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus capacidades respectivas, a la luz de las diferentes circunstancias.*

Artículo 27. *La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos:*

I. *Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático;*

II. *Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos;*

III. *Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático;*

IV. *Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales y aprovechar oportunidades generadas por nuevas condiciones climáticas;*

IV. *Establecer mecanismos de atención inmediata y expedita en zonas impactadas por los efectos del cambio climático como parte de los planes y acciones de protección civil, y*

V. *Facilitar y fomentar la seguridad alimentaria, la productividad agrícola, ganadera, pesquera, acuícola, la preservación de los ecosistemas y de los recursos naturales. Artículo 28. La federación deberá de elaborar una Política Nacional de Adaptación en el marco del Sistema Nacional de Cambio Climático. [...]*

Artículo 33. *Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:*

IV. *Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;*

[...]

XV. *Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación,*

[...]

Artículo 88. *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.*

De lo anterior, el proyecto “Village Etapa II” pretende aplicar el *principio de responsabilidad ambiental* al fomentar la realización de acciones de adaptación para la operación y mantenimiento de la infraestructura que llevará a cabo, que ayuden al fortalecimiento de actividades que beneficien al medio ambiente, sentando precedente en la aplicación de la Política Nacional en Cambio Climático, por lo que se ajusta a los objetivos de dicha Ley, conforme a lo siguiente:

- Durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto (preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento), habrá un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, teniendo que el proyecto se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), los cuales se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3 y que en conjunto los lotes suman una superficie total de 11.19 ha por lo que el aprovechamiento será de una superficie de 8.000850 ha y de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m² (2.04) del Lote 38 y de 42,254.19 m² (4.22 ha) del Lote 39, contemplando una superficie total de 31,913.46 m² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m² (2.900977 ha) en el Lote 39, todo ello en apego con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J).
- Asimismo, en cumplimiento a estos principios el proyecto “Village Etapa II” se vincula y se somete a consideración a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, la cual describe los efectos que pudieran ser afectados por las obras y actividades a desarrollar, y propone una serie de medidas y acciones para prevenir y mitigar posibles daños al ambiente. En el Programa de Monitoreo y Vigilancia Ambiental se proponen un conjunto de estrategias para prevenir y mitigar posibles daños al ambiente y que contribuyan a generar desequilibrios ecológicos, daños a la salud pública, alteraciones a la capacidad de carga y la integridad funcional de los ecosistemas, tener áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. Así también, para reducir y controlar las emisiones de contaminantes por fuentes móviles y asegurar una calidad del

aire satisfactoria para bienestar de la población y el equilibrio ecológico, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la promotora tendrá estipulado en contrato con las compañías constructoras que sus vehículos estén en buen estado físico y óptimo funcionamiento, y las emisiones a la atmósfera no rebasen los niveles máximos permisibles para el monóxido de carbono, para lo que además se solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares.

- Durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto “Village Etapa II” se aplicará un Monitoreo de Desempeño Ambiental (Anexo 6) donde en cada fase se establecerá una serie de indicadores que nos guiarán y nos indicarán de la funcionalidad de cada medida y programa implementado, donde estas medidas están enfocadas a prevenir y reducir los efectos adversos del cambio climático.
- Se tiene planeado incorporar las mejores técnicas y metodologías existentes para prevenir y/o reducir los posibles efectos adversos que por la ejecución del proyecto “Village Etapa II” pudieran contribuir al cambio climático, entre las que se destacan las siguientes:
 - ✓ Se instalarán equipos y grifería que contribuyan al ahorro de agua.
 - ✓ Se implementará las mejores prácticas y equipos de trabajo con tecnología limpia que minimice las emisiones de gases a la atmósfera.
 - ✓ Se contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos (Anexo 6), promoviendo la separación de residuos reciclables, llamados también valorables y cumplirá con toda la normatividad aplicable.
 - ✓ Se tendrá la adquisición de equipos eficientes de aires acondicionados utilizando menos energía eléctrica
 - ✓ Se renovará el sistema de distribución eléctrica y alumbrado con equipos ahorradores de energía, con lo que se contribuirá a una menor emisión de gases efecto invernadero.
- La promotora cumplirá con los instrumentos de política ambiental y normativa aplicable al proyecto “Village Etapa II” y operará todas las obras y actividades dentro del marco de legalidad, garantizando la prevención del daño o deterioro ambiental, de esta manera cooperará en la instrumentación de una política nacional de cambio climático.
- El proyecto “Village Etapa II” se sujetará a la presente disposición jurídica, en caso de estar dentro de los supuestos de fuentes fijas o móviles, sujetas a reporte.

Derivado de lo anterior, se desprende que el proyecto “Village Etapa II” se ajusta a la política nacional de adaptación frente al cambio climático señaladas en la Ley General de Cambio Climático.

3.4.5. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático

El presente instrumento tiene como objeto reglamentar las disposiciones generales establecidas en la Ley Marco sobre Cambio Climático, para la planificación, articulación, ejecución, monitoreo, evaluación, reporte y difusión de las políticas públicas para la gestión integral frente al cambio climático, orientada a resultados al servicio del ciudadano, que buscan reducir la vulnerabilidad

del país frente a los efectos del cambio climático, aprovechar las oportunidades de desarrollo bajo en carbono y cumplir con los compromisos internacionales asumidos por el Estado ante la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático.

Dentro de las disposiciones Generales que contiene el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático, se destacan los siguientes artículos:

Los artículos 3 y 4 establecen lo siguiente:

[...]

Artículo 3. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: (...)*

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: (...)*

VI. Sector comercio y servicios: (...)

e. Subsector Turismo;

e.1. Hoteles, moteles y similares;

Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades.

Artículo 6. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.*

La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.

El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.

Al no alcanzar este umbral el Proyecto, en cumplimiento de la legislación estatal presenta el reporte anual de emisiones a esta instancia estatal, que es uno de los requisitos para presentar la Licencia de funcionamiento ambiental y la Cédula de operación anual. [...]

El proyecto "Village Etapa II" pertenece al sector turismo, por lo que está sujeto a reporte; sin embargo, no rebasa el umbral máximo señalado en el artículo 6 del Reglamento, al generar menos de 25,000 toneladas de bióxido de carbono, no es de competencia federal, por ello, el

hotel contará con su registro de emisor de gases a nivel estatal, y presentará el cálculo de emisiones que emitirá de forma anual, como parte de los requisitos para la obtención de la Licencia de Funcionamiento Ambiental y de la Cédula de Desempeño Ambiental, las cuales se presentan ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA).

3.4.6. Ley General de Vida Silvestre (LGVS)⁴

La ley General de Vida Silvestre publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000 con su última reforma del 19 de enero de 2018, se vincula con el proyecto “Village Etapa II” mediante sus artículos 4 y 60 TER los cuales se analizan a continuación:

El artículo 4 de la LGVS, señala que todo habitante tiene la obligación de conservar la vida silvestre, prohibiéndole cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación tal como a continuación se cita de manera textual:

Artículo 4. *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.*

El proyecto “Village Etapa II” se proyecta respetando los instrumentos de planeación de uso de suelo a fin de utilizar las áreas permitidas y conservando el resto del predio con la vegetación original, contribuyendo así con la conservación de la vida silvestre. El proyecto contempla una serie de Programas ambientales que permitirán conservar y vigilar cualquier perturbación al medio ambiente, tales como Programa de Manejo Integral de Flora (Anexo 6) y un Programa de Manejo Integral de Fauna (Anexo 6), así también se cuenta con un Subprograma de Manejo de especies que se encuentran protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo 6), Así como medidas de prevención y mitigación.

Como se describe en capítulos posteriores, el proyecto “Village Etapa II” no afectará ninguna población de flora o fauna silvestre.

Especialmente relevante para el cumplimiento de la LGVS, es la protección al ecosistema de manglar ya que el SAR del predio en donde se propone el proyecto “Village Etapa II” se encuentra cercano a este ecosistema, por ello es relevante la vinculación con el artículo 60 TER, el cual a continuación se cita de forma textual.

3.4.7. Artículo 60 TER LGVS

Artículo 60 TER.-*Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

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

⁴ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 03 de julio del año 2000, cuya última reforma es de 19 de enero de 2018.

Al respecto y en vinculación con este artículo se manifiesta que el proyecto “Village Etapa II” operará de forma total en sitio ocupado por vegetación secundaria de selva, y por lo tanto en ninguna de las etapas del proyecto afectará, ni realizará la remoción, relleno, trasplante o poda de mangle.

El predio destinado para el proyecto “Village Etapa II” NO se encuentra en un sitio inundable, por lo que no tiene influencia en el flujo hidrológico del área inundable que se ubica al Este aproximadamente a 1.109 Km de distancia de la zona de manglar del SAR fuera del predio del proyecto.

El proyecto “Village Etapa II” no daña ningún ejemplar de manglar y no se requiere ni de su poda, y no se modifica el flujo de la lente de agua. No se realizarán actividades que pudieran modificar el crecimiento del manglar o interferir en la dinámica del humedal que se encuentra en el SAR delimitado para el proyecto.

Derivado de lo anterior, el proyecto “Village Etapa II” no contraviene lo establecido en el Artículo 60 TER, por lo que se considera viable en términos de lo señalado en dicho artículo, es de indicar que en este mismo capítulo en el apartado correspondiente se analiza con detalle la NOM-022-SEMARNAT-2003, que corresponde a la norma técnica que es específica para la protección del ecosistema de manglar. En este sentido es importante indicar que la norma técnica específica (especial) prevalece sobre la ley general, por ser precisamente una especificación normativa con mayor detalle con lo cual se complementa de manera suficiente el análisis del manglar adyacente al área que nos ocupa.

Asimismo, el Artículo 99 señala lo siguiente:

Artículo 99. El aprovechamiento no extractivo de vida silvestre requiere una autorización previa de la Secretaría, que se otorgará de conformidad con las disposiciones establecidas en el presente capítulo, para garantizar el bienestar de los ejemplares de especies silvestres, la continuidad de sus poblaciones y la conservación de sus hábitats.

Las obras y actividades de aprovechamiento no extractivo que se lleven a cabo en manglares deberán sujetarse a las disposiciones previstas por el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Al respecto, el proyecto “Village Etapa II” deja en manifiesto que No se realizarán actividades que conlleven al aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.

3.4.8. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos⁵

La vinculación del proyecto “Village Etapa II” con dicha Ley se orienta al cumplimiento de los preceptos establecidos prioritariamente en el desarrollo de este, como se mencionó en el Capítulo II.

La promovente tendrá el manejo adecuado de todo tipo de residuos desde la prevención, generación, valorización y gestión integral de los mismos, como residuos sólidos urbanos y líquidos, peligrosos y hasta de manejo especial. La presente Ley señala las obligaciones del

⁵ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 08 de octubre del año 2003, cuya última reforma corresponde a la publicada el día 19 de enero de 2018.

generador de acuerdo con el volumen de generación anual, así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

A continuación, se presenta la vinculación de dicha Ley con el proyecto:

[...]

Artículo 16. *La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*

[...]

Artículo 19.- *Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

[...]

IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;

[...]

Artículo 21.- *Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:*

I. La forma de manejo;

II. La cantidad;

III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en

ellos;

IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;

V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;

VI. La duración e intensidad de la exposición, y

VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

[...]

Para la realización del proyecto “Village Etapa II”, la promovente implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que incluyen las acciones de identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las diversas actividades acorde a la normatividad aplicable, considerando que durante el desarrollo del proyecto “Village Etapa II” se dispondrá de contenedores para su resguardo y posterior disposición final a través de una empresa que esté legalmente autorizada, con la finalidad de prevenir cualquier eventualidad de tipo ambiental o salud humana, tales acciones serán difundidas entre los trabajadores en la etapa de preparación del sitio, construcción y durante la operación del proyecto, por lo que el proyecto se ajusta y da cumplimiento a los Artículos 16, 19 y 21 de dicha Ley.

Artículo 40.- 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.

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.

Para el cumplimiento de dicho artículo, se está considerando como se ha mencionado la implementación de un Plan de Manejo Integral de Residuos, considerando la normatividad (NOM’s) y legislación aplicable en el manejo de residuos, así como la contratación de una empresa para la disposición final de los residuos, misma que deberá estar legalmente acreditada tal como se menciona en el artículo 42 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y 151 BIS de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Considerando que la promovente implementará un Plan de Manejo Integral de Residuos con sus respectivos subprogramas, que incluirá actividades como la adecuada identificación, clasificación, separación y almacenamiento de los residuos generados por el desarrollo del proyecto “Village Etapa II”, se considera que da cumplimiento a la Ley antes citada.

3.4.9. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos⁶

El presente instrumento normativo tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y rige en todo el territorio nacional, por lo que el presente proyecto “Village Etapa II” en su etapa de operación y mantenimiento, considerará la identificación, manejo integral y debida disposición de los residuos que se generen. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con dicho instrumento:

El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su capítulo IV establece lo siguiente:

[...]

Capítulo IV

⁶Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y su última modificación es de fecha 31 de octubre de 2014.

Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos.

Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.

Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.

Artículos 87 y 88, de la sección III Reutilización, reciclaje y co-procesamiento

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 90, de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos.

Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos.”

Respecto de lo antes mencionado, se considera en el desarrollo del proyecto “Village Etapa II” la implementación de un Plan de Manejo Integral de Residuos, para el adecuado manejo de todos los tipos de residuos, y que, para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, éstas se llevarán a cabo a través de empresas prestadora de servicios debidamente autorizada y especializada en el manejo, transporte y disposición final de los residuos.

El tratamiento de residuos peligrosos que se llegarán a generar se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables.

Por todo lo anterior, se considera que el proyecto “Village Etapa II” tendrá la recolección, manejo, disposición y gestión adecuada de los residuos sólidos y líquidos, de manejo especial y peligrosos, que se generen en las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, dando cumplimiento al Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

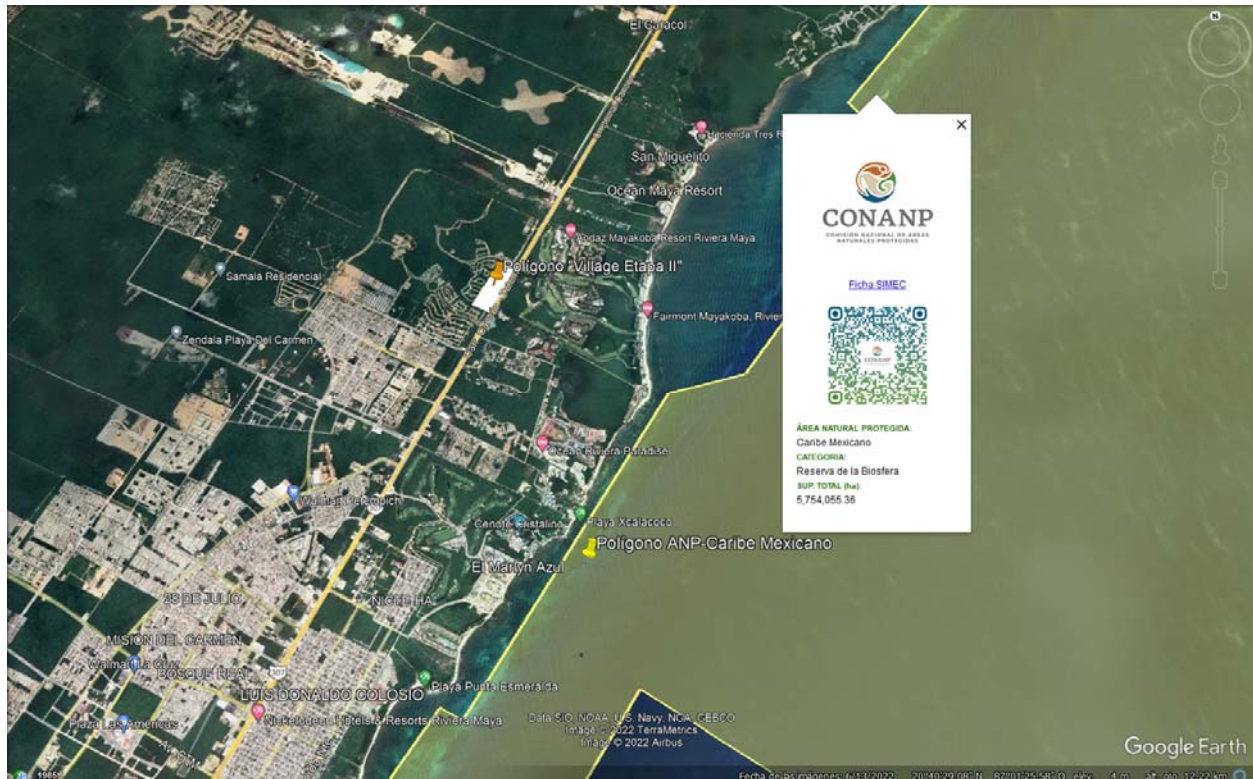
3.5. Áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se delimitaron con el objetivo principal de proteger la flora y fauna, los servicios ambientales, los recursos naturales de importancia especial y los ecosistemas representativos de una región o país. Su creación ha sido, desde el siglo pasado, una de las principales estrategias empleadas en el ámbito global y en México para la conservación de los ecosistemas naturales y sus especies.

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, actualmente administra 182 áreas naturales de carácter federal que representan 90,839,521.55 hectáreas y apoya 354 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 551,206.12 hectáreas. De la superficie total 21,886,691 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.14% de la superficie terrestre nacional; de la superficie marina se protegen 69,458,748 hectáreas, lo que corresponde al 22.05% de la superficie marina del territorio nacional.

El presente análisis se realiza con la información obtenida de la página de la CONANP (<http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>), con última fecha de actualización: septiembre 2022, el archivo descargado es "KIT DESCARGABLES". Para los shapefile utilizados la dirección de ubicación es *KIT_CaribeMexicano\Informacion espacial\Shapes\Poligono general*, *KIT_CaribeMexicano\Informacion espacial\Shapes\Poligono general\Subzonificación* y *KIT_CaribeMexicano\Informacion espacial\Shapes\Poligono general*.

Figura 3. 2. Polígono blanco hace referencia el predio del proyecto. El polígono amarillo corresponde al polígono de la ANP- Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano



De acuerdo con lo citado anteriormente, en la cercanía del proyecto se ubica un área natural protegidas que corresponde al ANP Federal Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, con la que a continuación se vincula con el proyecto:

3.5.1. DECRETO por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano⁷ y su Programa de Manejo⁸.

Tabla 3. 2. Vinculación con las especificaciones de la Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano.

NORMATIVIDAD APLICABLE	VINCULACIÓN
<p>RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO</p> <p>ANP FEDERAL</p> <p>ARTÍCULO PRIMERO. <i>Se declara área natural protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,754,055-36-31.60 hectáreas (cinco millones setecientos cincuenta y cuatro mil cero cincuenta y cinco hectáreas, treinta y seis áreas, treinta y una punto sesenta centiáreas), de las cuales 5,725,465-86-57.50 hectáreas (cinco millones setecientos veinticinco mil cuatrocientas sesenta y cinco hectáreas, ochenta y seis áreas, cincuenta y siete punto cincuenta centiáreas) corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas (veintiocho mil quinientas ochenta y nueve hectáreas, cuarenta y nueve áreas, setenta y cuatro punto diez centiáreas) corresponden a la porción terrestre. El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientos treinta y dos mil seiscientos cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve punto dieciocho centiáreas), mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas (tres millones ochocientos veintiún mil cuatrocientas seis hectáreas, ochenta y siete áreas, cincuenta y dos punto cuarenta y dos centiáreas).</i></p> <p>ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO. <i>La Secretaría, por conducto de la Comisión, delimitará en el programa de manejo la zona de influencia de la reserva de la biosfera Caribe Mexicano, con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regional sustentable acordes con la presente declaratoria y promover que las autoridades, que regulen o autoricen el desarrollo de actividades en dicha zona, consideren la congruencia entre éstas y la categoría de manejo asignada a la reserva de la biosfera Caribe Mexicano.</i></p>	<p>El proyecto “Village Etapa II” se encuentra fuera del polígono de la Área Natural Protegida federal de Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano con una distancia aproximada de 2.411 km en línea recta, no obstante, tal como lo señala el Programa de Manejo, la zona de influencia se encuentra aledaña a la poligonal del ANP y mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con esta, sin embargo, es relevante indicar que, el Programa de Manejo no establece para la zona de influencia actividades permitidas y no permitidas, al no formar parte de la zona núcleo y zonas de amortiguamiento que integran la poligonal decretada para el ANP. En este sentido, el proyecto “Village Etapa II” no se encuentra regulado por el Decreto de dicha ANP y no resultan de observancia las Reglas administrativas establecidas en el Programa de Manejo, toda vez que, de acuerdo con la Regla Administrativa 1, estas son “de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano”. Por lo que serán de observancia para quien pretenda realizar actividades en las zonas núcleo y zonas de amortiguamiento que integran las 5,754,055-36-31.60 hectáreas del ANP y no así para el proyecto que se ubica en la zona de influencia.</p>

⁷ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2016.

⁸ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.

NORMATIVIDAD APLICABLE	VINCULACIÓN
<p>PROGRAMA DE MANEJO</p> <p>ZONA DE INFLUENCIA</p> <p><i>De conformidad con lo señalado en los artículos 3º, fracción XIV y 74 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas, la zona de influencia es la superficie aledaña a la poligonal de un Área Natural Protegida que mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con esta. En el caso de la Reserva de la Biosfera abarca una superficie aproximada de 3,843,737.739520 hectáreas del Estado de Quintana Roo, el cual cuenta con 11 municipios, con núcleos poblacionales de importancia nacional e internacional como son: Cancún, Cozumel, Playa del Carmen, Isla Mujeres, Tulum, Mahahual, Chetumal, entre otros. La zona de influencia abarca la totalidad del Estado de Quintana Roo, así como las porciones marinas entre la Reserva de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas y los límites con la costa del Estado, sin incluir a las Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal existentes, cabe señalar que en dichas Áreas Naturales Protegidas aplica el Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano y Programa de Manejo correspondiente. Esta zona de influencia toma como antecedente: Terrestre: • Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). • Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). • Áreas de importancia para la conservación de las aves, 2015 de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). • Límites y regionalización de los Corredores Biológicos del sureste de México de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Marino: • Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. • Zonas Marinas Significativas Ecológica y Biológicamente del Convenio sobre la Diversidad Biológica, EBSA's por sus siglas en inglés (Ecologically or Biologically Significant Marine Areas). • Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). En esta zona de influencia se lleva a cabo una conectividad ecológica importante con la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, que incluye una interacción hidrológica, biológica, geológica, atmosférica, cultural, económica, social y escénica. En cuanto a la relación cultural, se encuentran diversos sitios arqueológicos</i></p>	<p>De la misma forma, el Programa de Manejo señala que la zona de influencia tiene una estrecha relación hidrológica con el ANP, particularmente, a través de las descargas de sedimentos y nutrientes terrestres a las cuencas hidrológicas, hecho que el proyecto por su naturaleza no generará. Además, recomienda una serie parámetros para las descargas que tengan un efecto directo en el ANP, hecho que tampoco tiene relación con el proyecto, ya que como quedó asentado en el Capítulo II del DTU-BR, no se descargarán aguas residuales al mar ni a cuerpos de agua. En las etapas de operación y mantenimiento del proyecto, se contratará con un Programa de Manejo de Residuos, las aguas residuales generadas serán dispuestas en la planta de tratamiento que opera actualmente en el predio del proyecto.</p> <p>Asimismo, a través del capítulo IV de DTU, se analiza y evidencia que el proyecto por su naturaleza, ubicación no afecta a sitios prioritarios acuáticos epicontinentales, sitios prioritarios terrestres, AICA's o corredores biológicos de los señalados en la definición de zona de influencia del propio decreto.</p> <p>De igual manera, conforme a los resultados de la evaluación de impactos ambientales presentados en el capítulo V del DTU, el proyecto no afecta la estructura y funcionalidad de los ecosistemas donde se ubica, toda vez que no se generan impactos relevantes o significativos, independientemente que la aplicación de las medidas propuestas reduce, evitan o compensan los efectos no relevantes del proyecto sobre el área seleccionada.</p> <p>Por todo lo anterior, el proyecto se ajusta a los objetivos y alcances que motivan la existencia del Área de Influencia.</p> <p>En conclusión, el proyecto no contraviene lo establecido en el Decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, ni su Programa de Manejo.</p>

NORMATIVIDAD APLICABLE	VINCULACIÓN
<i>correspondientes a la Cultura Maya de acuerdo con el Instituto Nacional de Antropología e Historia,</i>	

3.6. Programas de ordenamiento ecológico

3.6.1. Programa de Ordenamiento General del Territorio.⁹

Primeramente, se considera importante establecer que el artículo 20 de la LGEEPA, dispone que el programa de ordenamiento ecológico general del territorio se ha formulado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática y tendrá por objeto determinar:

- I La regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes, y*
- II Los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.*

Derivado de lo anterior, el 7 de septiembre de 2012, fue publicado en el DOF el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), siendo un instrumento 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.

El POEGT tiene como objetivo realizar la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas donde ejerce su soberanía y jurisdicción, identificando las áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. También establece los lineamientos y estrategias ecológicas para promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promueve 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); orienta la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomenta el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promueve la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalece el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoya la resolución de los conflictos ambientales, así como promueve la sustentabilidad e incorpora la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF.

⁹ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre de 2012

Es importante mencionar que el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, si no que éste sirve para orientar a un desarrollo sustentable y atender a una serie prioridades establecidas en el propio ordenamiento, acorde con los programas proyectos y acciones de los diferentes sectores, específicamente en la formulación e instrumentación de sus metas y prioridades, sin menoscabar el cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico local y regional vigentes. Por lo que la ejecución de este programa es independiente al cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, como los relativos a las Áreas Naturales Protegidas o las Normas Oficiales Mexicanas.

El POEGT está integrado por 80 regiones ecológicas, áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial, divididas en 18 grupos —determinados tomando en cuenta las cuatro políticas ambientales: aprovechamiento, restauración, protección y preservación— y 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB). Estas UAB’s están caracterizadas por 10 lineamientos y 44 estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Para determinar en cuál de las UAB’s del ordenamiento se ubican las obras contempladas para el proyecto “Village Etapa II”, estas fueron sobrepuestas mediante SIG, con el mapa anexo al propio POEGT, obteniendo como resultado de la comprobación, que las obras del proyecto en superficie terrestre se insertan dentro de la **UAB 62, denominada “Karst de Yucatán y Quintana Roo”**, cuya ficha técnica se presenta a continuación:

Tabla 3.3. Ficha técnica de la Unidad Ambiental Biofísica No. 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Región ecológica:	17.33
Unidad Ambiental Biofísica:	62. Karst de Yucatán y Quintana Roo
Superficie	59,542.35 Km ²
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	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/km ²): 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.

Escenario al 2033:	Política Ambiental:	Prioridad de Atención:	Rectores del desarrollo
Inestable a Crítico	Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable	Alta	Preservación de Flora y Fauna - Turismo
Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
Desarrollo Social - Forestal	Agricultura - Ganadería	Pueblos Indígenas	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

Tabla 3. 4. Estrategias establecidas para la Unidad Ambiental Biofísica No. 62 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Estrategias UAB 62	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) <i>Preservación</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Conservación in situ de los ecosistemas y subbiodiversidad.</i> 2. <i>Recuperación de especies en riesgo.</i> 3. <i>Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecos y su biodiversidad.</i>
<p>Vinculación: El proyecto considera la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental que incluye, en términos de conservación de ecosistemas y especies en riesgo, un Programa de Reforestación, además de que, para el proyecto, se establecen zonas de conservación en donde no se modificará de ninguna manera el ecosistema. Lo anterior a efecto de preservar y conservar las especies de flora y fauna nativas de la región, por lo que da cumplimiento a lo establecido en dicha estrategia.</p>	
B) <i>Aprovechamiento sustentable</i>	<ol style="list-style-type: none"> 4. <i>Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.</i> 5. <i>Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.</i> 6. <i>Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.</i> 7. <i>Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.</i> 8. <i>Valoración de los servicios ambientales.</i>

Estrategias UAB 62	
<p>Vinculación: En cuanto a las estrategias de aprovechamiento sustentable el proyecto busca la protección de los ecosistemas presentes y áreas expuestas, así como proteger la calidad de agua, controlar la erosión, reducir la cantidad de residuos sólidos y líquidos en todas sus etapas. Asimismo, respetará la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, sin realizar algún aprovechamiento de especies de flora y fauna, observando lo establecido en el artículo 44 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental,</p> <p>En cuanto a las estrategias núm. 5, 6 y 7, no guarda relación con el proyecto, ya que no pretende el aprovechamiento de suelos agrícolas y pecuarios, no se pretende tecnificar zonas de cultivo ni el aprovechamiento de los recursos forestales.</p> <p>En cuanto a la valoración de los servicios ambientales, el proyecto lo consideró con la caracterización ambiental realizada tanto del sitio donde se llevará a cabo, así como en el Sistema Ambiental Regional, identificando la existencia de especies de flora y fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARANT-2010, de ahí que a través de la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales que el proyecto pudiera generar, propuso las medidas de mitigación y/ prevención para minimizarlos, atenuarlos o compensarlos, proponiendo la implementación de diversos programas ambientales con la finalidad de que dicho proyecto se desarrolle de manera sustentable, valorando los servicios ambientales que se presentan en el SAR y que no sean afectados por el proyecto.</p>	
<p>C) <i>Protección de los recursos naturales</i></p>	<p>9. <i>Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</i> 10. <i>Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.</i> 11. <i>Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.</i> 12. <i>Protección de los ecosistemas.</i> 13. <i>Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes</i></p>
<p>Vinculación: En cuanto a las estrategias núm. 9, 10 y 11 el presente proyecto no se alterarán cuencas osobreexplotarán acuíferos, Además de que el proyecto que se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, por lo que el abastecimiento del servicio de agua potable se realizará a través de la red de suministro del macroproyecto. Asimismo, no se hará uso de agua en cuenca o acuíferos funcionamiento de presa y uso de agroquímicos y biofertilizantes, al contrario el desarrollo del proyecto contempla llevar a cabo acciones para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua, entre otro factores, a través de la implementación de programas ambientales, y acciones específicas propuestas para el presente proyecto, así como un Programa de Vigilancia Ambiental, con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el desarrollo del mismo, lo que garantizará la protección a los recursos naturales y ecosistemas en los que incide el proyecto, garantizando lo establecido en la estrategia 12.</p>	
<p>D) <i>Restauración</i></p>	<p>14. <i>Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</i></p>
<p>Vinculación En relación con esta estrategia y en particular con la restauración de ecosistemas forestales, se reforestarán las áreas necesarias con especies nativas; sin embargo, la estrategia no guarda relación con el proyecto ya que no se tiene relación con los suelos agrícolas.</p>	

Estrategias UAB 62	
<p>E) <i>Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</i></p>	<p>21. <i>Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</i></p> <p>22. <i>Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</i></p> <p>23. <i>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).</i></p>
<p>Vinculación:</p> <p>El cumplimiento de las estrategias núm. 21 y 22, corresponden a las Autoridad locales y más a los particulares. Lo anterior en virtud de que para su realización requiere de la intervención de las autoridades en el rediseño de política ambiental que fomenten las actividades económicas de producción y servicios.</p> <p>No obstante, el proyecto se desarrollará de manera sustentable, valorando los ecosistemas presentes y servicios ambientales que se tienen en la región y coadyuvará a al desarrollo regional como se refiere en la estrategia 23.</p>	
<p>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</p>	
<p>D) <i>Infraestructura y equipamiento urbano y regional</i></p>	<p>31. <i>Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</i></p> <p>32. <i>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 estas para impulsar el desarrollo regional.</i></p>
<p>Vinculación:</p> <p>Para las estrategias de desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas, así como frenar la expansión desordenada de ciudades, corresponde a la autoridad local, gestionar e incrementar el servicio y calidad de agua a la región. No obstante, el desarrollo del proyecto coadyuvará a mejorar el desarrollo de la región al generar e impulsar las condiciones necesarias para proteger y disminuir la pérdida de vegetación donde se emplazará el proyecto, atendiendo en todo momento la ejecución de programas ambientales para garantizar un desarrollo en armonía con su entorno.</p>	
<p>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</p>	
<p>A) <i>Marco Jurídico</i></p>	<p>42. <i>Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</i></p>
<p>B) <i>Planeación del Ordenamiento Territorial</i></p>	<p>43. <i>Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</i></p>

Estrategias UAB 62
Vinculación: Corresponde a las dependencias de los tres órdenes de gobierno realizar el fortalecimiento y la gestión de la propiedad rural e Impulsar el ordenamiento territorial. Cabe señalar que en el presente instrumento se realiza la vinculación con los Programas de Ordenamiento Ecológico y demás instrumentos normativos que aplican a la zona de incidencia de las obras.

En función de lo anterior se determinó la congruencia del proyecto con las estrategias previstas para la UAB 62 siendo las más destacadas, las del Grupo I es decir, aquellas tendientes a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, y dentro de las cuales se establecen: la preservación, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la restauración, y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios, ya que si bien el proyecto no aprovechará de manera directa los recursos naturales, con las medidas de prevención y mitigación que se proponen se protegerán los ecosistemas, aunado a que con el desarrollo del proyecto "Village Etapa II" se impulsarán las condiciones necesarias para el desarrollo y el fortalecimiento del sistema social y de servicios de la Riviera Maya.

3.6.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.¹⁰

El Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMMyMC), es el instrumento de política ambiental que tiene como objetivos regular e inducir los usos 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.

Así mismo, 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.

En una primera etapa el POEMyRGMMyMC describió el Área Sujeta a Ordenamiento (ASO). Lo anterior condujo a tener dos visiones diferentes pero complementarias, una en la cual se describe el ASO en función de sus atributos naturales y socioeconómicos y otra en cuanto a la percepción sectorial acerca de la aptitud del territorio en función de dichos atributos, ambas visiones se combinaron para construir la imagen actual o caracterización del ASO.

Posteriormente, gracias a varios procesos simultáneos, se construyó la regionalización final del ASO es decir se construyeron las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) con base en dos criterios centrales; primero el ser un documento normativo para el orden federal e inductivo para los órdenes estatal y municipal que debe tener la resolución necesaria como para reflejar la

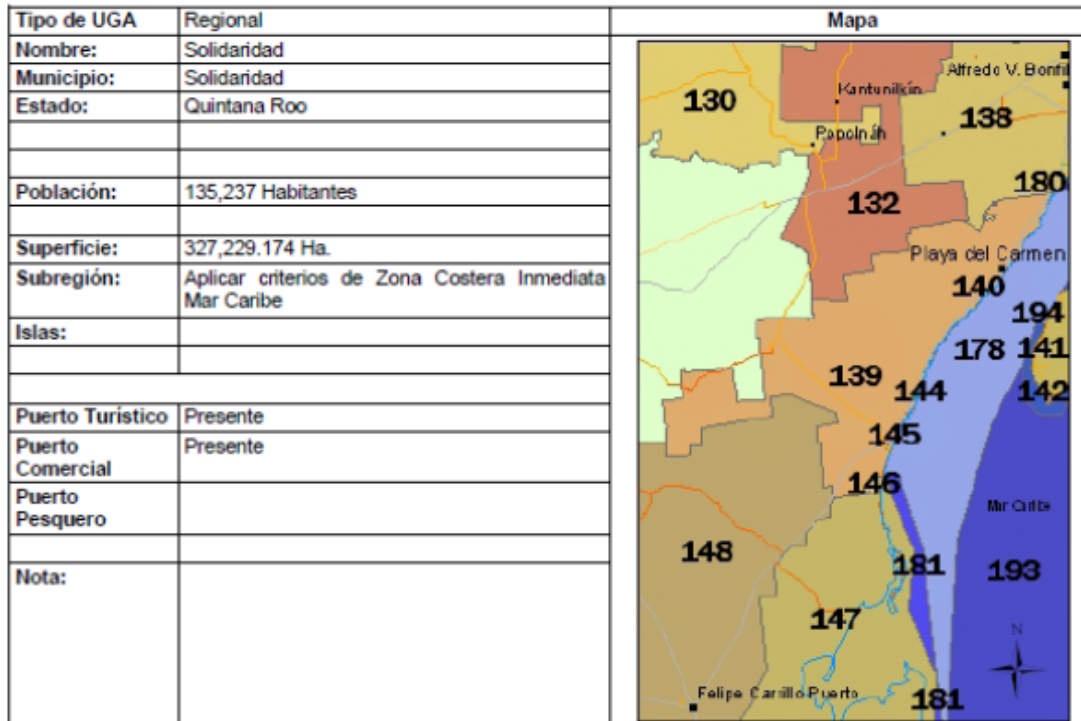
¹⁰ Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012

complejidad del territorio ordenado, y segundo que debe ser un documento suficientemente generalizado como para ser aplicado y administrado sin incrementar de manera sensible los recursos disponibles para ello.

El área de la obra se encuentra inmersa en la UGA 139 (UGA) 139, de tipo Regional denominada “Solidaridad”, y a la cual le aplican las siguientes acciones generales y específicas.

Figura 3. 3. UGA 139 del POEMYRGMCMC.

Unidad de Gestión Ambiental #:139



A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 además de las siguientes Acciones Específicas:

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
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

Acciones Específicas							
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		

A continuación, se presentan los criterios generales de la UGA 139 (UGA) **139**, de tipo Regional denominada “Solidaridad” aplicables al proyecto:

Tabla 3. 5. Estrategias Generales de la UGA 139 del POEMyRGMycM aplicables al proyecto

Clave	Acciones Generales
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes. En el proyecto denominado “Village Etapa II”, se promueven prácticas de manejo para hacer un uso eficiente y minimizar el consumo de agua.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes. La presente estrategia no resulta aplicable al proyecto ya que, la obra solo contempla la Operación del Hotel “Village Etapa II” ubicado en Solidaridad, Quintana Roo.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción. Por la naturaleza del proyecto la presente estrategia no resulta aplicable al proyecto, ya que este contempla únicamente las actividades de preparación, construcción, operación del proyecto “Village Etapa II” y no tiene considerado la creación de una UMA.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). El proyecto no contempla la realización de actividades extractivas de flora ni de fauna, por lo que la estrategia en comento no resulta aplicable al proyecto.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable. La presente acción no es aplicable a la Promovente del Proyecto, en razón de que no se contempla el establecimiento de bancos de germoplasma.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero. No se plantea la construcción o desarrollo de obras que impliquen la emisión de gases con efecto invernadero. Sin embargo, para el cumplimiento de esta acción, la maquinaria y equipo de combustión interna que sea utilizada para el desarrollo del Proyecto en cualquiera de sus etapas, se encontrará en óptimas condiciones mecánicas para disminuir la emisión de estos gases.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono. La realización de estas acciones no es responsabilidad de la Promovente, por lo que no es aplicable.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente. La Promovente del Proyecto no tiene visualizado utilizar organismos genéticamente modificados dentro de sus actividades.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.

Clave	Acciones Generales
	El cumplimiento de la presente acción no es responsabilidad de la Promovente del Proyecto. No se omite manifestar que la caracterización ambiental del predio fue considerada durante el diseño del Proyecto, evitando la fragmentación del hábitat y considerando corredores biológicos para el desplazamiento de las especies.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.
	La presente acción es aplicable para las autoridades competentes, el Proyecto no tiene contemplado reutilizar áreas agropecuarias.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.
	La acción mencionada no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. El Proyecto implementará todas y cada una de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales que constituyen el Sistema de Vigilancia Ambiental del Proyecto, mismas que tienen como objetivo minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto del desarrollo del mismo.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.
	La acción mencionada no es aplicable, ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no incluye el desarrollo de parques industriales.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.
	El Proyecto no contempla la introducción de especies potencialmente invasoras en ningún área del proyecto.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.
	No aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, se manifiesta que dentro del predio del Proyecto no existen ríos superficiales.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Por otra parte, el Proyecto no implica actividades agrícolas de ningún tipo, además de que en la región donde se ubica no existen pendientes mayores a 50%.
G018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Lo indicado en esta acción no aplica al Proyecto propuesto, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no la Promovente.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, en la región donde se ubica el Proyecto no existen ríos superficiales ni zonas inundables.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente. Sin embargo, el Proyecto propuesto implementará todas las medidas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales identificados contenidas en el Programa de Manejo Integral de Fauna.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.
	Lo contenido en esta acción no es aplicable ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.
	Esta acción no es aplicable ya que el presente Proyecto no contempla actividades productivas de tipo agrícola o forestal.

Clave	Acciones Generales
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).
	Esta acción no es aplicable, ya que no existen gradientes altitudinales en el área donde se ubica el Proyecto.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.
	Lo indicado por esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G028	Promover el uso de energías renovables.
	Esta acción no es aplicable, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G035	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.
	No aplica, ya que es una obligación aplicable a la autoridad y no a la Promovente.
G037	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye instalaciones industriales de ningún tipo.
G038	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.
	Esta acción no es aplicable, ya que contiene una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G039	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.
	Lo contenido en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G040	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G041	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
	Esta acción no aplica, ya que contiene una obligación aplicable para la autoridad y no a la Promovente.
G042	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.
	Esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.
	Lo indicado en esta acción no aplica, ya que es una obligación aplicable para la autoridad y no para la Promovente.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.
	Lo contenido en esta acción no aplica, ya que es una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.
	El presente Proyecto aplicará todas las medidas contenidas en el PVA del proyecto, el cual se encuentra alineado al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las cuales se encuentran la participación activa del promovente en la instrumentación y apoyo de campañas de prevención ante desastres naturales que indique la autoridad correspondiente.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.

Clave	Acciones Generales
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.
	Lo estipulado en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que es una obligación que recae sobre la autoridad y no sobre la Promovente. Sin embargo, el Proyecto se apegará a lo establecido en el PVA del Proyecto, incluyendo la implementación de reglamentos internos para la conservación y buen uso de los recursos, que integran medidas para el adecuado manejo de los residuos.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).
	Lo estipulado en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.
	Lo contenido en esta acción representa una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.
	Lo establecido en la presente acción, es una obligación que corresponde a la autoridad y no a la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades del sector industrial.
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	Se cumple mediante la presentación de este DTU-BR.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.
	Esta acción no es aplicable ya que corresponde a una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.
	El proyecto implementará todas las medidas establecidas en el PVA del Proyecto, que se encuentran alineadas al SMGA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, entre las que se encuentran diversas acciones contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, para realizar el manejo adecuado de los residuos peligrosos, conforme a lo establecido en la legislación vigente, por lo que se da cumplimiento a esta acción.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.
	Lo establecido en esta acción no es aplicable, ya que el Proyecto no se encuentra ubicado dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.
	Esta acción no aplica ya que el Proyecto no considera la construcción de infraestructura en zona costera ni en áreas con vegetación acuática sumergida.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.
	El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura en la costa, por lo que esta acción no le es aplicable.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.
	Lo indicado en la presente acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente, además de que el proyecto no incluye actividades agropecuarias de ningún tipo.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.
	Lo establecido en esta acción no aplica, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.
	Lo establecido en esta acción no es aplicable, debido a que el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.

Con respecto a las acciones específicas por la UGA, se presentan a continuación las aplicables en la obra.

Tabla 3. 6. Acciones específicas de la UGA 139 del POEMyRGMyc aplicables al proyecto.

Clave	Acciones Específicas
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas. Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, esta acción no tiene ninguna relación con el Proyecto.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas. El Proyecto cumple con lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el Programa de Vigilancia Ambiental del Capítulo 7, entre las que se encuentran la educación y capacitación ambiental, que incluye el tema del manejo adecuado de sustancias peligrosas como los agroquímicos y pesticidas.
A003	Usar preferentemente fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales. El Proyecto se ajusta a lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA descritas en el Capítulo 7 del presente DTU-BR, entre las que se encuentran el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST.
A005	Instrumentar mecanismos y programas para reducir las pérdidas de agua durante los procesos de distribución de la misma. El Proyecto se ajusta a lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA del proyecto, incluyendo acciones de mantenimiento de tuberías e instalaciones de distribución del agua para evitar fugas.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises. El Proyecto cumple con lo establecido en esta acción, ya que aplicará todas las estrategias y medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA del proyecto, incluyendo la reincorporación de aguas pluviales por medio de pozos de absorción.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales. El Proyecto dejará zonas de conservación, cumpliendo con el objeto de esta acción.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación. El predio del Proyecto se ubica al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral. Tomando en consideración lo anterior y toda vez que no se encuentran playas al interior del predio, la presente acción no es aplicable al Proyecto.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas. Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas. Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Además, como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, motivo por el cual no se encuentran playas al interior del predio, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria. Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A012	Evitar la modificación de las dunas costeras, así como eliminar la vegetación natural y construir sobre ellas. Tal y como se ha indicado anteriormente, el Proyecto se localiza en el km 299 de la Carretera Federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, estando toda la superficie comprendida al poniente de la carretera federal por lo que no tiene colindancia con el litoral, de conformidad con lo anterior y toda vez que no se encuentran zonas de playa al interior del predio, esta acción no es aplicable.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.

Clave	Acciones Específicas
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marítimas de ningún tipo.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no se ubica dentro de la poligonal de ningún área natural protegida.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA del Proyecto, entre las que se encuentran la reforestación de áreas degradadas que se encuentran en zonas designadas para conservación.
A018	Impulsar los programas y acciones de recuperación de especies bajo algún régimen de protección en la NOM-059 SEMARNAT.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales incluidas en el PVA del Proyecto, entre las que se encuentran el rescate de flora y fauna con énfasis en especies consideradas en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como otras medidas cuyo fin es conservar las características que permiten el desarrollo de las especies en riesgo dentro del Proyecto.
A019	Instrumentar programas de remediación de suelos de acuerdo con la LGPGIR, su reglamento y a la NOM-138- SEMARNAT, de ser aplicable, en suelos que sean aptos para conservación o preservación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente, además de que el Proyecto no contempla actividades relacionadas con el manejo de la caña verde.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por hidrocarburos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A023	Aplicar medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
	Lo indicado en esta acción no es aplicable, ya que representa una obligación para la autoridad y no para la Promovente. No obstante, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación establecidas en el PVA del Proyecto, contribuyendo al cumplimiento de esta acción.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A025	Efectuar programas de remediación y de rehabilitación integral de sitios contaminados por actividades industriales, de conformidad con la LGPGIR y su Reglamento.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías "Limpias" y "Ambientalmente amigables" en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no considera actividades de tipo industrial.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Así mismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.

Clave	Acciones Específicas
A028	Evitar la instalación de infraestructura permanente o de ocupación continua entre la playa y el primero o segundo cordón de dunas. Salvo aquellas que correspondan a proyectos prioritarios de beneficio público por parte de PEMEX, CFE y SCT y/o en casos de contingencia meteorológica o desastre natural, minimizando la alteración de esta zona.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.	
A029	Evitar la modificación del perfil de la costa o la modificación de los patrones de circulación de las corrientes alineadas a la costa. Salvo cuando correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por contingencia meteorológica o desastre natural.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no contempla cambio alguno en el perfil de la costa ni en los patrones de circulación de las corrientes alineadas a ésta, por lo que dan cumplimiento a lo establecido en esta acción.	
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.
Debido a la ubicación del Proyecto, este no afectará de ninguna forma los elementos descritos en esta acción. Sin perjuicio de lo anterior, para el diseño del Proyecto se consideraron diversos estudios con el fin de minimizar la afectación de los elementos naturales existentes en el predio, adoptando y empleando tecnología adecuada para un desarrollo sustentable, así como medidas de prevención, mitigación y compensación delineadas específicamente para los impactos ambientales que generará el Proyecto.	
A031	Evitar la modificación de las características de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.
El Proyecto se desarrolla en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez que carecen de litoral y no colindan con ningún sistema lagunar costero, por lo que esta acción no le es aplicable.	
A032	Evitar la modificación de las características físicas y químicas de playas y dunas costeras.
El Proyecto se pretende desarrollar en un predio ubicado al poniente de la carretera federal 307 Chetumal-Puerto Juárez, por lo que no colindan con el litoral y por lo tanto carecen de playas y dunas costeras, dejando sin aplicación lo contenido en esta acción.	
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A037	Fomentar la generación energética por medio de energía solar.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A039	Reducir el uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.
El Proyecto aplicará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las que se encuentra el uso exclusivo de agroquímicos autorizados por la CICOPLAFEST para el mantenimiento de áreas verdes, por lo que se da cumplimiento a esta acción.	
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades pesqueras de ningún tipo.	
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye actividades marinas de ningún tipo.	
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	
A051	Construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.
Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.	

Clave	Acciones Específicas
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A057	El establecimiento de zonas urbanas no debe realizarse en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales y zonas susceptibles de inundación y derrumbe. Tampoco deberá establecerse en zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras ni sobre manglares.
	El presente Proyecto no contempla el desarrollo de zonas urbanas en áreas de riesgo industrial o susceptibles de inundación o derrumbe. Asimismo, el Proyecto se apega a la zonificación ambiental establecida para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual ubica a los ecosistemas frágiles como zonas de protección en donde no será posible el establecimiento de infraestructura urbana. De esta forma, el Proyecto da cumplimiento a esta acción.
A058	Hacer campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, dentro del cual se prevé el adecuado manejo y disposición de los residuos (líquidos, sólidos y peligrosos) generados en las diferentes etapas del proyecto. De esta manera, se da cumplimiento a esta acción.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.
	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales entre las cuales se encuentran: El mantenimiento de tuberías e instalaciones e incorporar la captación aguas pluviales, mismas que serán dirigidas a pozos de absorción. De esta manera, el Proyecto da cabal cumplimiento a esta acción.
A068	Promover e impulsar el desarrollo e instrumentación de planes de manejo para residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial de acuerdo con la normatividad vigente.
	El Proyecto implementará todas las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, entre las cuales se encuentra la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos que contiene acciones

Clave	Acciones Específicas
	específicas para el manejo de residuos sólidos, líquidos, peligrosos y de manejo especial. Lo anterior permite a la Promovente contribuir al cumplimiento de lo dispuesto en esta acción.
A069	Establecer planes de manejo que permitan el aprovechamiento, tratamiento o disposición final de los residuos para evitar su disposición al mar.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su disposición final.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente.
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Sin embargo, el Proyecto aplicará las buenas prácticas establecidas en el PVA del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que demuestren el apego del Proyecto a los criterios de sustentabilidad ambiental y social. De esta forma, se da cumplimiento a esta acción.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos, flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.
	Esta acción no aplica, ya que es una obligación de las autoridades pertinentes y no de la Promovente. Asimismo, el Proyecto no incluye el desarrollo de infraestructura aeroportuaria.

3.6.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad¹¹

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-S), así como a la localización de Ciudad Mayakoba, lugar donde se pretende realizar el proyecto, le corresponden la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 14 denominada “Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen”.

Para la UGA 14, la vocación del uso del suelo, así como los usos condicionados e incompatibles están definidos por el mismo POEL-S. No obstante, a lo anterior los parámetros urbanos del predio se encuentran definidos por la Modificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J) publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 10 de marzo del 2016 los cuales, como se demostrará en el contenido de este capítulo, son cumplidos por el proyecto.

El objetivo de la UGA 14 es: Impulsar que el crecimiento sea controlado buscando una mejor calidad de vida con terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, estableciendo una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para el desarrollo.

Esta unidad de gestión ambiental presenta la política ambiental de Aprovechamiento sustentable, la cual establece lo siguiente:

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.

¹¹ Publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado el 25 de mayo de 2009

Las especificaciones para la UGA 14 en la que se encuentra el proyecto se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Especificaciones de la UGA 14 conforme a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	14		
NOMBRE	RESERVA URBANA NORTE-SUR DE PLAYA DEL CARMEN		
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento sustentable		
SUPERFICIE	7,448.13 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	3.75 %
ESCENARIO INICIAL	<p>Las zonas propuestas se ubican dentro del área afectada por los incendios de 1989, por lo que la vegetación es de tipo secundario en su mayor parte. Asimismo, la zona presenta en lo general una aptitud baja para la conservación, ya que son áreas que han sufrido una degradación ambiental por actividades antropogénicas.</p> <p>La carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos no regulares, teniendo como resultado un crecimiento anárquico en los centros urbanos, y el aumento del rezago en infraestructura urbana y de servicios.</p>		
TENDENCIAS	<p>En la actualidad existe la necesidad por parte de las autoridades municipales y estatales, por dotar de terrenos aptos para desarrollos de diferentes tipos económicos, ya que las superficies planeadas para la reserva urbana prácticamente se han agotado, por ello es importante establecer una planeación acorde a las expectativas de crecimiento poblacional que actualmente se tienen, generando zonas aptas para este desarrollo.</p>		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	<p>La zona se desarrollará de manera armónica, de conformidad a los planes o programas aplicables. Los servicios urbanos se establecerán de manera oportuna, ofreciendo espacios urbanos dignos y confortables.</p>		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	<p>Los usos previstos en el presente instrumento quedan sujetos a las disposiciones normativas de carácter ambiental y urbano, con el objetivo de incentivar y reforzar las actividades compatibles, fomentar la instalación del equipamiento requerido y proponer zonas habitacionales y actividades productivas de manera conjunta y equilibrada, buscando a si el desarrollo sustentable de la región.</p>		
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Urbana.		
USOS CONDICIONADOS	Ecoturístico, turístico, industrial, minería, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, reserva natural, equipamiento.		
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, marina.		
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECIFICOS	
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 39, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81,86, 95, 100.	
	Suburbano	26, 39, 52, 54, 80, 85, 86, 95, 100.	
	Urbano	23, 24, 116.	
	Industrial	28, 39, 53, 54, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 95, 100, 102, 110.	
Minero	10, 28, 39, 42, 43, 44, 52, 54, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 110, 111, 112.		

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		14
	UMA's	04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.
	Deportivo	06, 09, 13, 25, 37, 39, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 80, 85, 86, 94, 95, 100.
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 39, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 80, 85, 86, 95, 100, 102, 108.
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100
	Comercial	28, 39, 53, 54, 63, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 95, 102, 109.
	Equipamiento	32, 53, 54, 85, 86.

Asimismo, cabe destacar que el proyecto da cumplimiento a la política ambiental, ya que se respeta todos y cada uno de los criterios de regulación ambiental, mediante lo cual se garantiza el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así mismo dentro del proyecto se presentan diversas estimaciones que demuestran que el mismo no afectará los recursos de agua, suelo y vegetación del predio, para lo cual se definió el establecimiento del 28.51%, del Proyecto, como áreas de conservación.

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad han sido organizados en tres grupos

- Los criterios ecológicos de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenando fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.
- Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables en la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.
- Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el municipio de solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso de suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

De lo anterior a continuación, se hace la vinculación de los criterios aplicables para el proyecto, siguiendo el orden primero de criterios ecológicos de aplicación general (Tabla 3.8), criterios de regulación ecológica de aplicación en áreas urbanas (Tabla 3.9), y criterios de regulación ecológica específicos (Tabla 3.10).

Tabla 3. 8. Vinculación del Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación general del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales,	La promovente para dar cumplimiento a este criterio, realiza la vinculación del tipo legal que corresponde al DTU-BR, con el cual se acredita la viabilidad jurídica del proyecto y se demuestra fehacientemente ante la autoridad evaluadora que se tiene conocimiento de los instrumentos legales que puedan aplicar directa o indirectamente al proyecto y que el

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	desconocimiento de la ley no exime de su responsabilidad. Manifestando que no iniciará la ejecución de las obras hasta tener todas las autorizaciones emitidas por las autoridades correspondientes en sus diferentes niveles de gobierno.
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.	La promovente no realizará ninguna actividad relacionada con la ejecución del proyecto hasta obtener la autorización correspondiente y previamente a realizar cualquier actividad de desmonte por lo que se compromete a que en el marco de la propuesta del Subprograma de Rescate de Especies conforme a lo establecido en la fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, se llevará a cabo la implementación de las acciones de rescate de especies vegetales correspondientes, el cual será sometido a la autorización correspondiente y se implementará en las zonas autorizadas para el aprovechamiento con el fin de dar cumplimiento al presente criterio. Se pondrá especial interés en las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en las arbóreas de mayor talla. No se omite manifestar que el Subprograma de Rescate de Especies está alienado a los programas de manejo del proyecto Ciudad Mayakoba, el cual fue autorizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental mediante el oficio SGPA/DGIRA/04219 de fecha 19 de junio del año 2013.
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.	El proyecto ha considerado la implementación de las medidas establecidas en el Subprograma de Rescate de Fauna contenido en el Capítulo 7 de este DTU-BR, y que se encuentran alienadas con el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Entre las medidas contempladas se encuentran el recorrido previo al desmonte dentro de las áreas de desplante por un especialista en manejo de fauna, con la finalidad de rescatar individuos de fauna silvestre que lo requieran y trasladarlos a las áreas de conservación del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales.
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental	En la ejecución del proyecto, se contempla el aprovechamiento de una superficie de 8.000850 de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m ² (2.04) del Lote 38 y de 42,254.19 m ² (4.22 ha) del Lote 39. Asimismo, se contemplan una superficie total de 31, 913.46 m ² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m ² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m ² (2.900977 ha) en el Lote 39. Los individuos que sean rescatados serán reubicados en el proyecto ya sea en las áreas verdes o en las áreas de conservación.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El proyecto se apega a la zonificación establecida en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, la cual se definió con base en la caracterización ambiental del predio y del SAR, así como en apego a los instrumentos de planeación, legislación y normatividad aplicables y cuyos impactos ambientales, incluyendo la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de poblaciones de vida silvestre ya fueron evaluados mediante la manifestación de impacto ambiental regional del proyecto previamente señalado. Asimismo, el proyecto se apega a las superficies de aprovechamiento definidas para los Lote 38 y 39 del PDU-J y en el proyecto Ciudad Mayakoba autorizado. El Proyecto no afectará las áreas de donación, las áreas verdes, el corredor biológico, ni las áreas de amortiguamiento; por lo que no fragmentará el ecosistema ni generará aislamiento de las poblaciones de forma adicional o diferente a lo ya evaluado para el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, del que forma parte.
CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	El Proyecto da cabal cumplimiento a este criterio mediante la implementación del Programa de Conservación de suelos, se realizará la recuperación de la tierra vegetal y el triturado de la vegetación resultante del desmonte. En ningún momento se comercializarán productos o subproductos derivados del desmonte. En su caso, se utilizarán para el mejoramiento de las áreas verdes del Proyecto.
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.	La Promovente, con el objetivo de cumplir con el criterio, manifiesta que ha previsto que la descarga de aguas residuales se realice mediante la captación de las mismas en el proyecto, las cuales se conducirán hacia el sistema de drenaje de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado. El agua será conducida a través de tubería subterránea y cárcamos o depósitos de bombeo. Durante las fases de preparación del sitio y construcción se prevé la generación de aguas residuales derivadas de los servicios sanitarios instalados en el proyecto, mismas que serán retiradas de la obra por la empresa autorizada y contratada para la prestación de los servicios sanitarios para su manejo y disposición final.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	La Promovente dará cumplimiento a este criterio basado en lo señalado en el proyecto autorizado Ciudad Mayakoba el cual cuenta con el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013, y que contempla ubicar en plazas y caminos un sistema de drenaje pluvial, adaptado a la forma de escurrimiento natural del proyecto, el agua colectada mediante el sistema señalado, será conducida hacia pozos de absorción con sistemas de

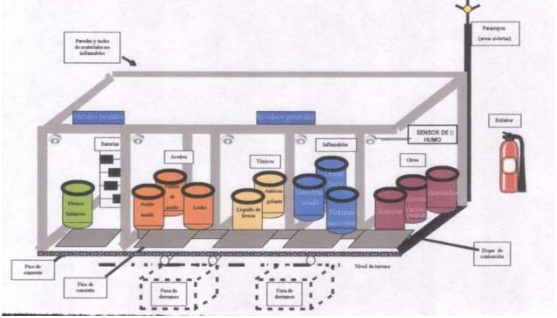
Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		decantación, trampas de grasas y sólidos además de una filtración arenosa.
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse 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 proyecto contempla la construcción de pozos de absorción, para el drenaje pluvial (ver Capítulo 2 y anexo cartográfico), por lo que solicitará la aprobación correspondiente a la CONAGUA, con la finalidad de dar cumplimiento al presente criterio.
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.	El material utilizado para la construcción de las diferentes obras que forman parte del Proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del proyecto serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de plagas 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 caso de emplear insumos agrícolas para el control de plagas o fertilización de plantas en las áreas verdes del Proyecto se procurará el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), tal y como lo marca la presente medida.
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.	Los lotes localizados dentro del proyecto Ciudad Mayakoba, en los cuales se realizarán las obras que en conjunto forman el Proyecto, están identificados con el número 38 y 39, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Los residuos pétreos y materia orgánica generados en el desmonte de la vegetación, serán dispuestos en áreas sin cobertura vegetal, en el vivero y para la nivelación del terreno.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta 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.	Se dará cumplimiento a esta disposición ya que no se incorporarán especies exóticas invasoras en las áreas verdes del Proyecto. Además de que se dará preferencia a la utilización de especies nativas.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El Proyecto implementará las acciones aplicables de acuerdo con las obras y actividades que contempla, para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el PVA del proyecto, mismas que se encuentran alienadas al proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que incluye al Subprograma de Conservación de Especies, el cual establece medidas preventivas para proteger a los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento.
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.	Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados. Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación. Durante las etapas de preparación y construcción el Proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del PVA del proyecto. En caso de que el proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en éste y los demás criterios relativos.
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	No se usará fuego en ninguna de las etapas que conforman el proyecto.
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.	Los lotes localizados dentro del proyecto Ciudad Mayakoba en el cual se realizarán las obras que en conjunto forman el proyecto, están identificados con el número 38 y 39, perteneciente a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen. Aunado a lo anterior, el Proyecto se encuentra inserto en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, por lo que no se encuentran fuera de centros de población y por ello este criterio no le es aplicable.
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	El proyecto no incluye la apertura de caminos de acceso ni vialidades fuera de los centros de población por lo que este criterio no le es aplicable.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	Se cumple con la distancia establecida en este criterio.
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.	El Proyecto establecerá las medidas indicadas en el Programa Integral de Manejo de Residuos contenido en el PVA del proyecto, el cual incluye el manejo y disposición temporal adecuados de las sustancias potencialmente contaminantes para evitar que se derramen en el suelo o en cuerpos de agua. Durante las diversas etapas del proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos mismos que se identificarán de conformidad con su clasificación de corrosión, reactividad, explosión, toxico e inflamable (C.R.E.T.I.) teniendo de manera inmediata identificado usar: thinner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipos menores. Para estos casos, los envases de los residuos peligrosos y los materiales impregnados por los mismos, serán plenamente identificados en cuanto su peligrosidad de conformidad con el C.R.E.T.I. y almacenados en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y en completo aislamiento del entorno. Para cumplir con este criterio, la promovente estará apegada a lo señalado en los artículos 15, 16, 17, 71 y 82 del Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos para realizar el almacén temporal de residuos peligrosos y de manera paralela se implementará el manejo de una bitácora que registre las entradas y salidas de los residuos peligrosos hasta obtener los certificados emitidos por empresa autorizada de la disposición final de dichos residuos. Estas actividades serán realizadas por un especialista en la materia con conocimiento en el manejo y control de este tipo de residuos.
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.	Este criterio no es aplicable a la promovente, en razón de que el proyecto no contempla la realización de algún tipo de obra o actividad cuyas características requieran el uso de explosivos.
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.	Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente derivado de la generación de estos residuos (peligrosos), el proyecto considera la implementación de diversas medidas que se realizarán como parte del Programa de Manejo Integral de Residuos. Las acciones que contiene este programa están centradas en la prevención y el manejo adecuado de estos materiales y desechos.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		<p>El PMIR plantea que, para el manejo adecuado y confinamiento temporal de los residuos líquidos y sólidos peligrosos, se destinará un espacio que funcione como almacén (Capítulo II). Con ello se dará cumplimiento a las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, mismo que se transcribe a continuación:</p> <p>Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:</p> <p>I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:</p> <p>a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;</p> <p>b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;</p> <p>c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;</p> <p>d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;</p> <p>e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;</p> <p>f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;</p> <p>g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;</p> <p>h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y</p> <p>i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.</p> <p>II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:</p> <p>a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		<p>b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;</p> <p>c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;</p> <p>d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y</p> <p>e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.</p> <p>III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:</p> <p>a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,</p> <p>b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;</p> <p>c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.</p> <p>En resumen, el almacén de residuos peligrosos deberá contar con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente. En la siguiente figura se muestra un par de esquemas generales de un almacén de residuos peligrosos.</p> <p>Modelo de almacén para residuos peligrosos Distribución de las áreas de confinamiento temporal, carga y descarga y taller</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General															
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto													
		 <p>Los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto deberán manejarse de diferente manera según sus características particulares, en apego a lo establecido en la siguiente tabla.</p> <p>Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de residuo</th> <th>Manejo</th> <th>Disposición final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Thiner Pinturas y esmaltes</td> <td rowspan="2">Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.</td> <td rowspan="2">Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.</td> </tr> <tr> <td>Estopas impregnadas con residuos</td> </tr> <tr> <td>Aceite industrial</td> <td>El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.</td> <td>Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.</td> </tr> <tr> <td>Pilas alcalinas</td> <td>Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones</td> <td>Se entregarán a una empresa autorizada en su</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de residuo	Manejo	Disposición final	Thiner Pinturas y esmaltes	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.	Estopas impregnadas con residuos	Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.	Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones	Se entregarán a una empresa autorizada en su
Tipo de residuo	Manejo	Disposición final													
Thiner Pinturas y esmaltes	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.													
Estopas impregnadas con residuos															
Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.													
Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones	Se entregarán a una empresa autorizada en su													

Criterios Ecológicos de Aplicación General					
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto			
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">y en el área de maniobras.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">manejo y disposición final</td> </tr> </table> <p>Se realizará un registro sistemático en bitácora, para cada entrada y salida del almacén de los residuos peligrosos, durante el periodo comprendido de enero a diciembre de cada año. Tal como lo prevé la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (Artículo 47) y su Reglamento (Artículo 71). Las bitácoras se conservarán al menos cinco años (Artículo 75) y contendrán la siguiente información:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nombre del residuo. b) Características de peligrosidad. c) Área o proceso donde se generó. d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos. e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia señalada en el inciso anterior. f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos. g) Nombre del responsable de la bitácora. <p>Los residuos peligrosos y de manejo especial generados que serán acopiados temporalmente, serán recolectados y trasladados periódicamente al lugar de disposición final por una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual deberá de atender lo establecido en el Artículo 85 del Reglamento de la LGPGIR.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto.</p>		y en el área de maniobras.	manejo y disposición final
	y en el área de maniobras.	manejo y disposición final			
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.	Se vincula de manera posterior para facilitar la lectura.			
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	El Proyecto se ajusta a la superficie de aprovechamiento establecida por el PPDU-J. Como parte de las superficies de aprovechamiento del proyecto, no se contabiliza y/o suma los senderos, brechas o andadores a las áreas naturales del lote donde se realizarán las obras de equipamiento. El proyecto autorizado Ciudad Mayakoba determinó la zonificación de cada uno de sus componentes con			

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	<p>electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección.</p> <p>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.</p> <p>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>	<p>base en los resultados de los estudios ambientales realizados con ocasión de la planificación del proyecto, así como de la caracterización de la vegetación.</p> <p>La promovente en la ejecución del proyecto tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas para su desmonte.</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>Dentro del proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.</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 desarrollo del proyecto no es de interés público, a pesar de aportar diversos beneficios a la comunidad a la que pertenece. Debido a lo anterior, no será necesaria la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y demás autoridades previa autorización en materia de impacto ambiental.</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</p>	<p>No se realizará ningún tipo de aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestre.</p>

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	El proyecto contara con el estudio de mecánica de suelos correspondiente 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.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	La promovente, aun cuando no tiene contemplado establecer campamento para los trabajadores, para dar cumplimiento a este criterio llevará a cabo la implementación de las medidas establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto, el cual a través del Subprograma de Educación Ambiental transmitirá al personal de obra la información necesaria para proteger a la flora y la fauna de la región.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	Dentro del proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.
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.	Es importante destacar que en el sitio de pretendida ubicación del proyecto no se registra comunidad de manglar y tampoco colinda con este tipo de vegetación. El predio destinado para el proyecto "Village Etapa II" NO se encuentra en un sitio inundable, por lo que no tiene influencia en el flujo hidrológico del área inundable que se ubica al Este aproximadamente a 1.109 Km de distancia de la zona de manglar del SAR fuera del predio del proyecto.
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.	Dentro del Proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	La promovente no tiene contemplado disponer en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas de las aguas residuales generadas durante cualquier etapa de desarrollo del proyecto. Las aguas residuales generadas durante la etapa de operación serán canalizadas a la red general de la Comisión del Agua Potable y Alcantarillado. Las aguas residuales generadas durante la etapa de construcción serán dispuestas por medio de una empresa autorizadas para dar el servicio.

Criterios Ecológicos de Aplicación General		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	El Proyecto implementará todas las acciones aplicables para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos. Dicho programa de manejo se apega a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, por lo que se le da cumplimiento a este criterio.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El Proyecto pertenece a la Unidad de Gestión Ambiental número 14, denominada Reserva Urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, por lo que no se encuentra fuera de centros urbanos y por ello este criterio no le es aplicable.

➤ **Criterio CG-24**

El criterio ecológico de aplicación general CG-24 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad establece: *“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”*. A continuación, se presenta la vinculación del Proyecto respecto este criterio.

Vinculación

El Proyecto pretende desarrollarse al interior del Plan Maestro del proyecto autorizado Ciudad Mayakoba, que se encuentra en la zona continental de acuerdo con lo definido en el criterio CG-24, ya que se localiza al poniente de la carretera federal 307. No obstante, vale la pena señalar que, cuando la emisión de la autorización de impacto ambiental (AIA) en 2013, que aprobó el proyecto Ciudad Mayakoba, entre otras condicionantes, estableció que los proyectos que fueran a ser desarrollados bajo la esfera de tal autorización, debían ser sujetos a evaluación de impacto ambiental ante la misma emisora, por dos razones fundamentales, a saber; 1. Se encontraban dentro del mismo Sistema Ambiental Regional de ecosistema costero y 2; ya se había evaluado tal sistema y por ende, sólo tendría que verificar el cumplimiento de los parámetros determinados en la AIA originaria, lo que, teóricamente, mantendría el objeto, carga sobre los servicios y prestaciones ambientales caracterizadas en su momento y vamos, esa era la norma jurídica interpretada y aplicada.

Respecto al entorno ambiental, se observa que el Proyecto y su SAR, están dentro del ecosistema costero¹², ya que se ubica dentro de la franja de los 100 km de la línea de costa

¹² Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Artículo 3. *Para los efectos de esta Ley se entiende por:*
[...]

XIII Bis.- *Ecosistemas costeros: Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender*

tierra-adentro, además, es de destacarse que el ecosistema no ha perdido sus características costeras pues, como se desprende de los resultados de los estudios geohidrológicos, existen corrientes y flujos freáticos que transportan nutrientes minerales a los ecosistemas costeros que tanto dependen de los cuerpos de agua subterráneos, por lo que debe vigilarse la conservación de las funciones ambientales del SAR en la zona frente a la costa.

Con relación al escenario urbanístico, sí se ha modificado el entorno, por lo que es necesario que los proyectos incluidos en la huella del plan maestro original, sean evaluados por la autoridad que valoró y prospectó los efectos e impactos generalizados y particularizados para Ciudad Mayakoba, de tal manera que su evaluación no se constriñera al revisar y cuantificar los parámetros urbanos, puesto que ya preexiste una relación ex lege entre la autorizante y la promovente.

Finalmente, con relación al entorno jurídico que envuelve al proyecto Ciudad Mayakoba, es importante considerar lo siguiente:

Las autorizaciones que otorgan las autoridades a los particulares son una especie de *cuasi-contratos*, si entendemos a éstos como los acuerdos de voluntad entre una o más partes que establecen las obligaciones y derechos entre éstas.

La otra componente es que los tiempos o plazos en que se dan, así como las obligaciones jurídicas que se adquieren, subsisten a partir de dicha relación supra a subordinación adquirida mediante la resolución respectiva (AIA).

La evaluación de impacto ambiental como tal es un proceso que inicia a partir de la presentación de una solicitud acompañada de una manifestación de impacto ambiental o documento técnico unificado, cumpliendo con las exigencias reglamentarias y formalidades correlacionadas, es decir, el acto jurídico es la petición que inicia el proceso.

1. El proceso termina con un resolutivo (en este caso, el oficio **SGPA/DGIRA/DG/04219**) que sabemos, puede aprobar, condicionar o negar la petición, y de tales resultados derivarse otros actos jurídicos.

Que, en este caso, en los considerandos 1 y 2 del oficio resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/04219, de fecha 19 de junio del 2013, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (Anexo digital) determinó su competencia para evaluar el proyecto regional toda vez que se trataba de la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario que afectaba un ecosistema costero y que requería del cambio de uso de suelo de vegetación de selva baja y vegetación secundaria (Figura 3.4.).

porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.

Figura 3. 4. Extracto de la página 5 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018.

CONSIDERANDO:

Generales

1. Que esta DGIRA es competente para analizar, evaluar y resolver la **MIA-R del proyecto**, de conformidad con lo dispuesto en los artículos: 4, 5 fracciones II, X y XXI, 28 primer párrafo, fracciones VII y IX, 30, 35 párrafos primero, segundo y último, de la LGEEPA; 14, 26 y 32-bis fracciones I, III y XI, de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 2, 16 fracción X de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo (LFPA); 2, 3 fracciones I, VII, X, XII, XIII, XIV, XVI y XVII, 4 fracciones I y III, 5 incisos O) fracción I y Q), 9, 10 fracción I, 11 fracción I, 13, 14, 21, 37, 38, 44 y 45 del REIA; 19 fracciones XXIII, XXV y XXIX y 28 fracción II del Reglamento Interior de la SEMARNAT, publicado en el Diario Oficial de la Federación el lunes 26 de noviembre de 2012.
2. Que de conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 fracción X de la LGEEPA, que establece como facultad de la Federación la evaluación del impacto ambiental de las obras y actividades previstas en el artículo 28 de la misma Ley, y en su caso la expedición de la autorización, el **proyecto** que nos ocupa es de competencia federal por tratarse de la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario que afecta un ecosistema costero y que requiere del cambio de uso del suelo de vegetación selva baja y vegetación secundaria, tal y como lo disponen los artículos 28, fracciones VII y IX de la LGEEPA y 5 incisos O) fracción I y Q) de su REIA.

Avocándonos al caso concreto de la aprobación condicionada, ésta establece una relación ex lege entre autoridad y gobernado más allá de las reformas que sufran la constitución, leyes y reglamentos; a partir de los términos y condicionantes de la AIA que termina siendo el fin último del acto jurídico de la petición inicial, pero que, a su vez, es precursora de otros actos jurídicos de una y otra parte, con efectos a cierto tiempo. En particular para el presente Proyecto, se estableció la obligación de someter a la presentación previa a su desarrollo, de una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad correspondiente, misma que habría de apegarse a los parámetros urbanísticos por uso de suelo establecidos por la promotora para cada uno de los lotes del proyecto Ciudad Mayakoba, conforme a lo indicado en las tablas incluidas en el DTU-BR ingresado a evaluación e información adicional (Figura 3.5.).

Figura 3. 5. Extracto de la página 45 del oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG/09500 con fecha del 10 de diciembre de 2018.

1. El **proyecto** consistente en la lotificación, teniendo una densidad máxima de 17,167 viviendas, comprendiendo los siguientes usos: habitacional, residencial y comercial, con una superficie total de 222.09 ha, de las cuales 54.2 serán para su conservación y el resto para su aprovechamiento. Adicionalmente, 54.60 ha serán destinadas para su donación al Municipio de Solidaridad. Se autoriza la preparación del sitio y la construcción de las obras correspondientes a la infraestructura para el desarrollo urbano que son: una planta de tratamiento de aguas residuales, una planta desaladora de ósmosis inversa (se ubicarán en los lotes denominados como servicios existentes) y servicios futuros (servicios eléctricos, bodegas y estacionamientos); vialidades, campo de golf (incluye lagos, casa club y taller de mantenimiento), vivero y cesión de CFE, tal y como se describe en la siguiente tabla:

Tipo	Uso	Superficie total		Aprovechamiento		Conservación	
		ha	%	ha	%	ha	%
Obras	Golf	63.70	15.57	40.74	63.95	22.96	36.05
	8 Vialidades	42.58*	10.40	26.69	64.88	15.89	35.12
	Vivero	2.70	0.66	0.95	35.03	1.75	64.97
	Servicios Existentes	2.71	0.66	2.71	100	0.00	0.00
	Servicios Futuros	1.58	0.39	1.26	80.00	0.32	20.00
	Cesión de CFE/Derecho de vía	7.04	1.72	7.04	100	0.00	0.00
Total		120.31	30.05	79.39	66.72	40.92	33.28

*Se restó 2.66 ha que es la superficie de donación por sobre ancho para evitar duplicación.

[...]

En cuanto a la ejecución particular de las obras y actividades de cada uno de los lotes con los parámetros autorizados para el **proyecto** y los de donación, y que no serán realizadas por la **promoviente**, queda sujeta a la presentación previa a su desarrollo, de manifestaciones de impacto ambiental, en la modalidad correspondiente, para cada una de ellas, mismas que habrán de apegarse a los parámetros urbanísticos por uso del suelo establecidos por la **promoviente** para cada uno de los lotes del **proyecto** (Considerando 7, inciso B.), conforme a lo indicado en las tablas incluidas en la **MIA-R** e información adicional, con el fin de ser evaluadas y obtener la autorización para cada una de las manifestaciones que se sometan en su momento al procedimiento de evaluación en la materia.

En conclusión, para el caso del proyecto Village Etapa II, este requiere presentar previamente una solicitud de evaluación, obligación que deriva de un principio e instrumento preventivo del derecho ambiental, la autorización (cuasi-contrato) subsiste y subyace a la generalidad de la norma, de tal forma que aún y cuando hoy en día parecería que el proyecto Village Etapa II no responde a la definición de "zona costera o ecosistema costero" establecido por el criterio CG-24 del POEL Solidaridad, no debemos perder de vista que su porción fue evaluada integralmente en conjunto con un plan maestro que se analizó, evaluó, sancionó y condicionó como "ecosistema costero" y como tal debe seguir siendo evaluado. Finalmente, es imperativo recalcar que dejar de analizarlo con las características con que fue observado de origen el proyecto originario, traería peores efectos de fracción y disfuncionalidad de los sistemas, mientras que lo contrario, podría contribuir a recuperar en la proporción que fuera, cierta conectividad y funcionalidad de éstos y, por consiguiente, la autoridad competente para conocer de su

evaluación, por accesorio que es, tendría que ser la SEMARNAT como un desarrollo inmobiliario dentro de un ecosistema costero.

Tabla 3. 9. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de aplicación para las áreas urbanas del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

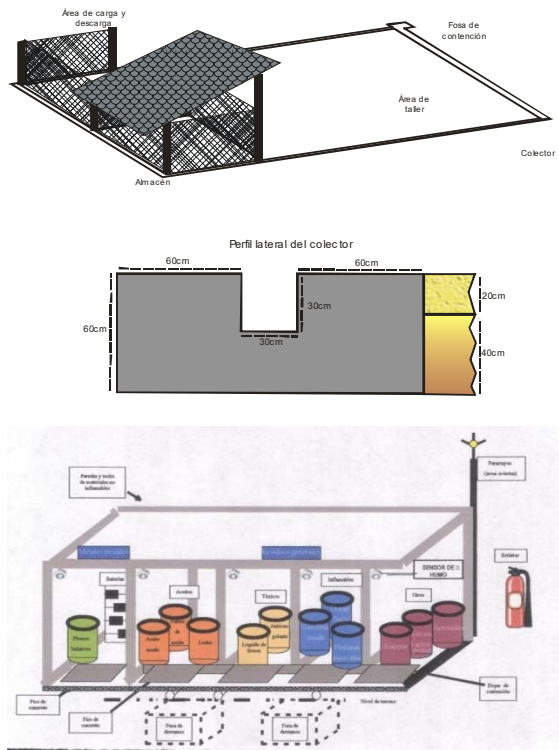
Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	La promovente dará cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, en razón de ello se presenta el DTU-BR que a su vez describe, analiza y propone medidas para mitigar y/o minimizar los impactos ambientales provocados por las actividades necesarias para construir el proyecto.
CU-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.	La superficie de aprovechamiento o desarrollable del proyecto es de 8.000850 ha, de los cuales 6.26 ha requieren de remoción de vegetación; esta superficie está cubierta por Selva mediana subperennifolia / vegetación secundaria arbórea. Una vez obtenidas las autorizaciones tanto de impacto ambiental como de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, previo al inicio de las actividades de desmonte, se ejecutará un Programa de rescate de flora dentro del Programa de Manejo Integral de Flora, teniendo mayor énfasis en las especies incluidas en alguna categoría de la NOM-059-2010. Los ejemplares que sean rescatados se reubicarán en una superficie considerada como áreas verdes y áreas de conservación del proyecto, en este lugar se le dará el mantenimiento necesario para lograr una sobrevivencia de al menos el 85%.
CU-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.	Previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo el rescate de fauna, las técnicas y especificaciones se establecen en la propuesta de Subprograma de Rescate de Fauna que atenderá a las acciones definidas en el Capítulo 7 de este DTU-BR.
CU-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	Como medidas de mitigación de los impactos que se generen por el desarrollo del proyecto sobre el recurso flora se propone:

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	Ejecutar un programa de rescate de flora silvestre, la reubicación de las especies producto del rescate se realizará en las áreas verdes y de conservación del proyecto. Asimismo, se propone ejecutar un programa de Ajardinado y Conservación con especies nativas principalmente.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El desarrollo de las obras del Proyecto se apega a la zonificación establecida en los instrumentos de ordenamiento urbano aplicables, por lo que se da cumplimiento a este criterio.
CU-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.	La Promovente dará cabal cumplimiento a este criterio mediante la implementación del Programa de Conservación de suelos en el que se realizará la recuperación de tierra vegetal en las superficies de desmonte, así como el triturado y composteo de la madera.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El proyecto contempla para su desarrollo la instalación de drenaje sanitario independiente del sistema de drenaje pluvial, entendiéndose que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	Tal y como se describe en el Capítulo 2 de este DTU-BR, el Proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial para la filtración del agua de lluvia. Se realizará la perforación de los pozos de absorción por medios mecánicos y se construirá un registro de captación a base de muros de block, piso de grava y rejilla metálica tipo Irving. Su estructura evitará el arrastre de residuos y lixiviados al subsuelo.
CU-09	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.	El material o los materiales que serán utilizados para la construcción de las diferentes obras que forman parte del proyecto, así como de todos aquellos materiales que se requieran para el buen funcionamiento del mismo, serán adquiridos a proveedores de materiales que estén autorizados para realizar sus actividades comerciales de manera formal.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso	El proyecto se compromete al uso preferente de especies vegetales nativas y propias de la región en las áreas verdes y jardines, lo que disminuirá la necesidad del uso de agroquímicos; sin embargo, en caso de que se requieran solo se utilizarán productos autorizados por la Comisión

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
CU-11	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.	<p>El Proyecto se apegará a las medidas establecidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos descrito en el Capítulo 7, entre las cuales se encuentran las siguientes:</p> <p>Como resultado de las actividades de despalme y limpieza del área a trabajar se prevé la generación de residuos orgánicos los cuales serán triturados y trasladados a áreas de acopio designadas, de tal modo que puedan ser reintegradas a las áreas verdes del mismo como abono, con lo cual se acredita el buen manejo de estos residuos.</p> <p>Durante la etapa de construcción se tiene considerado que los residuos sólidos serán colocados de manera separada en botes rotulados especialmente destinados para almacenarlos de manera temporal. Los residuos sólidos reciclables serán canalizados a empresas adecuadas para ello, mientras que los no reciclables serán llevados al relleno sanitario o donde la autoridad ambiental indique, por medio de empresas debidamente autorizadas para su transporte y disposición final.</p> <p>En relación a los residuos líquidos durante la etapa de construcción estos serán generados por la instalación de los servicios sanitarios para los trabajadores de la obra en términos del criterio urbano número doce. No se omite manifestar a la autoridad revisora que se realizará un control especial mediante bitácora para la disposición final de los residuos generados por los sanitarios y que dichos servicios serán contratados con empresa con autorizaciones necesarias vigentes, para que pueda otorgar los certificados de disposición final correspondiente.</p> <p>En ninguna etapa de la ejecución del proyecto se dispondrá de los residuos derivados de las obras sobre la vegetación remanente del predio, ni sobre la vegetación circundante.</p>
CU-12	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.	<p>Se hace del conocimiento de la autoridad revisora que la Promovente durante el periodo de construcción de las obras correspondientes al proyecto no tiene considerado un campamento donde puedan pernoctar los trabajadores de la obra, pero sí se tiene considerado que las actividades laborales de los empleados se realicen en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en materia de trabajo y previsión social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados.</p> <p>Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación.</p>

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		Durante las etapas de preparación y construcción el proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos, mediante lo cual se asegurará del adecuado manejo de los mismos. En caso de que el proyecto requiera la instalación de un campamento para trabajadores, éste cumplirá con los requisitos establecidos en éste y los demás criterios relativos.
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	No se prevé el uso de fuego en las actividades durante el desarrollo del proyecto
CU-14	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.	<p>Para evitar el riesgo de contaminación al ambiente derivado de la generación de estos residuos (peligrosos), el proyecto considera la implementación de diversas medidas que se realizarán como parte del Programa de Manejo Integral de Residuos. Las acciones que contiene este programa están centradas en la prevención y el manejo adecuado de estos materiales y desechos. El SMIRPME plantea que, para el manejo adecuado y confinamiento temporal de los residuos líquidos y sólidos peligrosos, se destinará un espacio que funcione como almacén (Capítulo 2). Con ello se dará cumplimiento a las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, mismo que se transcribe a continuación:</p> <p>Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:</p> <p>I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados; b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones; c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados; d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño; e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia; f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
		<p>emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;</p> <p>g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;</p> <p>h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y</p> <p>i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.</p> <p>II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:</p> <p>a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;</p> <p>b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;</p> <p>c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;</p> <p>d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y</p> <p>e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.</p> <p>III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:</p> <p>a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,</p> <p>b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;</p> <p>c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento. En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.</p> <p>En resumen, el almacén de residuos peligrosos deberá contar con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente. En la siguiente</p>

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas												
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto										
		<p>figura se muestra un par de esquemas generales de un almacén de residuos peligrosos. Modelo de almacén para residuos peligrosos</p> <p>Distribución de las áreas de confinamiento temporal, carga y descarga y taller</p>  <p>Los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del Proyecto deberán manejarse de diferente manera según sus características particulares, en apego a lo establecido en la siguiente tabla.</p> <p>Lineamientos para el manejo de los diferentes tipos de residuos peligrosos</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de residuo</th> <th>Manejo</th> <th>Disposición final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Thiner Pinturas y esmaltes</td> <td rowspan="2">Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.</td> <td rowspan="2">Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.</td> </tr> <tr> <td>Estopas impregnadas con residuos</td> </tr> <tr> <td>Aceite industrial</td> <td>El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.</td> <td>Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de residuo	Manejo	Disposición final	Thiner Pinturas y esmaltes	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.	Estopas impregnadas con residuos	Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.
Tipo de residuo	Manejo	Disposición final										
Thiner Pinturas y esmaltes	Los envases de los residuos peligrosos deberán almacenarse en contenedores plásticos dentro de un gabinete de concreto cerrado y separado de las áreas vulnerables dentro de las embarcaciones o en el área de maniobras.	Serán depositados en bolsas separadas y entregadas a una compañía externa autorizada para su manejo y disposición final.										
Estopas impregnadas con residuos												
Aceite industrial	El aceite industrial utilizado se depositará en un recipiente metálico o plástico de alta densidad de tamaño adecuado para el área o embarcación en la que será colocado.	Será entregado a una compañía externa con autorización para su manejo y disposición final.										

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas					
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto			
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: middle;">Pilas alcalinas</td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: middle;">Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.</td> <td style="width: 33%; text-align: center; vertical-align: middle;">Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final</td> </tr> </table> <p>Se realizará un registro sistemático en bitácora, para cada entrada y salida del almacén de los residuos peligrosos, durante el periodo comprendido de enero a diciembre de cada año. Tal como lo prevé la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (Artículo 47) y su Reglamento (Artículo 71). Las bitácoras se conservarán al menos cinco años (Artículo 75) y contendrán la siguiente información:</p> <p>a) Nombre del residuo. b) Características de peligrosidad. c) Área o proceso donde se generó. d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos. e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia señalada en el inciso anterior.</p> <p>f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos. g) Nombre del responsable de la bitácora.</p> <p>Los residuos peligrosos y de manejo especial generados que serán acopiados temporalmente, serán recolectados y trasladados periódicamente al lugar de disposición final por una empresa autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la cual deberá de atender lo establecido en el Artículo 85 del Reglamento de la LGPGIR.</p> <p>Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Vigilancia Ambiental, dando cumplimiento al presente criterio.</p>	Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final
Pilas alcalinas	Se colocarán en contenedores especiales para tal efecto en las embarcaciones y en el área de maniobras.	Se entregarán a una empresa autorizada en su manejo y disposición final			
CU-15	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 este requerimiento, se indica que el Proyecto considera la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos cuyas acciones se definen en el Capítulo 7 de este DTU-BR. Este programa dará estricto cumplimiento a lo establecido en la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo y demás legislación aplicable.			
CU-16	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	Su vinculación se presenta en el punto "Criterio CG-24", presentado previo a esta Tabla 3.8.			

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	
CU-17	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.	Dentro del proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	El proyecto se encuentra dentro un centro de población, inmerso dentro de diversos instrumentos de planeación y desarrollo urbano, por lo que se pretende incorporar al desarrollo de la zona. Sin embargo, mientras el Proyecto no sea autorizado, el predio seguirá conservando su cobertura vegetal natural.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	El proyecto cumple con este criterio al apearse fielmente a lo establecido en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano aplicable, en este caso, el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	En el polígono de pretendida ubicación del proyecto, no existen cenotes ni cuevas, por lo que este criterio no es aplicable.
CU-21	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 proyecto no pretende el aprovechamiento de cuerpos de aguas continentales, ni ninguna otra formación cárstica, por lo que este criterio no le es aplicable.
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.
	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,	El Proyecto se conectará a la red interna del macroproyecto Ciudad Mayakoba para la descarga de las aguas residuales. Esta red interna entrega las aguas residuales captadas al sistema operador CAPA, y de ahí, bajo la responsabilidad de dicho

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CU-23	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.	operador se envía a la planta de tratamiento de aguas residuales.
CU-24	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, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	La promovente contempla la conservación de la vegetación arbórea, incluyendo palmas, en las áreas de aprovechamiento que coincidan con camellones o jardineras mediante el Subprograma de Ajudinado y conservación de flora del Programa de Manejo Integral para dar cumplimiento a este criterio
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.	El proyecto se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal"), los cuales se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3 y que en conjunto los lotes suman una superficie total de 11.19 ha. Asimismo y de acuerdo con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal") y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano "El Jesusito" (PPDU-J), cuentan con uso de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39, por ello el proyecto Village Etapa II, considera el aprovechamiento de una superficie de 8.000850 de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m ² (2.04) del Lote 38 y de 42,254.19 m ² (4.22 ha) del Lote 39. Asimismo, se contempla una superficie total de 31,913.46 m ² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m ² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m ² (2.900977 ha) en el Lote 39. Por ello si bien, el proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018, SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 y SGPA/DGIRA/DG-01896-22 de fecha 28 de marzo de 2022 del proyecto Ciudad Mayakoba. De esta forma, el presente proyecto cumple con lo establecido en este criterio ya que no rebasa las superficies de aprovechamiento asignadas en el ordenamiento específico aplicable y da cumplimiento a los coeficientes de uso (CUS) y de ocupación del suelo (COS).
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	No se hará ningún aprovechamiento o uso de especies ni partes de individuos de flora ni fauna silvestre nativas. De igual manera no se contempla la compra de especies vegetales para la reforestación de las áreas, pero en caso de requerirse se verificará que estos provengan de lugares autorizados

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CU-27	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.	La promovente dará cabal cumplimiento a este criterio mediante el Programa de Manejo Integral de Flora, en el que se procurará mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro de 1.30 m.
CU-28	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.	La autoridad revisora debe de tener en consideración que la realización del proyecto no tiene planeado dentro del predio realizar instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares.
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	La promovente manifiesta en términos similares a los señalados en el criterio inmediato anterior que el proyecto no tiene contemplado instalar dentro del predio donde se realizará el proyecto plantas de premezclado, dosificadoras o similares. Motivos por los cuales el presente criterio no es aplicable.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	La promovente para estar en condiciones de dar cumplimiento al presente criterio, instalará una malla en el perímetro de las áreas de aprovechamiento que reducirá la emisión de polvos y partículas hacia el exterior de las áreas de trabajo, así como el impacto visual de las obras en construcción.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	La promovente manifiesta que durante todas las etapas de construcción relacionadas con el proyecto y para las cuales se requiera el transporte de materiales del sitio donde serán entregados hasta el predio donde serán descargados estos serán humedecidos y cubiertos con una lona lo suficientemente amplia para evitar que los materiales transportados sean dispersados durante el trayecto correspondiente. Las mismas medidas se aplicarán en los puntos de acopio de materiales pétreos dentro de las áreas de aprovechamiento del proyecto.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Este criterio no aplica. En el Proyecto no se distribuye vegetación de tipo manglar, el más próximo se encuentra aproximadamente a un Kilómetro al este del pretendido SAR del proyecto.
CU-33	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 se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se	La promovente manifiesta que durante el tiempo que duren las diversas etapas del proyecto se prevé la generación de residuos peligrosos como thinner, pinturas, esmalte, y estopas impregnadas con estas sustancias, así mismo se generarán residuos de aceite industrial utilizado en el área de mantenimiento de equipo, diésel, gasolinas, estopas impregnadas con estos materiales peligrosos que serán almacenados en contenedores que se ubicaran en un almacén temporal de residuos peligroso que se encontrará aislado del entorno. Como parte del SMGA se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos durante todas las etapas de desarrollo del Proyecto, cuyas

Criterios de Regulación Ecológica de Aplicación para las Áreas Urbanas		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
	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.	acciones se describen en el Capítulo 7 de este DTU-BR.

Tabla 3.10. Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica de carácter específico del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-23	Se permite el uso urbano con una densidad bruta de hasta 40 viviendas por hectárea, de conformidad con la normatividad aplicable en la materia.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el Proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018, SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 y SGPA/DGIRA/DG-01896-22 de fecha 28 de marzo de 2022 del proyecto Ciudad Mayakoba. VER APARTADO 3.7 PALES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO.
CE-24	La incorporación como nuevas áreas urbanas a los centros de población estará sujeta a la elaboración de los instrumentos de planeación urbana establecidos en la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito, apegándose a los parámetros autorizados en materia de impacto ambiental mediante los oficios resolutivos SGPA/DGIRA/DG/03246 de fecha 12 de mayo de 2016, SGPA/DGIRA/DG/09500 de fecha 07 de diciembre de 2018, SGPA/DGIRA/DG/04903 de fecha 15 de octubre de 2020 y SGPA/DGIRA/DG-01896-22 de fecha 28 de marzo de 2022 del proyecto Ciudad Mayakoba.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-26	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 40 % 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.	Como se establece en el Artículo 20 BIS 4 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, los programas de ordenamiento local regulan los usos de suelo fuera de los centros de población. Debido a que el proyecto se encuentra inmerso en el macroproyecto Ciudad Mayakoba, este atenderá los parámetros establecidos en los instrumentos de desarrollo urbano aplicables, respetando los parámetros definidos por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.	No se unificarán superficies de aprovechamiento entre UGA, debido a que el proyecto únicamente se ubica dentro de la UGA 14.
CE-52	Se deberán establecer letrinas secas composteras o fosas sépticas prefabricadas para la disposición y tratamiento primario y secundario de las aguas residuales. El efluente de la fosa séptica deberá cumplir lo establecido en la normatividad vigente, la disposición final del efluente se podrá realizar mediante humedales artificiales que sean impermeables y no permitan la infiltración al suelo y subsuelo.	El proyecto no contempla utilizar los elementos descritos en este criterio, por lo que este no aplica.
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.	El Proyecto tiene previsto que la descarga de aguas residuales que será generada por las obras se realizará mediante la captación de las mismas llevándose por redes de tuberías que conducirá las aguas a la red general de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado a través de cárcamos o depósitos de bombeo; la red de drenaje será totalmente subterránea bajo los viales principales del desarrollo.
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.	Dentro de los estudios al proyecto no se identificaron cenotes o accesos a cuevas, sin embargo, previo a la etapa de construcción, se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, además de que se dará aviso a la autoridad pertinente.

Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico		
Criterio	Descripción del criterio	Vinculación del proyecto
CE-86	<p>Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas.</p> <p>La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.</p>	<p>La promovente para dar cumplimiento al criterio que nos ocupa manifiesta que solo se tiene contemplado ocupar para su aprovechamiento las superficies máximas permitidas. Sin embargo, ya que conservará en pie la vegetación natural en las áreas destinadas a jardineras y áreas verdes, mediante el Subprograma de ajardinado y conservación de flora, en caso de que algunas de estas presenten vegetación escasa o secundaria, ésta será enriquecida con especies nativas de porte arbóreo. Las especies seleccionadas y su método de trasplante y cuidados estarán acorde a lo establecido en la propuesta de Programa de Manejo Integral de Flora en el capítulo 7 del presente DTU-BR.</p>
CE-95	<p>En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.</p>	<p>El Proyecto implementará todas las medidas aplicables establecidas en el Programa de Manejo Integral de Flora, el cual incluye el control de especies nocivas y/o exóticas en caso de que fueran detectadas dentro del proyecto.</p>
CE-100	<p>Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</p>	<p>Dentro del proyecto no se identifican las formaciones descritas en este criterio, sin embargo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del proyecto con el fin de respetar la franja perimetral descrita en este criterio con el fin cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente.</p>
CE-116	<p>La superficie máxima de aprovechamiento para el uso urbano no podrá exceder de los límites establecidos en la ley de fraccionamientos del estado de Quintana Roo, en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido.</p> <p>La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</p>	<p>Se respetarán las superficies máximas de aprovechamiento contemplando lo establecido en el artículo 23 de la Ley de Acciones Urbanísticas del Estado de Quintana Roo.</p>

De la vinculación legal con el POEL-S que se presenta, se manifiesta que las actividades propuestas en el proyecto son compatibles con la vocación del suelo que se les otorga en este instrumento, declaración que ha sido previamente confirmada mediante la autorización número No. SGPA/DGIRA/DG/04219 que realizó la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales a la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional del proyecto Ciudad Mayakoba, mismo que da origen al proyecto que hoy nos ocupa, ya que las actividades a desarrollarse, y que aquí se acredita su viabilidad ambiental y jurídica, se encontraban planeadas en el proyecto original.

3.7. Planes y Programas de Desarrollo Urbano

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios, las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación a lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias leyes de planeación; se puede afirmar que el proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra en este capítulo.

De conformidad con lo anterior, se presenta a continuación la vinculación del proyecto con los planes y programas de desarrollo vigentes y en ejecución, de la nación, el estado de Quintana Roo y del municipio de Solidaridad, esto con el propósito de demostrar la compatibilidad de las obras y actividades que se proponen con estos instrumentos, y específicamente respecto a los temas relacionados con el medio ambiente, el desarrollo de la entidad y del turismo como actividad productiva.

3.7.1. Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 es el instrumento rector de la actividad de todas las dependencias y direcciones que conforman el H. Ayuntamiento de Solidaridad. Se construye con base en las necesidades ciudadanas e identifica diversos ejes de gobierno fundamentales que son: Solidaridad humano e incluyente, desarrollo económico ordenado y sostenible, bienestar con esperanza, gobierno seguro y combate a la corrupción,

Siendo el eje fundamental que justifica la viabilidad del Proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo el de “desarrollo económico ordenado y sostenible”, el cual gira alrededor de una propuesta de desarrollo integral de infraestructura que fortalezca la economía local, mediante la mejora de la imagen urbana, los servicios y la oferta turística. El eje se centra en la diversificación de la oferta turística, el fomento al trabajo decente e inclusivo y la producción sostenible, la capacidad de resiliencia y la armonía con el medio ambiente.

Uno de los objetivos estratégico para el programa sectorial “*Solidaridad Resiliente*”, que formar parte del eje “*desarrollo económico ordenado y sostenible*”, se centra en proteger y promover el uso sostenible de los recursos naturales adoptando medidas para el combate al cambio climático y la resiliencia, en armonía con el medio ambiente. Para lograr este objetivo se establecen líneas de acción de las cuales se han identificado que son viables al proyecto las siguientes:

- Fomentar y fortalecer la implementación de programas y acciones que promuevan la separación y manejo de residuos sólidos, así como su reutilización y reciclaje.
- Reforestar diversos puntos del municipio de Solidaridad.
- Promover la educación ambiental no formal para la sostenibilidad.
- Implementar acciones en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

El Proyecto es compatible y coherente con el objetivo estratégico propuesto por el instrumento analizado, ya que contribuye a los planteamientos de la planeación municipal 2018-2021 en materia ambiental, así como al fortalecimiento del desarrollo económico ordenado y sostenible mediante la atracción de la inversión al municipio, por el desarrollo del proyecto en comento, sin ocasionar impactos ambientales significativos.

3.7.2. Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito

Los planes y programas de desarrollo funcionan como herramientas de participación ciudadana, donde por disposición constitucional deben recopilarse a través de diferentes medios las demandas y aspiraciones de los diversos sectores sociales y por otra parte también sirven como guía de mandato para los gobiernos del ámbito federal, estatal y local, toda vez que constituyen las directrices que encauzarán las acciones de los gobernantes durante su periodo de gobierno.

En relación con lo anterior, los planes y programas de planeación, si bien representan acciones de índole programática o planeación para la autoridad competente, es decir, para los gobiernos de los tres órdenes, conforme a lo establecido en las propias Leyes de Planeación, se puede afirmar que el Proyecto es congruente con los planes y programas de desarrollo que le aplican, tal y como se demuestra a continuación.

Al respecto, por la ubicación del proyecto “Ciudad Mayakoba” (antes denominado como “El Ximbal”), el instrumento urbano que regula los usos de suelo e intensidades de uso, así como las densidades es el **Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito (PPDU-J)**, el cual se realizó en congruencia con lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, así como con los instrumentos de planeación urbana del Municipio publicados en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 20 de diciembre de 2010, los cuales son el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad del Estado de Quintana Roo y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen.

El Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito fue publicado en el Periódico Oficial (PO) del estado de Quintana Roo el 29 de marzo del 2013, posteriormente fue modificado respetando los parámetros urbanos y densidad de los lotes que fueron previamente establecidos, esta modificación fue publicada en el PO del estado de Quintana Roo el 10 de marzo de 2016.

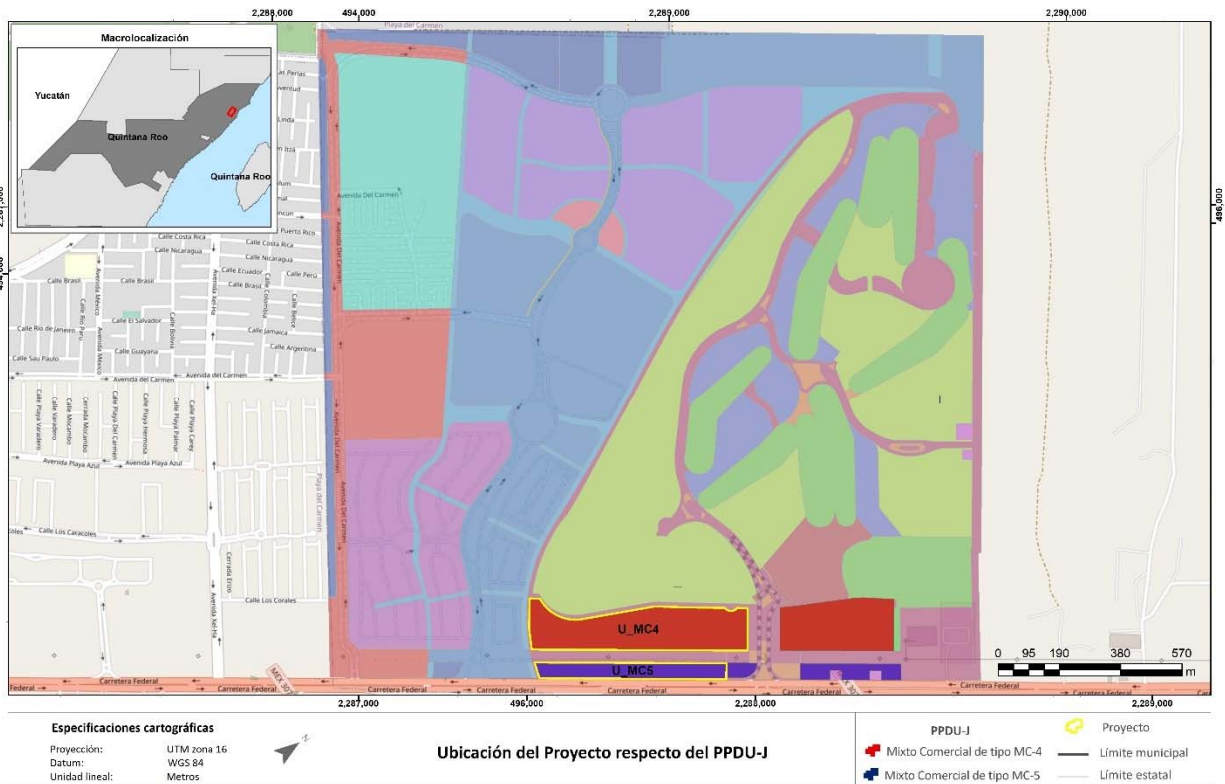
En sus considerandos hace referencia a que el área de aplicación abarca una superficie de 409.25 ha. Dentro de esta superficie, se distribuyen 6 lotes para donación al municipio, 5 lotes para servicios, 41 macrolotes de usos diversos (habitacional plurifamiliar, habitacional unifamiliar, mixto y comercial), un campo de golf de 18 hoyos con dos lotes, uno para la casa club y otro para las instalaciones de mantenimiento del mismo campo, así como vialidades y áreas verdes.

El porcentaje total de aprovechamiento establecido para el proyecto de Ciudad Mayakoba en este PPDU-J fue del 68.17%, por lo que el 31.83% de la superficie del predio se destinó a su conservación. En tanto que la densidad máxima establecida fue de 17,329 viviendas totales.

Una vez expuesto lo anterior, se hace del conocimiento de la H. Autoridad que el proyecto “Village Etapa II” que se somete a evaluación de impacto ambiental mediante el presente DTU-BR **se inserta en el Lote 38 y Lote 39 del proyecto autorizado en materia de impacto ambiental denominado “Ciudad Mayakoba”** o el “Predio el Jesusito ubicado en el kilómetro 299 de la carretera federal 307 Reforma Agraria – Puerto Juárez, Boulevard Playa del Carmen, sin número, Lote 001-1 y Lote 001-3, manzana 002, de acuerdo con las escrituras públicas 14,903 y 25,948. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano el “Jesusito”, el uso de suelo aplicable para

el Lote 38 y Lote 39 corresponde al mixto comercial de tipo MC-4 para el lote 39 y MC-5 para el Lote 38 (Figura 3.6.).

Figura 3. 6. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesucito.



Los parámetros urbanísticos aplicables al proyecto Lote 39 con uso de suelo Mixto Comercial (MC-4) son:

- Densidad total de 353 viviendas totales.
- Coeficiente de ocupación del suelo (COS) no mayor a 50% para la edificación de vivienda.
- Coeficiente de utilización del suelo (CUS) no superior al 1.80.
- Coeficiente de modificación del suelo (CMS) no mayor al 65% del terreno.
- Altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de seis niveles o 24 metros. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbre de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.
- Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 1 cajón.
- Las restricciones de este lote son: Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 3.00 m.

Los parámetros urbanísticos aplicables al proyecto Lote 38 con uso de suelo Mixto Comercial (MC-5) son:

- Densidad total de 38 viviendas totales.
- Coeficiente de ocupación del suelo (COS) no mayor a 70% para la edificación de vivienda.
- Coeficiente de utilización del suelo (CUS) no superior al 2.10.
- Coeficiente de modificación del suelo (CMS) no mayor al 90% del terreno.
- Altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de cinco niveles o 20 metros. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.
- Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 1 cajón.
- Las restricciones de este lote son: Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 3.00 m.

A continuación, en la siguiente tabla se analiza como el proyecto cumple con los parámetros urbanos establecidos en la zonificación SSNR15 en la cual se encuentra el proyecto.

Tabla 3. 11. Vinculación de los Parámetros urbanos que le aplica al proyecto.

LOTE 39		
PARAMETRO	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Densidad	353 viviendas totales.	Se cumple 314 Viviendas Al respecto, cabe mencionar que dichas viviendas se integraran en el Edificio B, Edificio C y Edificio D se integran por 34 torres, en los que se distribuirán las 314 viviendas. Las torres contarán con seis (6) niveles. Por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento con la densidad bajo el amparo de PPDU-J, acogiéndonos a lo establecido en el parámetro de densidad.
Coeficiente de ocupación del suelo (COS)	50 % El lote 39 del proyecto tiene una superficie de 82,885.07 m ² , por lo tanto, el COS máximo a utilizar es 41,442.535 m ² , de acuerdo al siguiente calculo: 82,885.07 m ² X 50 %= x 41,442.535 m ²	Se cumple 41,442.535 m² El proyecto plantea la construcción de una superficie de 41,442.535 m ² , lo que representa el 50% de la superficie del lote 39, por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento al COS.
Coeficiente de utilización del suelo (CUS)	1.8 El predio del proyecto tiene 82,885.07 m ² , por lo tanto, el CUS máximo a utilizar es 149,193.126 m ² , de acuerdo al siguiente calculo	Se cumple 1.8 El proyecto tendrá un CUS de 149,193.126 m ² lo que representa el 1.8 del parámetro de CUS por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento a dicho parámetro.

LOTE 39		
PARAMETRO	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	82,885.07 m ² X 1.8= 149,193.126 m ²	
Coficiente de modificación de suelo (CMS)	No mayor al 65% del terreno. El predio del proyecto tiene 82,885.07 m ² , por lo tanto, el CMS máximo a utilizar es 53,875 m ² , de acuerdo al siguiente calculo 82,885.07 m ² X 50%= 53,875.2955 m ²	Se cumple 65% El proyecto tendrá un CMS de 53,875.2955 m ² lo que representa el 65% del parámetro de CMS por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento a dicho parámetro.
Altura máxima	Altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de seis niveles o 24 metros . Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.	Se cumple 6 niveles
Estacionamientos	Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 1 cajón.	Se cumple 1 estacionamiento por vivienda
Restricciones frontal y lateral	Las restricciones de este lote son: Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 3.00 m.	Se cumple

LOTE 38		
PARAMETRO	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Densidad	38 viviendas totales.	Se cumple 0 Viviendas Al respecto, cabe mencionar que las viviendas se integraran en el lote 39. Por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento con la densidad bajo el amparo de PPDU-J, acogiéndonos a lo establecido en el parámetro de densidad.
Coficiente de ocupación del suelo (COS)	70 % El lote 38 del proyecto tiene una superficie de 29,036.9 m ² , por lo tanto el COS	Se cumple 62.22% 18,066.99 m² El proyecto plantea la construcción de una superficie de 18,066.99 m ² , lo que representa el 62.22 % de la

LOTE 38		
PARAMETRO	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	máximo a utilizar es 20,325.83 m ² , de acuerdo al siguiente calculo: 29,036.9 m ² X 70 %= x 20,325.83 m ²	superficie del lote 38, menos que lo establecido en el parámetro, por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento al COS.
Coficiente de utilización del suelo (CUS)	2.10 El predio del proyecto tiene 29,036.9 m ² , por lo tanto, el CUS máximo a utilizar es 60,977.49 m ² , de acuerdo al siguiente calculo 29,036.9 m ² X 2.1= 60,977.49 m ²	Se cumple 2.10 El proyecto tendrá un CUS de 60,977.49 m ² lo que representa el 2.1 del parámetro de CUS por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento a dicho parámetro.
Coficiente de modificación del suelo (CMS)	No mayor al 90% del terreno. El predio del proyecto tiene una superficie de 29,036.9m ² , por lo tanto, el CMS máximo a utilizar es 26,133.21 m ² , de acuerdo al siguiente calculo 29,036.9 m ² X 90%= 26,133.21 m ²	Se cumple 90% El proyecto tendrá un CMS de 26,133.21 m ² lo que representa el 90% del parámetro de CMS por lo anterior, el proyecto da cabal cumplimiento a dicho parámetro.
Altura máxima	Altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo, no debiendo exceder de cinco niveles o 20 metros. Para determinar la altura, esta se considera a partir del nivel establecido de la vía pública referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de la cumbrera de techos inclinados o del pretil de azotea en techos planos.	Se cumple
Estacionamientos	Número mínimo de cajones de estacionamiento por vivienda igual a 1 cajón.	Se cumple 1 estacionamiento por vivienda
Restricciones frontal y lateral	Las restricciones de este lote son: Frontal 6.00 m, lateral 1.50 m de ambos lados y posterior 3.00 m.	Se cumple

Del análisis antes realizado se tiene que el proyecto da cumplimiento a lo establecido el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”.

El proyecto a desarrollarse en el Lote 38 y Lote 39 pretende la construcción de hasta 314 viviendas. Al respecto, las obras que pretenden realizarse en los lotes previamente mencionados se distribuyen como se muestra en la Figura 3.11. y cumplen con los usos permitidos. Las restricciones aplicables a los lotes serán respetadas cabalmente.

Tabla 3. 12. Obras propuestas para el Proyecto.

LOTE	OBRA	SUPERFICIE (M2)
38	Camino interior	2,163
	Área verde	1,695
	Andadores	1,028
	Edificación	15,512
TOTAL		20,399
LOTE	OBRA	SUPERFICIE (M2)
39	Camino interior	4,919
	Andadores	2,560
	Edificación	31,832
	Alberca	470
	Área verde	2,473
TOTAL		42,254
TOTAL 38 Y 39		62,653

De acuerdo con lo anterior, los parámetros urbanos aplicables al proyecto de acuerdo con el PPDU-J, así como los parámetros del proyecto propuesto se desglosan presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. 13. Parámetros urbanos aplicables al Proyecto.

LOTE 39										
Parámetros urbanos aplicables al Lote 15 de acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y el Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación..., publicado en el PO el 22 de junio de 2020.										
Clave	Lote	Superficie total	Total de viviendas	Superficie de aprovechamiento: CMS		COS		CUS		Altura máxima (niveles)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-4	39 A	11,749.63	39	65	7,637.26	50	5,874.82	1.8	21,149.33	
	39 B	71,135.44	353	65	46,238.04	50	35,567.72	1.8	128,043.79	
Parámetros del Proyecto propuesto										
Clave	Lote	Superficie total (ha)	Total de viviendas	CMS		COS		CUS		Altura máxima (m)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-4	39 A	11,749.63	0	65	7,637.25	50	5,874.82	1.8	21,149.32	

	39 B	71,135.44	314	65	46,238.04	50	35,567.3 2	1.8	128,043.7 9	
LOTE 38										
Parámetros urbanos aplicables al Lote 15 de acuerdo con el Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito y el Acuerdo mediante el cual se aprueba autorizar la Conformación del Polígono de Actuación..., publicado en el PO el 22 de junio de 2020.										
Clave	Lote	Superficie total	Total de viviendas	Superficie de aprovechamiento: CMS		COS		CUS		Altura máxima (niveles)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-5	38 A	3,226.91	10	90	2,904.22	70	2,258.84	2.1	6,776.51	
	38 B	25,809.99	87	90	23,228.99	70	18,066.9 9	2.1	54,200.98	
Parámetros del Proyecto propuesto										
Clave	Lote	Superficie total (ha)	Total de viviendas	CMS		COS		CUS		Altura máxima (m)
				%	ha	%	ha	Factor	ha	
MC-5	38 A	3,226.91	0	90	2,904.22	70	2,258.84	2.1	6,776.51	
	38 B	25,809.99	0	90	23,228.99	70	18,066.9 9	2.1	54,200.98	

* Cabe la posibilidad de que las sumatorias finales presenten diferencias en decimales, lo anterior debido al uso de programas computacionales para el redondeo de metros cuadrados a hectáreas.

Es importante mencionar que, el proyecto cumplirá con las restricciones establecidas en los instrumentos en comento, tal y como se puede observar en el Capítulo 2 del presente documento DTU-BR.

Asimismo, con base en la tabla de compatibilidad de usos del PPDU-J, se establece que el uso de suelo del Proyecto (MC-4 y MC5) tiene como uso predominante el Comercio y Servicios de tipo Vecinal, Barrial, Subcentral, Central. Asimismo, es compatible con los usos habitacionales unifamiliares y plurifamiliares (vertical y horizontal), turístico hotelero densidad baja, turístico hotelero densidad media, educación, cultura, salud, recreación, deporte y espacios verdes y abiertos. Cabe aclarar que el uso restringido se considera como no permitido. Por otra parte, el Programa Parcial en comento señala en su Tabla 78, la clasificación de usos y destinos, lo cual se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 3. 14. Clasificación de usos y destinos conforme al Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.

Clasificación de usos y destinos		
Géneros	Usos	Actividades o giros
ALOJAMIENTO	Turístico hotelero densidad baja	Albergues o posadas.
		Cabañas
		Campamentos
		Condominios hoteleros
		Hoteles
		Hoteles Boutique
		Hoteles Clínica de rehabilitación
		Hoteles Deportivos
		Hoteles Galería
		Hoteles Museo
		Hoteles SPA
		Mesones
		Moteles
		Mutualidades y fraternidades
Tráiler park		

Clasificación de usos y destinos		
Géneros	Usos	Actividades o giros
	Turístico hotelero densidad media	Villas hoteleras
		Albergues o posadas.
		Condominios hoteleros
		Hoteles
		Hoteles Boutique
		Hoteles Deportivos
		Hoteles Galería
		Hoteles Museo
		Hoteles SPA
		Mesones
		Moteles
		Villas hoteleras
		HABITACIONAL
Casa estudio		
Villa		
Condominio habitacional		
Plurifamiliar horizontal densidad baja	Condominio habitacional	
	Departamentos	
Plurifamiliar vertical densidad baja	Casa habitación	
	Casa estudio	
Unifamiliar densidad media	Villa	
	Condominio habitacional	
	Condominio habitacional	
Plurifamiliar horizontal densidad media	Condominio habitacional	
	Departamentos	
Plurifamiliar vertical densidad media	Casa habitación	
	Casa estudio	
Unifamiliar densidad alta	Condominio habitacional	
	Condominio habitacional	
Plurifamiliar horizontal densidad alta	Condominio habitacional	
	Departamentos	
Plurifamiliar vertical densidad alta	Condominio habitacional	
	Departamentos	
COMERCIAL	Vecinal intensidad	Abarrotes y misceláneas.
		Aguas frescas, jugos, licuados y paletas.
		Artesanías.
		Bazares y antigüedades.
		Boutiques.
		Cafeterías.
		Cafés con lectura e Internet.
		Cenadurías.
		Cocina económica.
		Expendios de legumbres.
		Expendios de libros y revistas.
		Expendios de pan.
		Expendios de tortillas.
		Farmacias.
		Galerías de arte.
		Legumbres.
		Restaurante o fonda sin venta de licor.
		Taquería
		Barrial intensidad

Clasificación de usos y destinos		
Géneros	Usos	Actividades o giros
COMERCIAL		Venta de:
		Artículos de limpieza.
		Artículos deportivos.
		Artículos domésticos de hojalata.
		Artículos fotográficos.
		Autoservicio y/o tienda de conveniencia.
		Bicicletas.
		Blancos.
		Bonetería.
		Botanas y frituras.
		Calzado.
		Carnicería.
		Centro de copiado.
		Cerámica
		Dulcería.
		Expendios de agua, billetes de lotería y sorteos varios.
		Expendio de cerveza.
		Ferretería, tlapalería y material eléctrico.
		Florerías y artículos de jardinería.
		Hielo.
		Juguetería.
		Lencería.
		Licorería (en botella cerrada).
		Línea blanca y aparatos eléctricos.
		Marcos.
		Mariscos.
		Mercería.
		Mueblerías.
		Neverías.
		Ópticas.
		Panadería.
		Papelería, librería y artículos escolares.
		Perfumería.
		Pescadería.
		Pinturas.
		Productos naturistas.
		Productos cosméticos.
		Refacciones y accesorios para autos.
		Regalos.
		Renta de video juegos y videos.
		Renta de bicicletas.
		Restaurantes y bares.
		Ropa.
		Rosticería y pollerías.
		Tabaquería.
		Semillas y cereales.
		Vidrios y espejos.
		Viveros.
		Video juegos.
	Subcentral intensidad	Se incluyen los giros del comercio vecinal y barrial más los siguientes:
		Venta de:
		Accesorios de seguridad industrial y doméstica.
		Accesorios, refacciones y equipos
		Acuarios.
		Agencia de autos.

De la Tabla 3.13. en consideración, se puede apreciar que el proyecto tiene como usos predominantes el Mixto Comercial. Como consecuencia de lo anterior, es factible aprovechar el predio del proyecto tanto para los usos antes presentados, así como para los usos habitacionales de acuerdo con su compatibilidad, los cuales son:

- Edificios (torres)
- Andadores
- Vialidades
- Caseta y bodega
- Albercas
- Palapas
- Áreas verdes
- Áreas de conservación

Debido a la naturaleza del proyecto, se manifiesta que es completamente congruente con los usos que se otorgan en el PPDU-J, siendo congruente con los parámetros urbanos referentes a COS, CUS, CMS, densidades y superficies de aprovechamiento y conservación, previendo utilizar los Lotes 38 y 38 para el desarrollo de 314 viviendas plurifamiliar y construcción de lotes comerciales, junto con obras accesorias a estos conceptos, debidamente descrito en el Capítulo 2 del presente DTU-BR.

Aunado a lo anterior, el proyecto tiene considerada la construcción de cajones de estacionamiento, en una proporción igual a 1 por vivienda.

De esta forma, se concluye que el Proyecto cumple con lo establecido en el PPDU-J vigente, en consideración de no rebasar las superficies de aprovechamiento establecidas pertenecientes a los usos de suelo MC-4 y MC-5. Asimismo, obedece el uso de suelo asignado a este, siendo completamente congruente en este sentido.

3.8. Regiones y sitios prioritarios de la comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad

Con el objetivo de brindar herramientas sobre las prioridades de conservación de nuestro patrimonio natural que contribuyan con conocimiento para orientar y fortalecer la protección in situ y el manejo sustentable de los hábitats y especies más vulnerables de nuestro país, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha realizado varios análisis que han contado con una amplia participación de especialistas de diversas instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil y dependencias gubernamentales de los tres niveles de gobierno. Estos análisis han evaluado los sistemas de áreas protegidas nacionales y regionales, sobre diversos aspectos como su representatividad y complementariedad, los patrones de distribución de la biota y la conectividad ecológica, entre otros, y son útiles en la planeación de estrategias de manejo y conservación y para brindar acceso a información sintetizada a los usuarios interesados.

Los primeros esfuerzos se iniciaron hace más de dos décadas al identificar las regiones prioritarias de México y las áreas de importancia para la conservación de las aves. Posteriormente, para dar cumplimiento al Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas de 2004 del Convenio sobre la Diversidad Biológica, la CONABIO en acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y con más de 260 colaboradores, coordinó los análisis de vacíos y omisiones en conservación del sistema de áreas protegidas con el enfoque de la planeación sistemática de la conservación. En conjunto, se incluyeron más de 3,500 coberturas de datos biológicos para determinar las prioridades con mayor detalle, además de incorporar los principales factores de presión y amenaza que comprometen la conservación de la diversidad biológica en el largo plazo.

Los sitios de atención prioritaria surgen como una propuesta de integración de los análisis de vacíos y omisiones de ambientes terrestres, acuáticos epicontinentales (“de agua dulce”) y costeros, para distinguir entre los espacios naturales que cuentan con la mayor diversidad biológica y en mejor estado de conservación de los que requieren de esfuerzos para su recuperación; estos sitios son complementarios (CONABIO, 2021, recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion>).

Por su ubicación, el proyecto se encuentra aledaño o inmerso en algunas regiones y sitios prioritarios, tal y como se puede observar en las figuras que se insertan más adelante, por lo cual se presenta la vinculación del proyecto “Village Etapa II” con los mismos, no obstante, es necesario indicar que el desarrollo del proyecto no perjudicará las condiciones de estas zonas, además de que no existen instrumentos normativos que restrinjan actividades en las diversas regiones prioritarias indicadas por la CONABIO, por lo que no existe impedimento legal para el desarrollo de proyectos. No obstante, la designación de un área como sitio o región prioritaria debe considerarse como un compromiso intrínseco de conservación, de tal forma que cualquier desarrollo en éstas deberá contemplar medidas adicionales que reduzcan el impacto directo o indirecto a la biodiversidad.

3.8.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias

La CONABIO formuló el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

El Proyecto se ubica dentro de la RHP 105 Corredor Cancún – Tulum.

Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 15. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Hidrológica Prioritaria 105 Corredor Cancún - Tulum.

Problemática	Proyecto
Modificación del entorno: Perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.	Si bien el Proyecto considera la modificación del entorno, se llevarán a cabo acciones de mitigación que contribuyan a disminuir las afectaciones al Sistema Ambiental Regional, así como a la RHP. Dentro de estas acciones se presenta la propuesta del Subprograma Conservación de Especies, que entre otras medidas,

Problemática	Proyecto
	<p>contempla el rescate de las especies prioritarias y de las catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, identificadas en las áreas sujetas a remoción de vegetación; el establecimiento de áreas de conservación al interior del Proyecto y su reforestación, además de que las aguas residuales generadas por el Proyecto serán dirigidas a la red de drenaje municipal de CAPA, y se establecerán áreas ajardinadas con especies de la región a fin de favorecer la conservación de las mismas. Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no representa una obra de ingeniería de gran impacto y, aunado a lo anterior, no se talarán especies de manglar, ni se realizará el relleno de áreas inundables ni se generarán canales.</p>
<p>Contaminación: Aguas residuales y desechos sólidos.</p>	<p>Con relación al Proyecto en comento se prevé el cumplimiento cabal de las normas oficiales mexicanas en materia de agua y desechos sólidos. Las aguas residuales generadas por el Proyecto serán enviadas a la red de drenaje municipal de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), llevándose bajo diseño de gravedad las aguas residuales. Respecto a los residuos sólidos, el Proyecto considera un Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual establece las acciones que se deberán seguir para el correcto almacenamiento, manejo y disposición final de los residuos sólidos urbanos que se generen. De este modo se aclara que el proyecto no contribuirá a la contaminación en la RHP debido a que realizará un adecuado manejo de sus aguas residuales generadas y de sus residuos sólidos.</p>
<p>Uso de recursos: Pesca ilegal en la laguna de Chacmuc y plantaciones de coco (<i>Cocos nucifera</i>).</p>	<p>Se cumple, ya que el Proyecto, bajo ningún motivo realizará actividades de pesca ni considera la plantación de coco (<i>Cocos nucifera</i>).</p>

Con base en lo anterior, se destaca que el Proyecto no aumentará los problemas existentes en esta RHP, ya que considera la aplicación de medidas de mitigación y prevención para mantener las condiciones ambientales que prevalecen en la zona. Con la debida observación y cumplimiento de lo que las normas oficiales mexicanas establecen en materia de agua, así como las leyes que en la materia aplican, no existe contravención alguna entre el proyecto y lo que se considera para la RHP en la que se ubica.

3.8.2. Regiones Terrestres Prioritarias

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la ubicación del proyecto, éste no se ubica dentro de ninguna RTP por lo que no será necesaria su vinculación con esta RTP.

3.8.3. Regiones Marinas Prioritarias

La CONABIO instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMP), en el cual se llevó a cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.).

Parte del Proyecto se ubica dentro de la RMP 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.

Las problemáticas señaladas para esta Región son las siguientes:

Tabla 3. 16. Vinculación del Proyecto con la problemática identificada para la Región Marina Prioritaria 63 Punta Maroma – Punta Nizuc.

Problemática	Proyecto
Modificación del entorno: Tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.	No se realizará tala de manglar, relleno de áreas inundables, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales o remoción de pastos marinos. Tampoco se prevé la utilización de embarcaciones pesqueras ni turísticas en el Proyecto.
Contaminación: Por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.	El PVA establece distintas medidas de mitigación y compensación para hacer frente a esta problemática. Aunado a lo anterior, el proyecto no tiene considerado realizar descargas al acuífero, ni el subsuelo.
Uso de recursos: Presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.	No se realizarán actividades de pesca en el Proyecto. Asimismo, no se prevé el aprovechamiento de ninguna especie enlistada en esta problemática.
Especies introducidas: <i>Cassuarina</i> spp y <i>Columbrina</i> spp.	No se introducirán ninguna de estas especies.

De esta forma, se puede observar que el Proyecto no contribuye a incrementar la problemática identificada para esta RMP.

3.8.4. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

El proyecto no se ubica dentro del ámbito de aplicación de alguna AICA, por lo que no será necesaria su vinculación.

3.8.5. Sitios Ramsar

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como hábitats de aves acuáticas, fue aprobado en la ciudad de Ramsar, Irán, el

2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986.

La Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “*la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo*”.

Hasta 2019, la Convención contaba con 171 Partes Contratantes, con un total de 2,389 sitios designados como humedales de importancia internacional, cubriendo un área de 253,870,077 ha. México tiene actualmente 142 humedales de importancia internacional, ocupando el segundo lugar a nivel mundial.

El proyecto no se ubica en alguno de los sitios Ramsar de los incorporados a esta Convención, para el estado de Quintana Roo, por lo que no será necesaria su vinculación.

3.9. Normas oficiales mexicanas

En este apartado, se hace un análisis de la normatividad ambiental aplicable al proyecto “Village Etapa II”, en materia de agua, aire, suelo, residuos, flora y fauna, tomado como base las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el planteado, y se describe cómo se dará cumplimiento a los lineamientos con apego a las normas oficiales mexicanas que tienen injerencia en el proyecto, mismo que se presenta a continuación:

3.9.1. NOM-022-SEMARNAT-2003

NOM-022-SEMARNAT-2003.- *Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.*

[...]

0.2 *Que para efecto de esta Norma, se considerará humedal costero a la unidad hidrológica que contenga comunidades vegetales de manglar.*

0.4 *Que los componentes de un humedal costero comprenden a las comunidades vegetales y zonas de inundación con procesos geomicrobianos cuya integridad está íntimamente ligada a la dinámica hidrológica propia del humedal costero o funcionalmente asociados a ecosistemas y humedales costeros, del mismo cuerpo de agua (laguna costera, estuario, delta, estero o bahía) o en la franja costera a los pastos marinos y arrecifes coralinos en su caso.*

[...]

1.1 *Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración.*

1.2 *Para efectos de esta Norma se entiende por humedal costero las unidades hidrológicas integrales que contengan comunidades vegetales de manglares.*

1.3 Las disposiciones de la presente Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que por sus características, puedan influir negativamente en éstos.

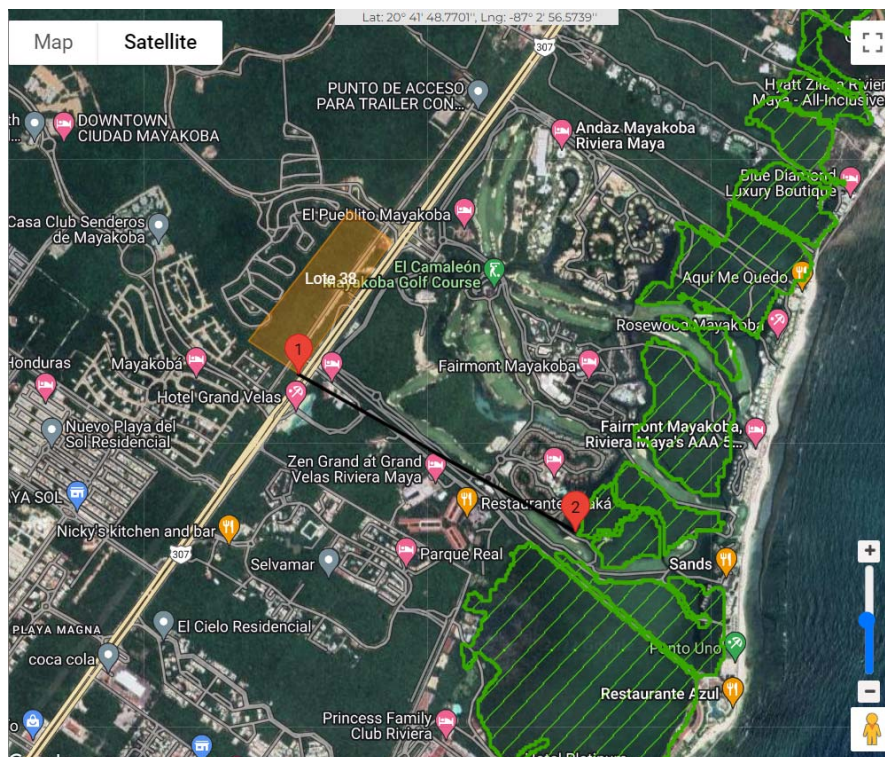
[...]

3.36 Humedales costeros: Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófila e hidrófita, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.

3.69 Unidad hidrológica: Está constituida por: el cuerpo lagunar costero y/o estuarino, y la comunidad vegetal asociada a él (manglares, marismas y pantanos), las unidades ambientales terrestres circundantes, la o las bocas que pueden ser permanentes o estacionales, la barrera y playa, los aportes externos (ríos, arroyos permanentes o temporales, aportes del manto freático) y la zona de influencia de la marea, oleaje y corriente litoral.

El manglar más cercano se ubica aproximadamente a 1.109 Km al polígono del predio, vegetación que se encuentra fragmentada dentro de los desarrollos turísticos (Figura 3.5.).

Figura 3. 7. Se muestra la vegetación de manglar en el SAR del proyecto específicamente en el extremo este del polígono del predio, obtenida de la georreferenciación de las coordenadas en la versión publica del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) de la SEMARNAT en la siguiente liga:
<https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/sigeia>.



Tal como se lee en la descripción del proyecto, el presente proyecto NO pretende ni realizará aprovechamiento alguno en el humedal costero, las obras y actividades que conforman el proyecto denominado "Village Etapa II" no afectarán algún humedal cercano.

Debido a que en el presente proyecto NO realizará aprovechamiento alguno en el humedal costero, ya que no se propone ninguna obra ni actividad en él, tampoco se proponen obras que incidan en los puntos contemplados en el numeral 4.0 de la Norma no se ampliara la vinculación con el mencionado instrumento.

3.9.2. Vinculación con el resto de las normas oficiales mexicanas, que se han considerado aplicables al proyecto

Los artículos 5° fracción V, y 36 de la LGEEPA, confieren a la Federación, por conducto de la SEMARNAT, facultades para expedir normas oficiales mexicanas en materia ambiental y para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, con sujeción al procedimiento que para dichos efectos se establece en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Las Normas Oficiales Mexicanas que se consideran aplicables en el proceso de instrumentación del proyecto "Village Etapa II" son las siguientes:

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
<i>CALIDAD DEL AGUA (AGUAS RESIDUALES)</i>		
<i>NOM-001-SEMARNAT-1996</i> <i>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales</i>	Durante la operación y mantenimiento del proyecto se tiene contemplada la descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado municipal.	El Proyecto cumplirá con los estándares establecidos en esta Norma Oficial respecto a los límites máximos permisibles para contaminantes de las descargas de aguas residuales, pH, temperatura y especificaciones. Asimismo, se emplearán los métodos de prueba establecidos en esta NOM.
<i>NOM-002-SEMARNAT-1996</i> <i>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.</i>		
<i>EMISIONES A LA ATMÓSFERA</i>		
<i>NOM-041-SEMARNAT-2015</i> <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.</i>	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno,	En atención a esta norma, durante las etapas de preparación del sitio, así como de la construcción del proyecto; se establecerá, en el contrato respectivo con la persona física y moral que se encargue de ejecutar la obra, la necesidad o condicionante de que cada uno de los vehículos catalogados en esta norma cumpla con las verificaciones correspondientes

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
	máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.	mediante la presentación de los comprobantes de los servicios de mantenimiento realizados a cada uno de los vehículos que se utilicen en el proyecto.
<p>NOM-044-SEMARNAT-2017 <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.</i></p>	<p>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.</p>	<p>Se cumplirá con esta norma durante todas las etapas del proyecto, solicitando a los contratistas y propietarios de vehículos automotores cumplan con esta norma a través presentación de las verificaciones vehiculares</p>
<p>NOM-045-SEMARNAT-2006 <i>Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.</i></p>	<p>Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.</p>	<p>Los vehículos que sean utilizados en el proyecto, darán cumplimiento a esta Norma, por lo cual, se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares, sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.</p>
<p>NOM- 081-SEMARNAT-1994 <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición-</i></p>	<p>A las actividades que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños, dependiendo de la magnitud y tiempo</p>	<p>Se realizarán monitoreos a la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en las etapas de operación y mantenimiento, cuyas emisiones de ruido no deben exceder la presente norma.</p>
RESIDUOS		
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005 <i>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.</i></p>	<p>Los residuos producto de las actividades de operación y mantenimiento del proyecto como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas,</p>	<p>En cumplimiento a esta norma, los residuos peligrosos que se generen en las distintas etapas del proyecto serán separadas con base a su tipo y almacenados temporalmente en una cámara previa su disposición final, a</p>

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Vinculación con el Proyecto
	solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.	través de una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.
PROTECCIÓN DE ESPECIES – FLORA Y FAUNA		
<p><i>NOM-059-SEMARNAT-2010</i></p> <p><i>Protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.</i></p>	<p>Durante todas las etapas del proyecto debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional</p>	<p>En el predio del proyecto se identificaron 4 especies, de flora (1) y fauna (3), catalogadas dentro de la presente norma. Por lo que en cumplimiento a esta Norma, antes de comenzar la obra, mientras se esté marcando el área de rescate y desmonte se ejecutará el Subprograma de Rescate de Vegetación (Anexo 6) donde se rescatarán los ejemplares susceptibles de trasplantarse, o incluidos en la NOM y el Subprograma de Rescate y/o Ahuyentamiento de Fauna (Anexo 6), para rescatar y reubicar a las especies y ejemplares de lento desplazamiento y proteger a los individuos de fauna, nidos y madrigueras lo que permitirá prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre, con especial énfasis en las especies registradas en el predio y que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo 6).</p> <p>Con lo anterior se cumple el propósito de conservar y proteger los individuos en el predio que se encuentran en algún estatus dentro de esta norma</p>

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

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

Las disposiciones de esta norma son de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo que se establecen en el documento.

Como se indica en este DTU-BR, dentro del Proyecto, SAR, CHF y AP se registraron especies de flora y fauna enlistadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. 17. Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Pr = sujeta a protección especial; A = amenazada.

Listado florístico por tipo de vegetación identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la unidad de análisis.

Especies con categoría de riesgo de la unidad de análisis y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Nombre científico	Nombre común	Estrato	Ind/ha	Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Maculis amarillo	Arbóreo	5	Amenazada no endémica
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arbóreo	5	Amenazada no endémica
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Arbustivo	125	Amenazada no endémica
<i>Coccothrinax</i>	Nakas	Arbustivo	89	Amenazada endémica

Especies con categoría de riesgo del predio y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Nombre científico	Nombre común	Predio Ind/ha	Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010
<i>Handroanthus chrysanthus</i> *	Maculis	12	Amenazada no endémica

Nota: * De acuerdo a las actualizaciones taxonómicas recientes, esta especie a cambiado su género, sin embargo, siguen siendo las mismas clasificadas de acuerdo a la Norma Oficial ya que esta no se ha actualizado.

Listado faunístico por grupo identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tanto para el SAR como para el predio del proyecto.

Especies con categoría de riesgo de la unidad de análisis y el predio del proyecto y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Unidad de analisis	Predio
Aves					
Psittacidae	<i>Amazona albifrons</i>	Perico frente blanca	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	
	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	X
Mamíferos					
Reptiles					
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada	Amenazada (A) no endémica	X	
Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga mojina	Amenazada (A) no endémica	X	
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Tortuga pochitoque	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	
Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Culebra verde	Amenazada (A) no endémica	X	
Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa	Amenazada (A) no endémica	X	X
Anfibios					

Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 del predio del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves			
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> *	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial no endémica.
Mamíferos			
0	0	0	0
Reptiles			
Boidae	<i>Boa imperator</i> *	Boa, oxcán	Amenazada no endémica
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada, garrobo	Amenazada no endémica
Anfibios			
0	0	0	0

* Nota: de acuerdo a las actualizaciones taxonómicas recientes, estas especies han cambiado sus géneros y en otros casos la especie, sin embargo, siguen siendo las mismas clasificadas de acuerdo a la Norma Oficial ya que esta no se ha actualizada.

Conforme a lo anterior, y en congruencia con lo dispuesto en esta norma, el proyecto contempla la implementación de la propuesta del Subprograma de Conservación de Especies, conforme a la Fracción IX del artículo 141 del Reglamento de la LGDFS, a través de los cuales se ejecutarán medidas de rescate y protección para las especies sujetas a esta NOM. Este subprograma se puede revisar a detalle en el Capítulo 7 de este DTU-BR.



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

CAPÍTULO 4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL DEL PROYECTO.

INTRODUCCIÓN

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental (REIA) señala en su Artículo 13 fracción IV que en la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional se deberá describir el Sistema Ambiental Regional. En cumplimiento a lo anterior, en este capítulo se describe, caracteriza y presenta el diagnóstico del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto “Village Etapa II” (en adelante El Proyecto). Asimismo, y con fundamento en bases científicas y técnicas, se identifican, describen y analizan los componentes ecológicos presentes a fin de identificar los efectos positivos y negativos que pudiera tener el desarrollo del proyecto en la región.

La delimitación del SAR se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes entre el proyecto y su medio circundante, de manera que sea posible conocer en qué medida las diferentes actividades y obras consideradas por el Proyecto afectarán los atributos ambientales y, por otro lado, en qué sentido éstos últimos pueden tener interacción con las características de la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas por el proyecto.

Para la integración de este capítulo, se tomaron en consideración los siguientes insumos:

- Información técnica generada por especialistas en cada uno de los temas
- Estudios de campo del área de estudio.
- Datos cartográficos abiertos del INEGI.

En la Tabla siguiente se muestra la estructura general del contenido del presente capítulo.

Estructura general del contenido del Capítulo 4 del Proyecto.

Contenido		Nivel de extensión territorial del área de estudio	
Delimitación del área de estudio	Fundamento de la delimitación geográfica de los niveles de estudio	Unidades Naturales / Paisajes Geomorfológicos.	
		Polígono de la propiedad del predio donde se pretende el desarrollo del proyecto.	
Descripción Ambiental	Caracterización del SAR		
	Aspectos Abióticos	Geología	Península de Yucatán
			Municipio de Solidaridad
		Clima	Sistema Ambiental
			Estado de Quintana Roo
		Geomorfología	Solidaridad
			Península de Yucatán/Edo.Q.Roo
	Hidrología subterránea y superficial	Predio de proyecto	
Península de Yucatán/Edo.Q.Roo			
Edafología	Sistema Ambiental		
	Norte de Q.Roo.		
	Sistema Ambiental		

	Aspectos Bióticos	Vegetación Terrestre	Predio del proyecto
		Fauna Terrestre	Predio del proyecto
	Aspectos Socioeconómicos	Contexto Regional	Municipio Solidaridad
Diagnóstico Ambiental			
Análisis Ambiental	Condición Ambiental	Vegetación	Sistema Ambiental Regional
		Fauna	
		Paisaje	

DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Sistema Ambiental del Proyecto

El predio del Proyecto (ubicado en los Lotes 38 y 39 conforme a la lotificación establecida por el Plan Maestro Ciudad Mayakoba), se encuentra dentro de un área con antecedentes en materia ambiental y un resolutive autorizado asociado a una manifestación de impacto ambiental modalidad regional, se trata del proyecto Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”).

A continuación, se presentan los elementos a través de los cuales es posible justificar la delimitación del Sistema Ambiental Regional al predio denominado el Jesusito el cual comprende el macroproyecto de Ciudad Mayakoba, toda vez que este es representativo en términos ecosistémicos, medio ambientales y socioeconómicos con respecto a la región del proyecto.

Sistema Ambiental Regional del macroproyecto Ciudad Mayakoba.

En primera instancia, cabe señalar que el proyecto Village Etapa II se inserta dentro un macroproyecto Autorizado en materia de impacto ambiental, denominado Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”).

Al respecto, es importante señalar que en su momento fue definido el correspondiente Sistema Ambiental Regional de proyecto Ciudad Mayakoba, para lo cual se tomó en cuenta que un Sistema Ambiental (SAR), puede definirse como un espacio geográfico descrito e integrado estructural y funcionalmente, por el área del proyecto y 2) su zona de influencia directa e indirecta:

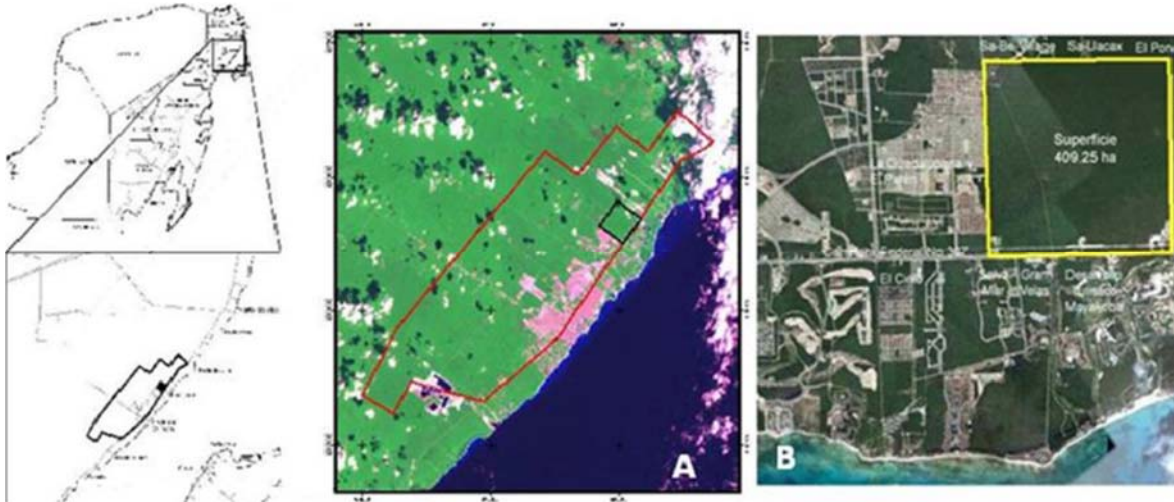
1. La zona de influencia directa (ZID) es aquella superficie en la que un proyecto genera impactos ambientales de tipo directos (p. ej. áreas de desplante y construcción, áreas con potencial riesgo de contaminación y contingencias ambientales, entre otras).

2. La zona de influencia indirecta (ZII) corresponde a la superficie que no es transformada por desplante o afectación directa del proyecto, pero que es el resultado de los efectos indirectos del mismo hacia áreas y/o proyectos vecinos y viceversa (conversión acumulativa de vegetación y ecosistemas con varios proyectos, alteración a la integridad funcional y capacidades de carga de ecosistemas por efecto de varios proyectos, entre otros).

Durante la definición del SAR del predio de Ciudad Mayakoba (**PEXb**), se encontraba rodeado por diversos desarrollos turísticos, residenciales y de interés social, ya descritos como colindancias (i.e., predios La Guadalupana, SacBe, Los Picaros), lo que reflejaba el crecimiento demográfico y la tendencia de expansión urbana que el Municipio de Solidaridad ha tenido en los últimos años. La superficie del predio quedaba comprendida casi en su totalidad (81%), en la Zona de Reserva

Urbana Norte de Playa del Carmen y el resto (19%) en la Zona Urbana de Playa del Carmen. Por esta ubicación, el Sistema Ambiental Regional del Ciudad Mayakoba se denominó **Unidad Suburbana Norte** y correspondía a los límites administrativos que señala el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen (PDU, publicado en diciembre de 2010 con actualización de enero de 2011). Lo anterior se fundamentó en que los impactos en el SAR son en su mayoría resultaban del desarrollo de infraestructura y asentamientos humanos. Es decir, externos al predio del **Ciudad Mayakoba**. En este contexto, el área de influencia directa del proyecto corresponde a las superficies de aprovechamiento del propio proyecto de Ciudad Mayakoba.

Ubicación de (A) Sistema Ambiental Regional (SAR) y (B) Predio PEXb.

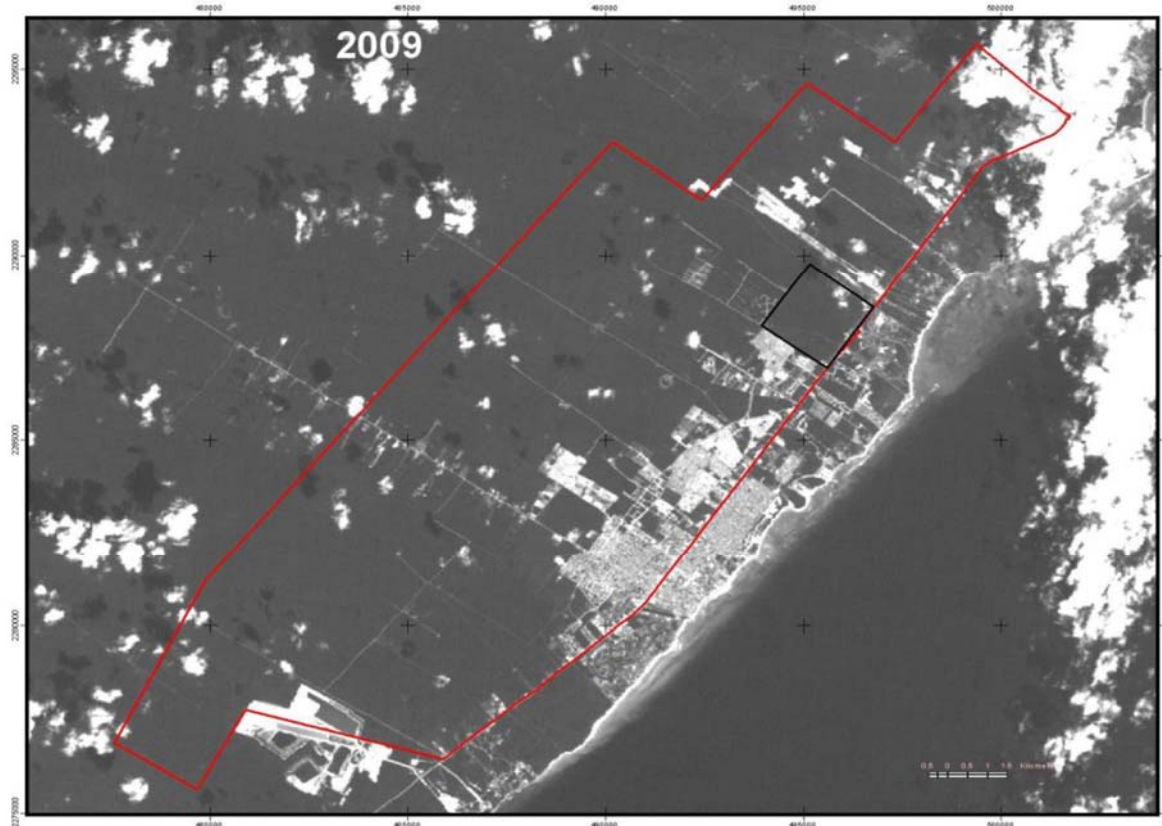


Como se observa en la Figura anterior el SAR del Ciudad Mayakoba, corresponde a un entorno urbano y suburbano, donde los efectos de presión del desarrollo y tendencias de cambio en el paisaje son del entorno hacia el predio y tienen los siguientes antecedentes:

- La ocupación antrópica es uno de los factores que afectan la cubierta vegetal, para la zona, desde fines del siglo XIX y principios del XX, la mayor parte del territorio estatal fue concesionada a grandes compañías para que **explotaran maderas, chicle y otros productos forestales**.
- En 1937 se constituye el **Ejido Playa del Carmen y su fundo legal**, en articular, el área ocupada por el predio del PEXb se mantiene como propiedad privada y se da su uso agropecuario.
- Con el auge de la actividad turística en el Corredor Cancún-Tulum, la ciudad de Playa del Carmen comienza a experimentar un crecimiento explosivo a partir de la década de los noventa y se convierte en la cabecera del municipio de Solidaridad (1993), empieza la **expansión de la construcción de hoteles y otras actividades asociadas como la extracción de material pétreo**.
- Además de la ocupación antrópica, se han sucedido **fenómenos naturales** que también han afectado la composición de la cubierta vegetal en décadas recientes, como son los **huracanes** Allen (1980), Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily (2005) y Wilma (2005). Asimismo, se han presentado **incendios forestales**, sobre todo los acaecidos en el año de 1989 como

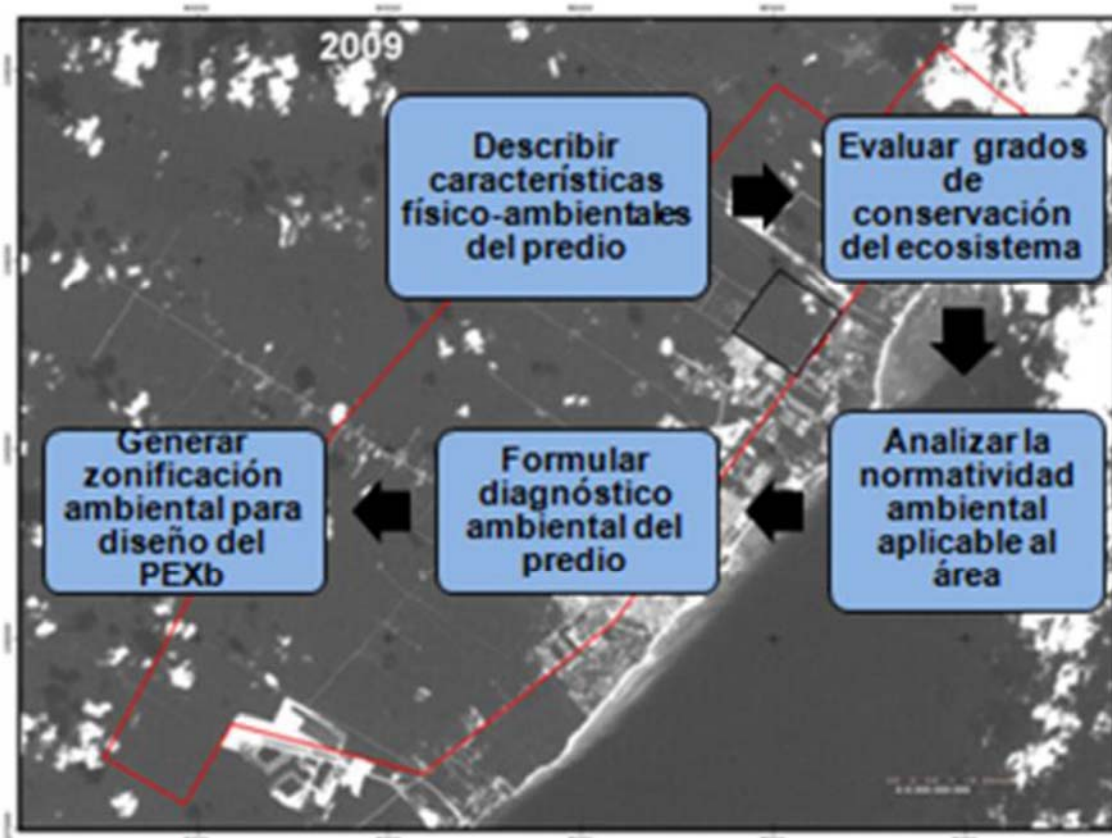
consecuencia del paso del Huracán Gilberto y que provocaron más de 100,000 ha afectadas en el noreste del estado.

SAR Unidad Suburbana Norte en donde se ubica el proyecto del PEXb



La Figura siguiente, describe el proceso de Caracterización y Zonificación del Predio de Ciudad Mayakoba (antes El Ximbal): a) expone los resultados de los estudios particulares realizados en el sitio, así como un análisis de los instrumentos jurídicos ambientales que le aplican al predio, de este modo, a lo largo de este documento se describen las características geomorfológicas del terreno, los tipos de vegetación y fauna registrados en el sitio y describiendo las unidades paisaje, identificadas, b) analiza los peligros naturales a los cuales está expuesta el área de estudio, las condiciones actuales y las principales causas de alteración de la vegetación para finalmente, c) establecer un diagnóstico ambiental del predio, fundamentado en el estado de conservación de la vegetación. Los resultados, sumados al análisis de los instrumentos normativos aplicables, permiten determinar zonas con potencialidad de aprovechamiento y protección.

Proceso que define a la caracterización ambiental como herramienta de manejo. Proyecto Ciudad Mayakoba.



En ese sentido es importante mencionar que desde la definición del Sistema Ambiental Regional de Ciudad Mayakoba en donde se encuentra inserto el proyecto Village Etapa II, se establecieron los límites geográficos de los alcances que los impactos ambientales originarían en dicho macroyecto.

Sistema Ambiental Regional del proyecto Village Etapa II.

De acuerdo con la SEMARNAT (2022), se define al **Sistema Ambiental** al:

“Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un 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.”

Asimismo, la SEMARNAT (2022), señala que para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR), *Es fundamental, definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados*; asimismo se recomienda analizar el concepto de región a fin que se maneje un criterio común con la autoridad, que permita ponderar la calidad del sistema ambiental donde se pretende ubicar el proyecto y determinar cómo impactará éste en la integridad funcional del o de los ecosistemas que conforman dicho sistema. En ese sentido, la SEMARNAT (2022), define como región al:

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.

En resumen, y considerado los conceptos de Sistema Ambiental y Región, es posible destacar que el SAR:

- Corresponde a un espacio geográfico finito y ambientalmente homogéneo.
- Su definición o delimitación responde a las interacciones entre los medios bióticos, abióticos y socioeconómicos.
- Generalmente el SA está conformado por un conjunto de ecosistemas o bien un ecosistema.
- Es posible aplicar un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Asimismo, los principales aspectos considerados para la delimitación del SAR fueron:

1. Medio abiótico: región en la que se ubica el Proyecto.
2. Medio biótico: componentes y estado ambiental.
3. Medio Socioeconómico: instrumentos de ordenamiento ecológico y planeación urbana.

Medio Abiótico

Un primer acercamiento a la delimitación del SAR es reconocer la región en la que el proyecto se ubica (**componente abiótico**). Las Provincias y Subprovincias Fisiográficas, que de acuerdo con INEGI (2022) corresponden a una:

*“Visión general de las formas del relieve, identificadas y definidas a partir del **análisis integral** de la información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica, para formar unidades relativamente **homogéneas**”*

En ese sentido, las provincias fisiográficas establecen unidades homogéneas (espacios geográficos finitos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de sus componentes. El área de estudio pertenece a la provincia definida como Carso Yucateco ().

Subprovincias fisiográficas en que se desarrolla el proyecto Asenda Ciudad Mayakoba.



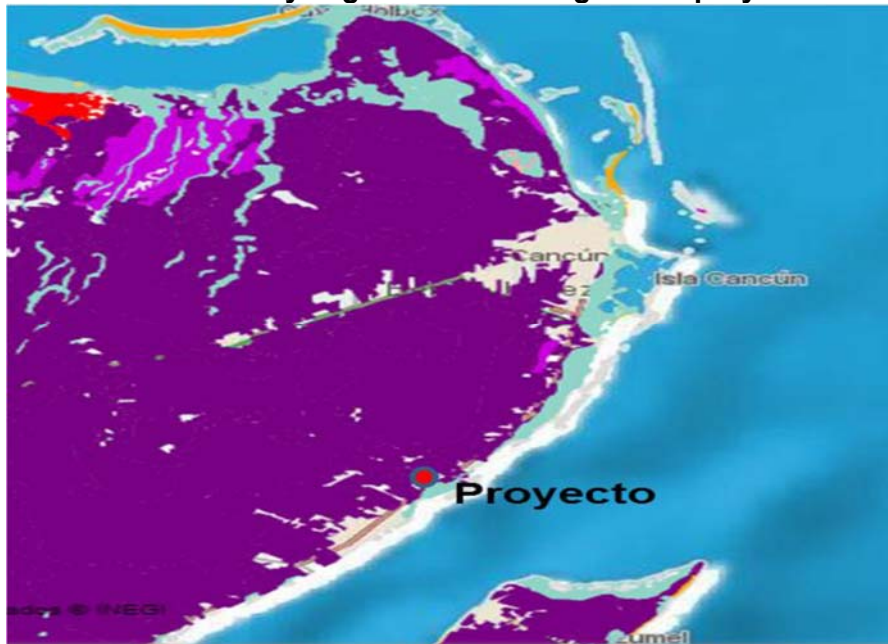
Medio biótico

En segunda instancia se analizó el **medio biótico**, para ello se seleccionó a la vegetación, a través de los Usos de Suelo y Vegetación de INEGI. Se identificó que la selva mediana subperennifolia se considera como la vegetación dominante y típica de la zona Norte de Quintana Roo. Debido a la extensión que abarca esta vegetación en la zona, se requiere considerar otro factor para la definición de límites.

De acuerdo con la SEMARNAT (2022) el SAR debe ser objetiva, **inventariable** y cartografiable. Por lo tanto, cuanto más grande sea un SAR, menor representatividad tendrá un inventario con una intensidad de muestreo humanamente aceptable.

En complemento, para la delimitación, para la identificación de los límites por el criterio biótico, se identificó la presencia de afectaciones antrópicas significativas, como lo son los asentamientos urbanos, infraestructura vial y presencia de linderos que interrumpen la continuidad del ecosistema.

Usos de suelo y vegetación en la región del proyecto.



Primera delimitación del Sistema Ambiental Regional conforme a límites físicos.

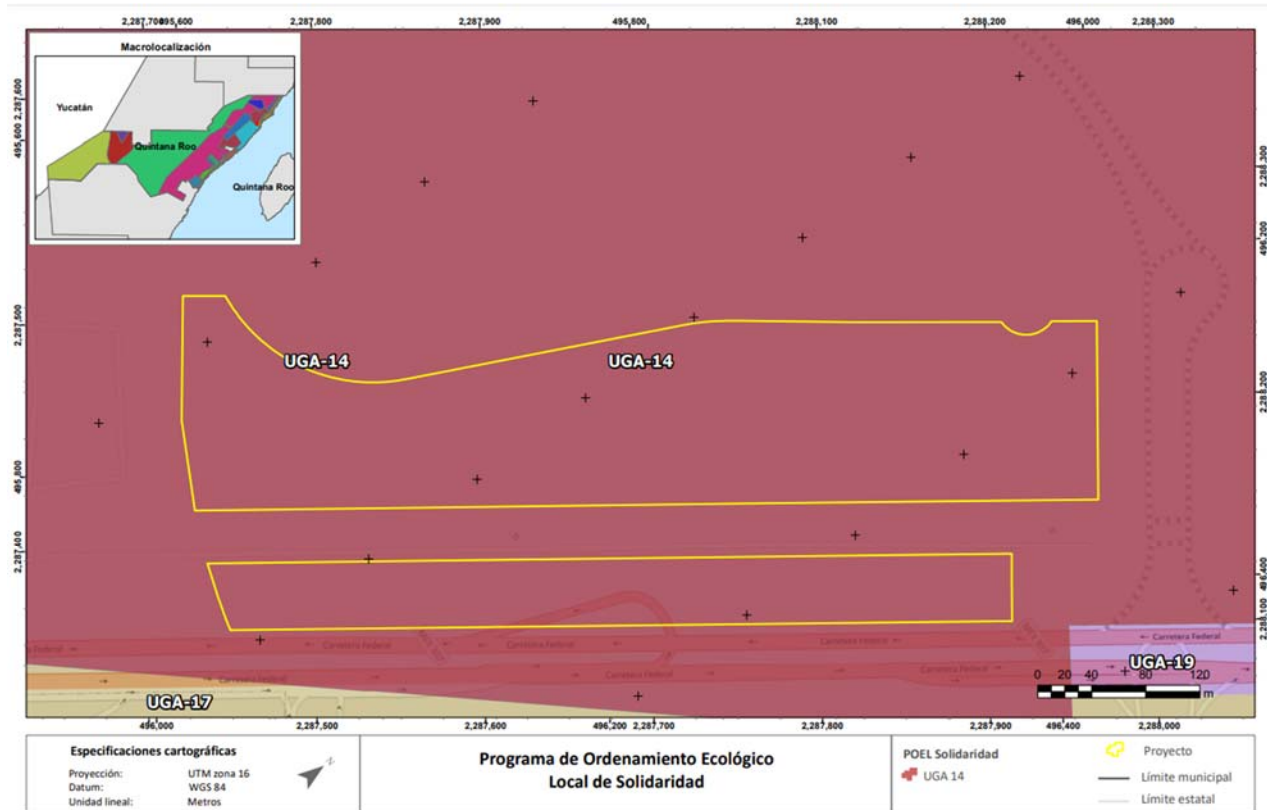


Aspectos socioeconómicos

El tercer aspecto considerado fue el factor: **socioeconómico**. Por su ubicación, el Proyecto Asenda Ciudad Mayakoba es regulado por los siguientes instrumentos:

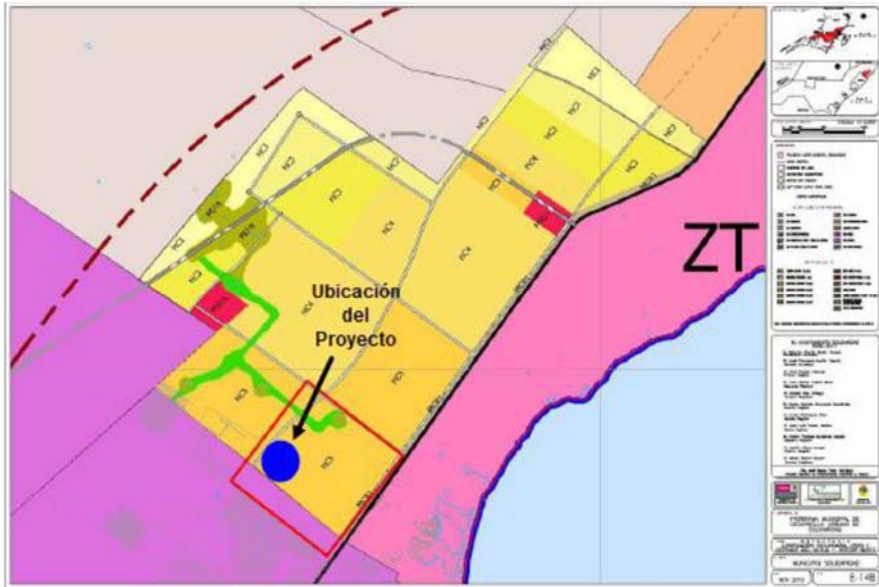
1. Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad (POE, 25 mayo de 2009).

Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Solidaridad.

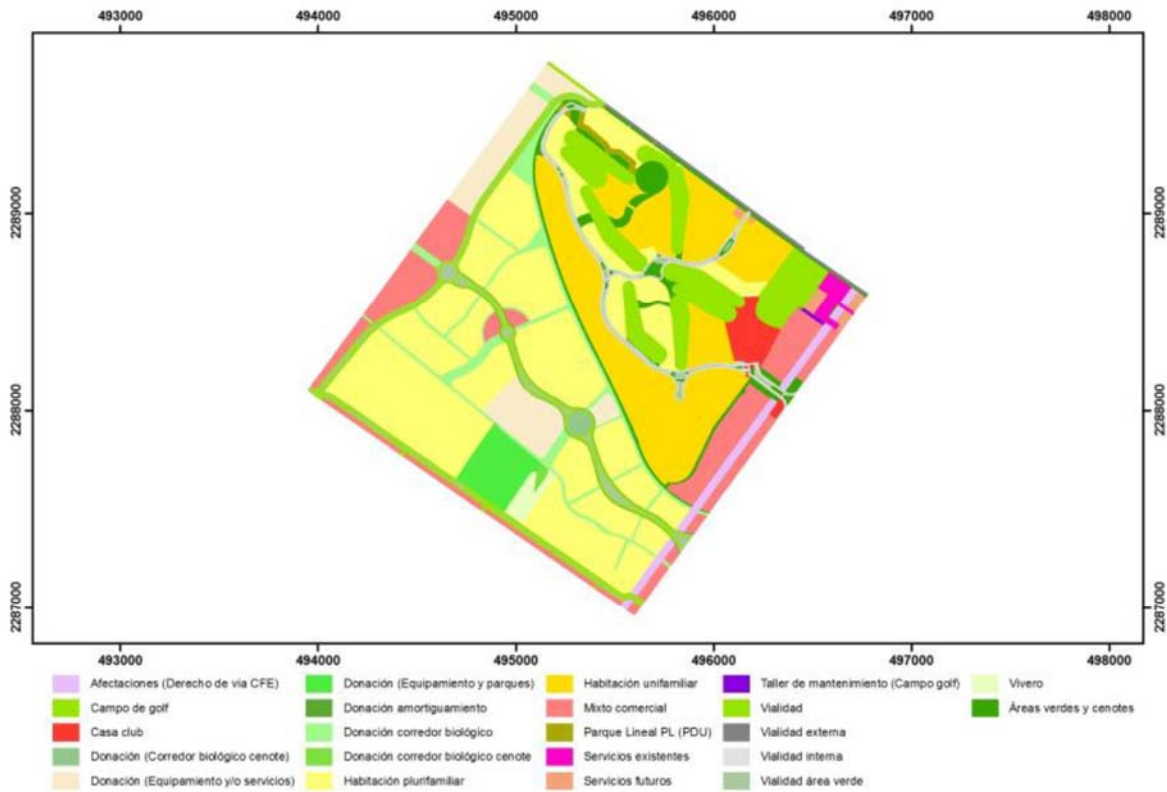


2. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad (POE, 20 de diciembre de 2010)

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad.

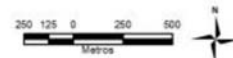


3. Programa Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito (POE, 10 marzo 2016).



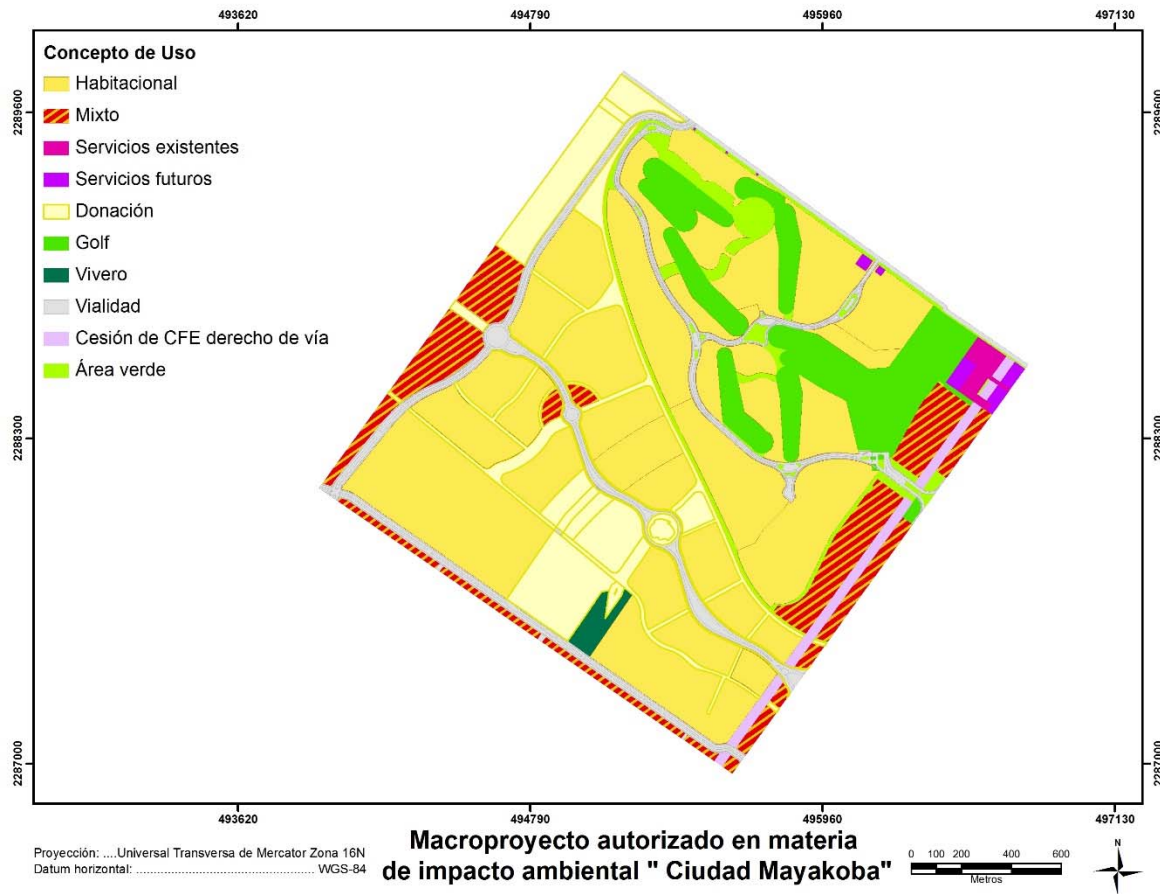
Proyección: ...Universal Transversa de Mercator Zona 16N
Datum horizontal:WGS-84

PPDU "El Jesusito"



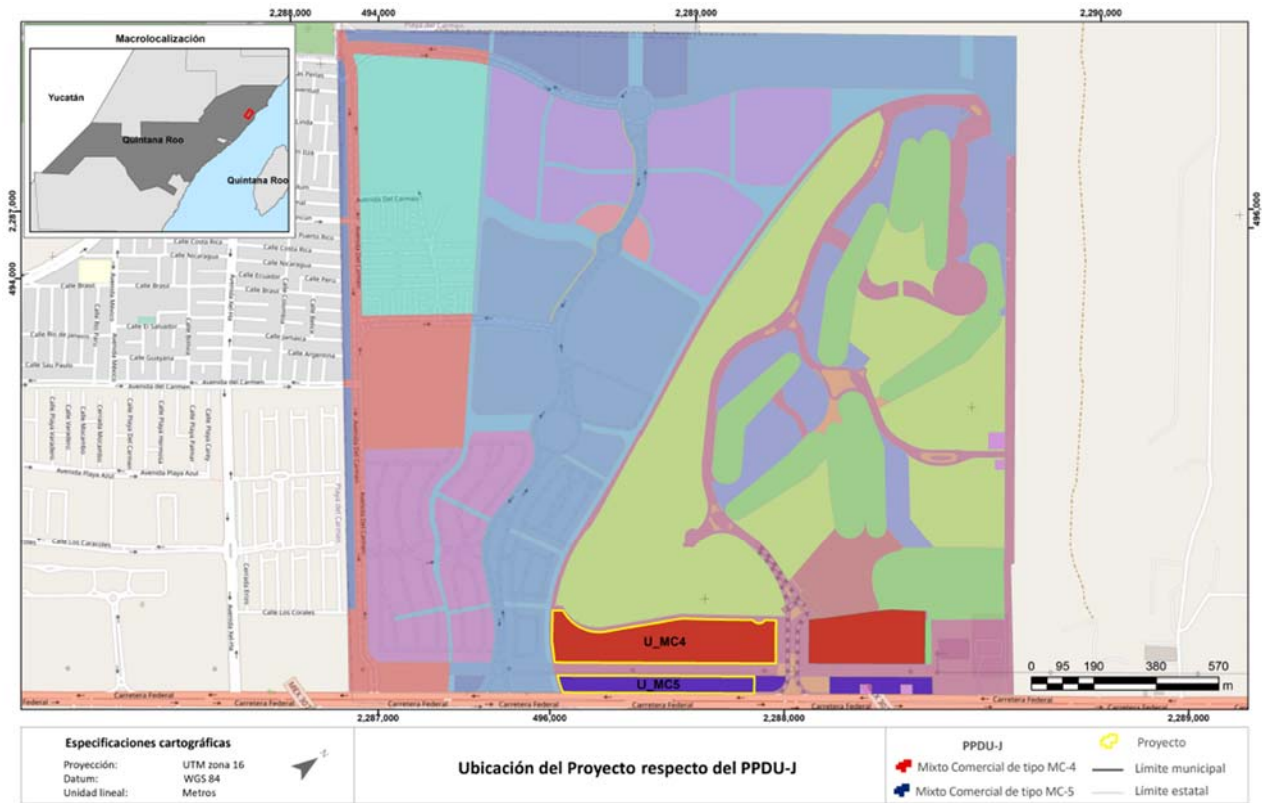
4. Plan Maestro "Ciudad Mayakoba" autorizado en materia de impacto ambiental y forestal (2013)

Plan Maestro del proyecto Ciudad Mayakoba.



El **PPDU el Jesusito**, establece las pautas para el desarrollo urbano, bajo un enfoque de sustentabilidad, teniendo como principales ejes rectores, los aspecto económicos, sociales y medio ambientales.

Proyecto *Village Etapa II* con respecto al PPDU-el Jesusito.



En ese orden de ideas se consideran que los límites del predio del proyecto Ciudad Mayakoba representan un Sistema Ambiental Regional para proyecto Village Etapa II toda vez que:

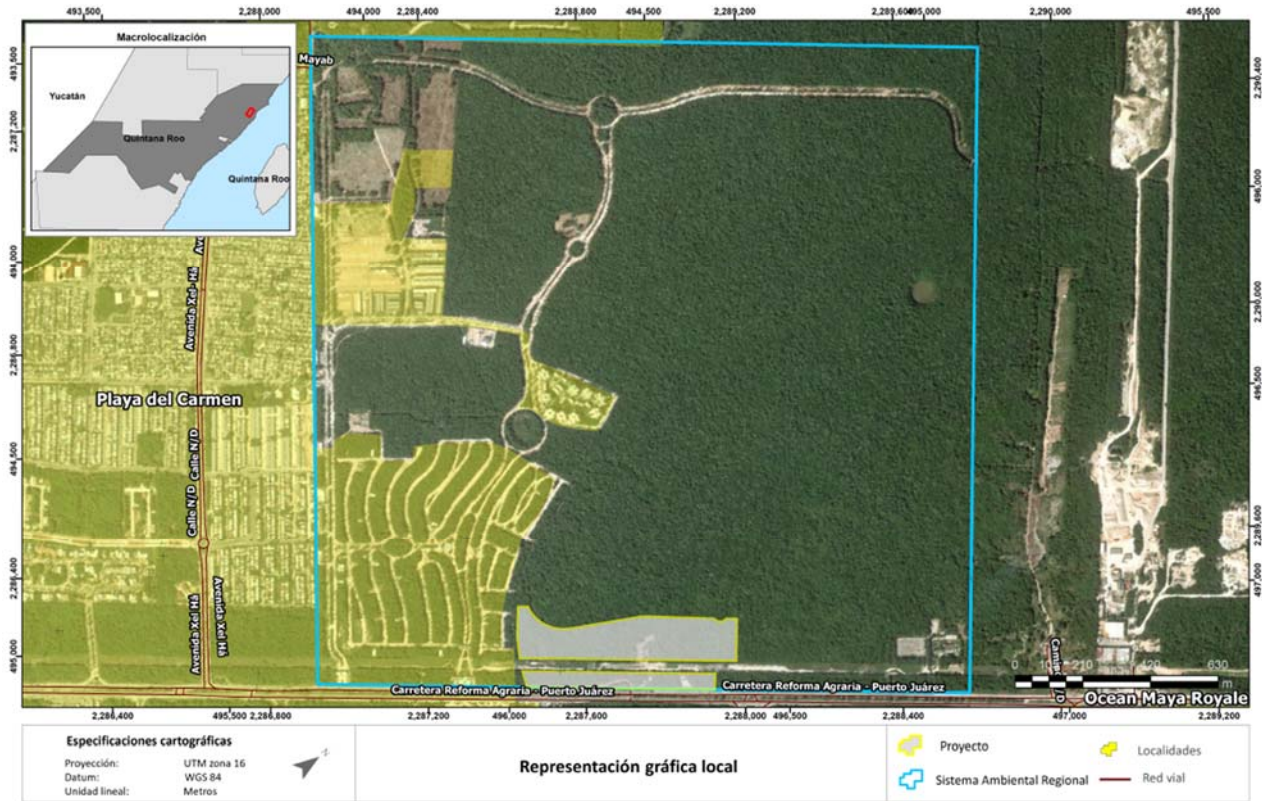
- El SAR delimitado para el DTU-BR "Village Etapa II" corresponde con los límites de un Plan Maestro que ya había sido evaluado y resuelto en materia de impacto ambiental: MIA-R Ciudad Mayakoba (polígono "El Jesusito").
- Se demuestra que las características ambientales de los predios del proyecto Village Etapa II y su SAR son representativas de la región.
- En la MIA-R del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (autorizada) se identificaron los impactos que podría incidir sobre su SAR y, para los cuales fueron establecidas acciones y medidas para su prevención, mitigación y compensación.
- En el proyecto del DTU-BR Village Etapa II en evaluación, se identificó que los impactos ambientales son congruentes con los ya evaluados en la MIA-R. Además, se prevé que estos impactos identificados no se extenderán más allá su SAR (polígono de "El Jesusito").
- Si bien, se prevé el desarrollo urbano en Ciudad Mayakoba, este presenta cambios dinámicos y continuos en términos del desarrollo urbano para toda la región de Playa del Carmen.

- Además, se identifica que el tipo de vegetación en ambos SAR (MIA-R autorizada y del presente DTU-BR) es la misma; se puede reiterar la similitud de los procesos medio ambientales y tendencias de desarrollo tanto dentro como fuera del SAR de presente proyecto.

Conclusiones

Considerando todo lo expuesto, se considera que el polígono de “El Jesusito” puede determinar los límites del Sistema Ambiental Regional, toda vez que:

- Representa un espacio geográfico finito, cartografiable e inventariable.
- En él convergen e interactúan aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos.
- Pertenece a la provincia Carso Yucateco, lo que le brinda características relativamente homogéneas con respecto a otras provincias.
- Es posible aplicar un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento, ya que establece criterios de desarrollo.
- La vegetación que ahí se desarrolla es representativa de –al menos- la vegetación del norte del estado.
- Se propone un análisis a través del Índice de Similitud, considerando la flora del predio del proyecto, el Jesusito, el SAR de Cd. Mayakoba y estudios realizados en la región (MIA's disponibles).
- El SAR denominado “El Jesusito”, cuenta con una superficie aproximada de 409 ha y presenta un ecosistema de Selva mediana subperennifolia igual al predio de estudio.
- Dentro del SAR se mantendrá una superficie de 21.05 ha sin alteración que garantiza la conservación y cuidado de la Selva Mediana Subperennifolia (Corredores Biológicos con 16.91 ha y Áreas de Protección de 4.14 ha), más las superficies que cada lote por normatividad deben de dejar como conservación, lo que garantiza la biodiversidad de la flora y la fauna silvestre. Tal y como se ha manifestado en el Proyecto Autorizado.
- No se puede garantizar el cuidado de otras áreas en predios privados, pero si es factible garantizarlo en el Jesusito.
- La inseguridad en el estado y la regulación jurídica vigente en México respecto de la propiedad privada impiden realizar estudios fuera de esta zona; por lo que, al no haber más sitios, se optó por el terreno que nos garantiza la seguridad para hacer trabajos futuros de monitoreos de la flora y la fauna. En efecto, al ser los otros predios propiedad de diversas personas físicas y morales, la promovente se encuentra imposibilitada jurídicamente para realizar estudios dentro de dichos predios.



Sistema ambiental del Proyecto.

USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO

Usos que se pretende dar al terreno.

La región del Caribe Norte del estado de Quintana Roo está conformada por las zonas costeras de los municipios de Benito Juárez, Puerto Morelos, Solidaridad y Tulum, así como la Isla de Cozumel y de Isla Mujeres, cuya contribución conjuntamente generan de divisas, recursos fiscales, empleo y desarrollo regional por el turismo que es de suma importancia para la economía de País.

En general, las actividades productivas y económicas de la zona se encuentran basadas en la prestación de servicios y bienes turísticos que, en su mayoría, corresponden a infraestructura y servicios asociados; sin embargo, en el ámbito regional, el sector turístico ha venido influenciando en un cambio drástico que enfoca a la actividad a desarrollar infraestructura dirigida al disfrute de servicios turísticos relacionados con recursos ambientales y paisajísticos de alta calidad, sin dejar de lado la problemática de avance continuo de la apropiación de los propios bienes y servicios ambientales para la generación de los satisfactores mismos del mencionado sector.

En este sentido, el avance del sector turístico en la zona norte de la entidad repercute en los bienes y servicios prestados por el medio ambiente, mismos que adquieren una mayor importancia en términos económicos y por ende, de ocupación, lo que conlleva a un acelerado proceso de degradación enmarcado por la necesidad propia del mercado internacional.

Es importante recalcar que, considerando la necesidad de la generación de empleos y captación de divisas que caracterizan los momentos económicos y sociales globales y regionales, los

recursos naturales requieren una gran intervención en el marco de la regulación, siendo necesaria la garantía de los desarrolladores, autoridades y sociedad, de la permanencia de los mismos.

La Riviera Maya por sus particulares características hace que sea considerada como un importante escenario turístico mundial. El turismo, en esta región del país es un proceso relativamente reciente que, en 50 años, aproximadamente se ha convertido en la primera actividad económica del estado de Quintana Roo. Situación de éxito comercial que ha atraído inversiones y participado en el consecuente cambio en el uso y vocación del suelo.

El establecimiento del proyecto denominado “**Village Etapa II,**” (en lo sucesivo el proyecto) atiende a la expectativa de crecimiento de la demanda de servicios de infraestructura habitacional de calidad que contará con el equipamiento necesario para su funcionamiento combinando lujo y confort, pero integrados al paisaje y al medio ambiente en el que se ve inserto para la población urbana de nivel medio –alto cercana a los alrededores del macroproyecto denominado Ximbal (hoy Ciudad Mayakoba) en el municipio de Solidaridad.

El uso que se pretende dar al terreno. Es la construcción y operación de un desarrollo habitacional.

El proyecto estará conformado edificios (torres) en los que se desarrollarán obras y actividades con destino de uso habitacional y comercial, así como caminos interiores, además de equipamiento, infraestructura de apoyo y de esparcimiento para la operación del desarrollo.

En general, para el diseño del Proyecto, la empresa promovente, consideró 5 ejes rectores y un proceso de planificación ambiental que lo orienta hacia un esquema de viabilidad ambiental. Los ejes rectores para el diseño son:

Eje rector ambiental. Diseño, planificación y lineamiento de construcción y operación de un desarrollo de obras y actividades con destino de uso habitacional y comercial acorde con la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y recursos de terreno y la región.

Eje rector normativo. Diseño, construcción y operación de un desarrollo habitacional y comercial que cumpla estrictamente con todos los instrumentos legales y normativos aplicables.

Eje rector arquitectónico. Diseño de un desarrollo habitacional y comercial de alta calidad, cuya infraestructura y servicios combinen salubridad, lujo y confort, pero integrados totalmente al paisaje y al medio ambiente.

Eje rector comercial. Diseño y operación de un desarrollo habitacional y comercial cuyo segmento comercial objetivo es el de un alto poder adquisitivo, pero sensible a escenarios de alta calidad ambiental y respeto a la naturaleza.

Eje rector social. Contribución al desarrollo global de la región a través de la generación de beneficios sociales y económicos para la población local y de la región.

Objetivo del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto llevar a cabo el cambio de uso de suelo de selva para la construcción y operación de un desarrollo habitacional y comercial conformado por edificios (torres) en los que se distribuirán viviendas, oficinas y locales, así como caminos interiores,

además de equipamiento, infraestructura de apoyo y de esparcimiento para la operación del desarrollo.

Naturaleza del Proyecto

La empresa promovente, plantea realizar el proyecto de desarrollo habitacional en **un predio**, formado por dos lotes, (38 y 39) con la mejor proyección de calidad de vida en el país y en armonía con el medio ambiente, ofreciendo áreas verdes a las que se integre la infraestructura adecuada para llevar a cabo las actividades requeridas por la sociedad.

Conceptos del proyecto.

LOTE	OBRA	SUPERFICIE (m ²)
38	Camino interior	2,162.74
	Área verde	1,695.44
	Andadores	1,028.35
	Edificaciones	15,512.30
TOTAL		20,398.83

LOTE	OBRA	SUPERFICIE (m ²)
39	Camino interior	4,919.13
	Andadores	2,559.74
	Edificaciones	31,832.48
	Alberca	470.00
	Área verde	2,472.82
TOTAL		42,254.17

TOTAL 38 Y 39		62,653.00
----------------------	--	------------------

Distribución de superficies y uso propuesto

Usos	Sup. en m ²	Sup. en has
Superficie de cambio de uso de suelo	62,653.95	6.26
Área de conservación,	31,913.46	3.19
Infraestructura establecida	17,354.56	1.73
Superficie total del predio*	111,921.97	11.19

Nota: De acuerdo a la escritura pública No. 14,903, el proyecto se compone de dos lotes, **por lo que lo llamaremos conjunto de predios**. Asimismo, de acuerdo al plan maestro el Ximbal y al PPDU EL Jesusito hoy ciudad Mayakoba los lotes aparecen con los numero 38 y 39. dividido en A y B.

Se manifiesta, que existe infraestructura establecida en ambos lotes con una superficie de 1.7 hectáreas y que parte de esta se encuentra manifestada y autorizada en oficio resolutivo No. 03/ARRN/1476/13 de fecha 06 de noviembre de 2013, como parte el megaproyecto Ximbal hoy ciudad Mayakoba. Así también se presenta una Fe de hechos en la que se hace constar la situación actual del lote 38 de fecha 19 de octubre de 2022. (**Anexo 1**).

Superficie del predio de la cual se solicita el cambio de uso de suelo, expresada en hectáreas.

Como se ha explicado anteriormente, el predio cuenta con una superficie total de 11.19 has, el proyecto se establecerá en una superficie total de 6.26 hectáreas. En tanto que, se mantendrá un área de conservación de una superficie de 3.19 hectáreas.

En sentido de lo anterior, el presente Documento Técnico Unificado, somete a evaluación las actividades implicadas en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 6.26 hectáreas.

En apego al artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de fecha 5 de junio de 2018, Decreto por el que se reforman y adicionan diversas fracciones del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable del 13 de abril de 2020, al Decreto por el que se reforman diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de fecha 26 de abril de 2021 y al artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal de fecha 09 de diciembre de 2020 y a las Normas Oficiales Mexicanas, se solicita el Cambio de Uso del Suelo de una superficie de **6.26 hectáreas** distribuyéndose de la siguiente manera.

Superficie de cambio de uso de suelo.

Selva mediana	Sup. en m2	Sup. en has
Área verde	4,168.26	0.416
Andadores	3,588.09	0.358
Camino interior	7,081.87	0.708
Edificación	47,344.78	4.734
Alberca	470.00	0.047
Superficie de cambio de uso de suelo	62,653	6.26

Durante la etapa de preparación del terreno se llevarán actividades de Cambio de Uso de Suelo en áreas forestales mediante la remoción de la vegetación de selva mediana subperennifolia en una superficie de 6.26 hectáreas, el despalme y nivelación de las mismas. Las actividades de despalme consistirán en el retiro de la capa superficial (tierra vegetal) del terreno que por sus características mecánicas no es adecuada para desplante de infraestructura. Adicionalmente, el Cambio de Uso de Suelo implica el rescate y reubicación de flora y fauna; así como la conservación y enriquecimiento de áreas verdes naturales. **La etapa de preparación del sitio se llevará a cabo durante los primeros 10 años del proyecto.**

Áreas de aprovechamiento y conservación del proyecto.



DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA, SUBCUENCA Y MICROCUENCA DONDE SE ENCUENTRA UBICADA LA SUPERFICIE SOLICITADA INCLUYENDO CLIMA, TIPOS DE SUELO TOPOGRAFÍA, HIDROGRAFÍA, GEOLOGÍA Y LA COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA POR TIPO DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA.

Elementos físicos de la subcuenca hidrográfico en donde se ubique el predio sujeto a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Clima

De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981), y el Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo, publicado por el INEGI (2002), se tiene que en la zona norte del estado correspondiente a la cuenca 32A (subcuenca “d”) de acuerdo al comportamiento de la precipitación y la temperatura en términos de sus características a través del tiempo además de otros elementos como evaporación, humedad relativa entre otros predominan los siguientes subtipos de clima:

El extremo norte desde Puerto Morelos a Chiquilá, pasando por Cancún y la zona continental e incluyendo al municipio de Isla Mujeres se manifiesta el subtipo climático Aw0 (x’), cálido subhúmedo, el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, de 1000 mm, tiene una temperatura media anual de 26 °C, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el mes más caliente menor a 5° C, por lo que es isotermal.



El subtipo Aw1 (x') de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkín colindante con el Aw0 y el Aw2, manifiesta una temperatura media anual de 26 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 y 7° C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad, por otro lado la precipitación promedio anual es de 1100 a 1200 mm. En este tipo de clima se ubica el predio de interés.

La franja costera occidental desde Playa del Carmen, hasta Tulum, que básicamente se encuentra en el límite de la cuenca 32A y prolongándose hasta Xcalak, rige el más húmedo

de los cálidos subhúmedos, el subtipo Aw2 (x'), con temperatura media anual de 26°C, isotermal, con una precipitación anual de 1200 a 1300 mm.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información de 1990 al 2000), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la estación meteorológica de Playa del Carmen que se encuentra en la cuenca 32A y donde se ubica el proyecto, le confiere características climáticas como sigue:

Datos climáticos de la cuenca hidrológica-forestal

Cuenca	Régimen de lluvias	Precipitación Media Anual (mm)	Temperaturas °C.		
			Mínima	Media	Máxima
32A	Verano	1,231.23	13.5	26.8	36.5

Datos proporcionados por CNA (Estación Meteorológica Playa del Carmen 1990-2000).

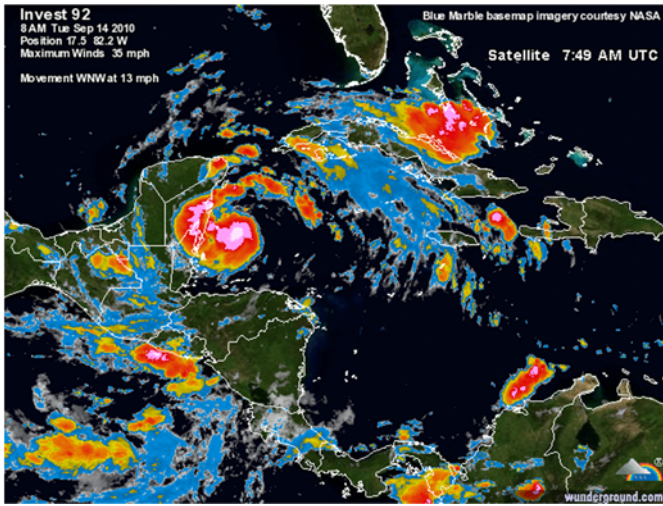
Por otra parte, los vientos dominantes son del este y sureste con una importante contribución de vientos del norte durante los meses de invierno.

De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (información correspondiente al año 2009), y el Estudios Hidrológico del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la ciudad de Cancún que se encuentra en la cuenca 32A, le confiere características de velocidad de los vientos como sigue:

Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA, (2009).

Cuenca	Velocidad de los vientos en km/h		
	Mínima	Máxima	Promedio
32A	0.01	23.26	9.82

Fenómenos meteorológicos.



Durante el verano, en el Mar Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, y dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre, y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

Septiembre es el mes en que se registra la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993).

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para la cuenca 32A (subcuenca “d”), existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Caribe afecten la zona costera y en particular la Riviera Maya ya que generalmente esta se encuentra en su radio de acción y aun cuando estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona hasta antes del paso del Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración.

En 1955, Janet afectó las costas del Estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. En casos más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó. Igualmente, el huracán Emily y Wilma afectó las costas de Quintana Roo en el 2005, principalmente desde Tulum a Cancún y el Dean en el 2007, la zona de Mahahual.

En la tabla siguiente se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2022) con influencia en el Territorio Estatal.

Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años.

Año	Nombre	Etapa y Categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Máxima (Km/h)
2017	Franklin	H1	Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco,	Del 07 al 10 de agosto	138
	Nate	H1	L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 04 al 09 de octubre	148
	Harvey	H4	Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José María Morelos, Bacalar, Cozumel Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2016	Eart	H1	Othón P. Blanco	Del 02 al 06 de agosto	120
	Colin	TT	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, Benito Juárez, L. Cárdenas, Puerto Morelos.	Del 05 al 07 de junio	83
2014	Hanna	TT	José María Morelos	Del 22 al 28 de octubre	64
2012	Ernesto	H1	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 1 al 10 de agosto	140
2011	Don	TT	Benito Juárez	Del 27 al 30 de julio	83
	Harvey	TT	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 19 al 22 de agosto	91
	Rina	H2	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Del 23 al 28 de octubre	174
2010	Karl	H3	Al norte del poblado de Calderitas	Del 14 al 18 de septiembre	195
2008	Dolly	H2	Cozumel y Cancún	Del 20 al 24 de julio	160
	Arthur	H2	Suroeste de Chetumal	Del 31 de mayo al 2 de junio	160
2007	Dean	H5	Mahahual	Del 13 al 23 de agosto	270
2005	Wilma	H5	Cozumel y Puerto Morelos	Del 15 al 28 octubre	324
	Emily	H5	Cozumel y Playa del Carmen	Del 10 al 21 julio	269
2000	Keith	H1	La Unión	Del 28 de sept al 6 de octubre.	140

Fuente: Secretaría de Gobierno. Coordinación Estatal de Protección Civil; Departamento de Meteorología.
<https://qroo.gob.mx/segob/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal>.

NOTA: para el caso del 2018-2020, estos datos todavía no los actualiza la página del Gobierno del Estado.

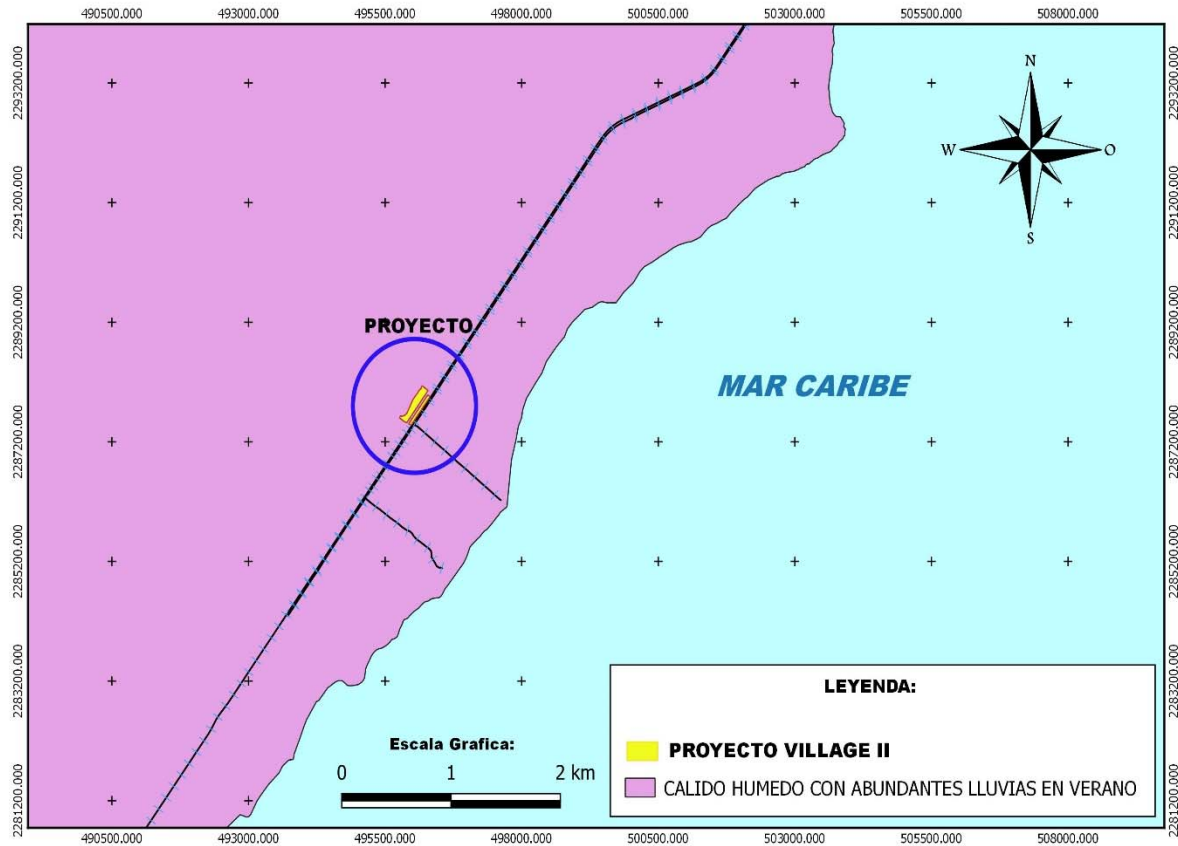
La trayectoria del centro del sistema tropical Harvey en el 2017, no tuvo lugar de entrada en el territorio estatal, pero si tuvo influencia en los municipios mencionados.

Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los nortes y las suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 118 km/hr.

Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/hr.

Las suradas o surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del sureste y se desplaza al noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/hr y rachas de 80 km/hr.

Clima de la cuenca donde se ubica el predio
MAPA DE TIPOS CLIMÁTICOS DEL PROYECTO: VILLAGE II"



Geología y geomorfología

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m.

La porción norte del estado, que corresponde a la cuenca 32A (subcuenca "d") en donde se ubica la Riviera Maya, y el conjunto de predios de interés las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años).

Las rocas más jóvenes que forman la geología superior son de edades del Pleistoceno reciente. Afloran en áreas dispersas, las coquinas, calizas y depósitos del litoral areno-arcilloso se pueden observar en la franja costera; mientras que el material residual arcilloso y calichoso es producto de alteraciones de espesor reducido en las áreas anteriores. El nivel del agua comienza a ascender y alcanza su mayor velocidad en el Pleistoceno, como consecuencia del aumento de la temperatura y la retirada de los hielos en la última glaciación.

Geología Estructural.

Las investigaciones realizadas en la Península de Yucatán por la Sociedad Geológica de Nueva Orleans, revelan tres zonas principales de fracturamiento y fallamiento, y que estructuralmente caracterizan al estado.

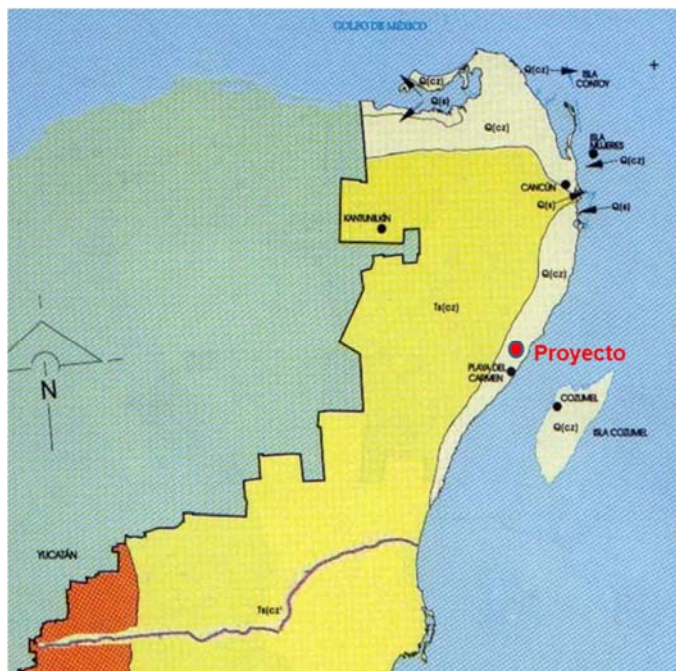
El análisis estructural de la región, presentado por el Estudio Hidrológico de Quintana Roo (INEGI, 2002), indica que los rasgos observados tienen orientaciones preferenciales asociados a las estructuras mencionadas de dirección NE-SW y NW-SE.

Los rasgos estructurales más notables se exhiben en dos direcciones básicamente en el sur, una que corresponde principalmente a fracturas y que presenta la falla de mayor extensión alineándose de noroeste a sureste, la otra se relaciona con la orogénesis del Eoceno Superior, durante esta fase tectónica compresiva se afectó notablemente a las antillas y en la Península solo se produjo un abombamiento y mínimas deformaciones el cual se representa en la costa maya.

Litología.

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, (cuenca 32A, subcuenca "d"), es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).



La porción norte de Quintana Roo, que comprende la cuenca 32A (subcuenca "d") desde el punto de vista geológico, corresponde al Terciario Superior Ts (cz).

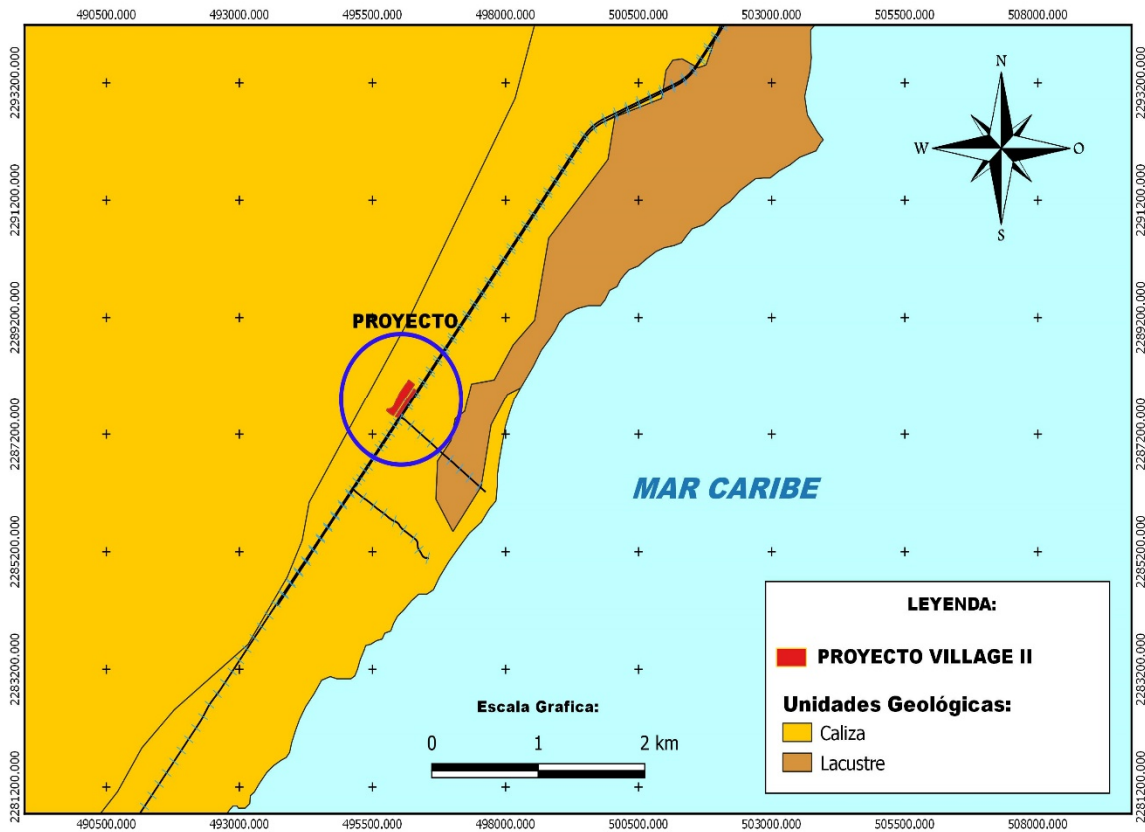
Terciario Superior Ts (cz), ésta formación descansa concordante con la Estero Franco sobre la de Bacalar, o en discordancia sobre las rocas del Eoceno. Esta unidad se localiza desde la Bahía de Chetumal hasta casi llegar al litoral norte del estado cubriendo la mayor parte de este. Unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto asignada al Mioceno Superior- Plioceno formadas por calizas macrocristalinas y de diferentes texturas: biomicrita, ooespatita, oolinita o biocalcarenita de facies de plataforma somera y color café claro amarillo, rojo y blanco. Está constituida por una

calcirudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes

fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos además de foraminíferos entre otros, también se encuentran calizas compactas con Peneroplidae del género *Archaias* considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas.

El predio donde se ubica el proyecto, corresponde al Cuaternario Q (cz) que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Geología de la cuenca donde se ubica el predio
MAPA DE UNIDADES GEOLÓGICAS DEL PROYECTO: VILLAGE II"

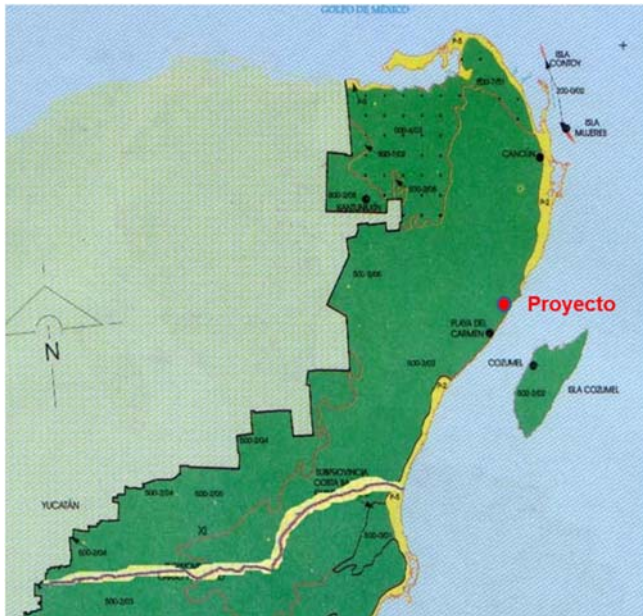


Topografía.

La Península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco unos centímetros cada siglo adquiriendo una forma de relieve plana con escasa elevación y una ligera inclinación de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos llegando a conformar parte de la provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán.

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el estado de Quintana Roo queda ubicado en esta provincia, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

Carso y Lomeríos de Campeche
Carso Yucateco
Costa Baja de Quintana Roo.



La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca “d”), cubre una mayor extensión de superficie del estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el conjunto de predios de interés, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes

depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera.

Relieve del terreno, elevaciones, cerros, montañas, porcentajes mínimos y máximos de pendiente y exposiciones predominantes.

La cuenca 32A (subcuenca “d”) se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente (del 5%) descendente hasta el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas ondulaciones en que se alternan crestas y depresiones conformando elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (colindante hacia el estado de Yucatán).

Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Pendiente media

La zona norte de la entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Relieve

Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del

comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones recíprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

Tipos de Suelo

Tipos de Suelo y grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica.

Leptosoles

De acuerdo a la clasificación actualizada de la FAO/UNESCO (2006) y modificada en el 2007 para la cuenca 32A, (subcuenca "d") en específico la zona norte de Quintana Roo, se reportan el grupo de suelo denominado Leptosoles.

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Los Leptosoles incluyen los: Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos Lítico del orden Entisol (Estados Unidos de Norteamérica); Leptic Rudosols y Tenosols (Australia); y Petrozems y Litozems (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas, y aquellos sobre otras rocas, a los Rankers. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.

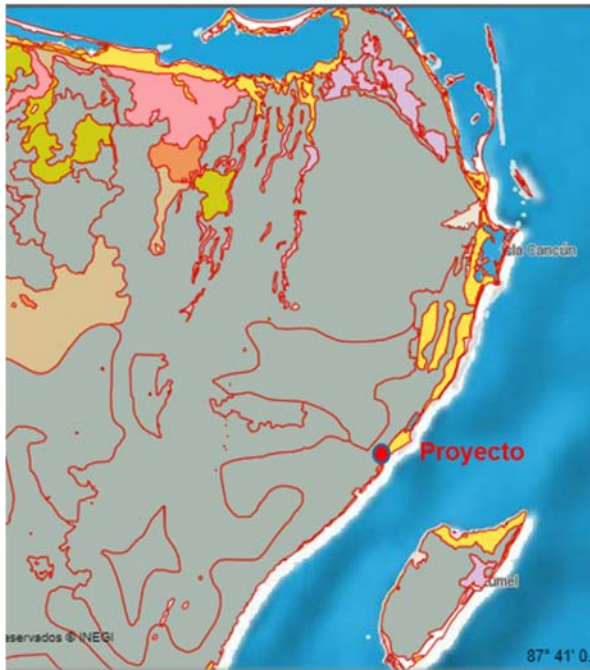
Distribución regional de Leptosoles

Los Leptosoles son el GSR más extendido sobre la tierra, extendiéndose alrededor de 1 655 millones ha. Los Leptosoles se encuentran desde los trópicos hasta la tundra fría polar y desde el nivel del mar hasta las montañas más altas. Los Leptosoles están particularmente extendidos en áreas de montaña, notablemente en Asia y Sudamérica, en los desiertos de Sahara y Arabia, la Península Ungava del norte de Canadá y en las montañas de Alaska. En otras partes, los Leptosoles pueden encontrarse sobre rocas que son resistentes a la meteorización o donde la erosión ha mantenido el paso con la formación de suelo, o ha removido la parte superior del perfil de suelo. Los Leptosoles con roca continua a menos de 10 cm de profundidad en regiones montañosas son los Leptosoles más extendidos.

Manejo y uso de Leptosoles

Los Leptosoles son un recurso potencial para el pastoreo en estación húmeda y tierra forestal. Los Leptosoles a los que aplica el calificador Réndzico están plantados con teca y caoba en el Sudeste Asiático; los que están en zonas templadas están principalmente bajo bosque caducifolio mixto

mientras que los Leptosoles ácidos comúnmente están bajo bosque de coníferas. La erosión es la mayor amenaza en las áreas de Leptosol, particularmente en regiones montañosas de zonas templadas donde la alta presión de población (turismo), la sobreexplotación y creciente contaminación ambiental llevan al deterioro de bosques y amenazan grandes áreas de Leptosoles vulnerables. Los Leptosoles en pendientes de colinas generalmente son más fértiles que sus contrapartes en tierras más llanas. Uno o unos pocos buenos cultivos podrían tal vez producirse en tales pendientes, pero al precio de erosión severa. Las pendientes pronunciadas con suelos someros y pedregosos pueden transformarse en tierras cultivables a través del aterrazado, remoción manual de piedras y su utilización como frentes de terrazas. La agroforestación (una combinación o rotación de cultivos arables y árboles bajo control estricto) parece promisorio, pero está todavía en una etapa muy experimental. El drenaje interno excesivo y la poca profundidad de muchos Leptosoles pueden causar sequía aún en ambientes húmedos.



De acuerdo con la cartografía del INEGI, 2002-2007 y estudios hidrológicos de Quintana Roo, 2002, para la cuenca 32A, (subcuenca "d"), se reportan las siguientes asociaciones de suelo el cual se describe una síntesis de forma general de los más importantes.

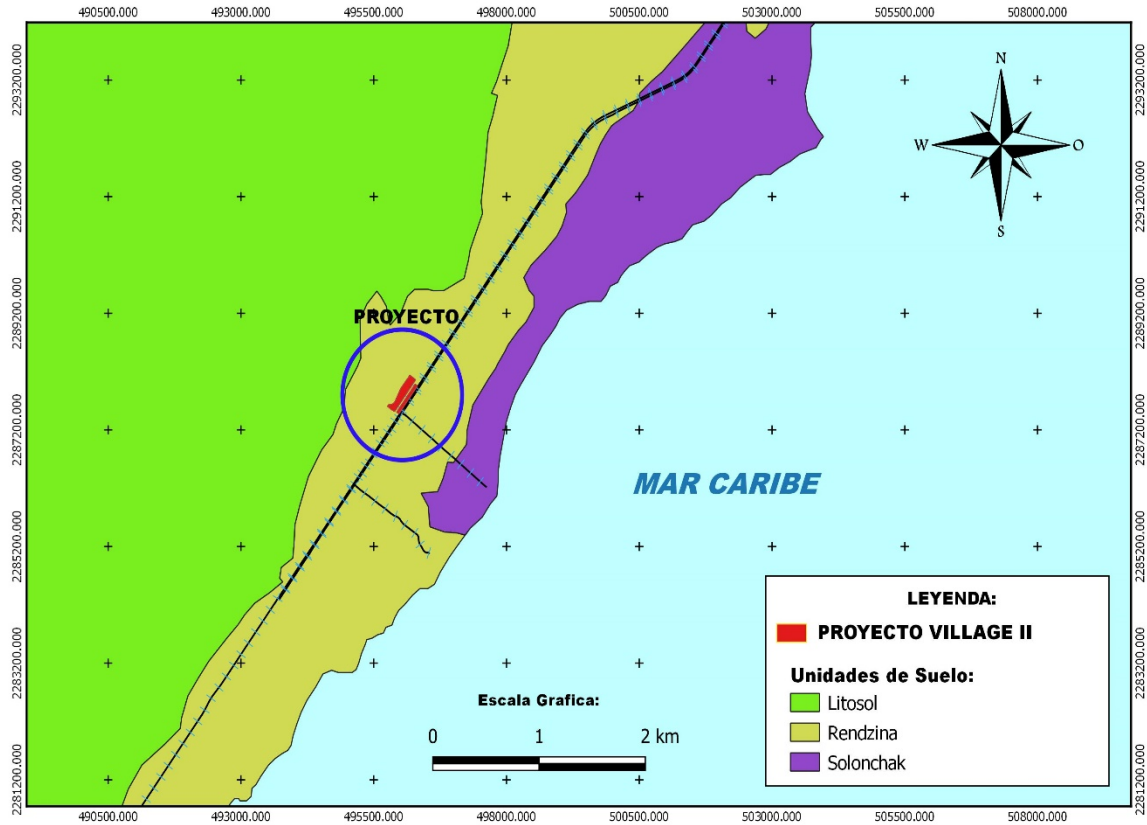
El primer grupo (Zo+Rc/1) Zolonchak órtico más Regosol calcárico con textura gruesa. Este grupo de suelo se distribuye sobre la barra arenosa paralela a la costa tiene un ancho de aproximadamente de 20 a 50 m, y en algunos lugares hasta 100 m, en el se distribuye por lo general la duna costera y en las partes de las zonas inundables se distribuye el humedal.

Segundo grupo Leptosoles: (E +I/2) Rendzina más Litosol con textura media. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación

secundaria además de establecimiento de cultivos. En este tipo de suelo se ubica el predio de interés.

Tercer grupo (I+Rc+E/2) Litosol más Regosol calcárico más Rendzina con textura media. Este grupo de suelo se distribuye en una pequeña franja paralela a la costa norte y hasta la laguna de Nichupté.

Tipos de suelo de la cuenca donde se ubica el predio
MAPA DE UNIDADES DE SUELO DEL PROYECTO: VILLAGE II"



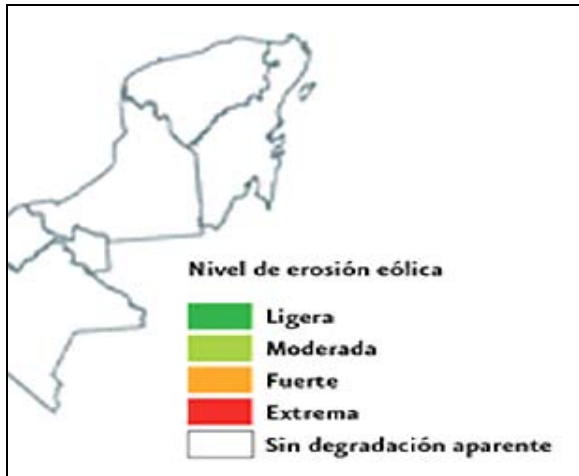
Estado de conservación del suelo

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura de la cuenca 32A, (subcuenca "d") tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento ciclónico o de otra naturaleza el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones , actividades agropecuarias o se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Además de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la SEMARNAT¹, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

1 http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html

De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente.



Niveles de erosión eólica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008)



Niveles de erosión hídrica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008)

En lo que respecta al grado de conservación del suelo, las condiciones naturales del sitio, no presentan problemas de erosión, ya que no hay pendientes muy pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. De igual manera en la cuenca 32A, (subcuenca d”) se encuentra cubierta de vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea en avanzado grado de recuperación que protege la capa de suelo presente y contribuye a su formación.

Hidrología superficial y subterránea

De acuerdo con estudios hidrológicos del estado (INEGI, 2002) y la Comisión Nacional del Agua (CNA), la zona que comprende la, cuenca 32A (subcuenca “d”) Riviera Maya, en la que se incluye el tramo Playa del Carmen Puerto Morelos y su área de influencia, se caracteriza por tener precipitaciones mayores de los 1000 mm anuales así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano.



Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

Desde el punto de vista geohidrológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la figura siguiente, se muestran los fracturamientos principales y secundarios del estado de Quintana Roo y se definen las direcciones

de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)

El flujo regional es de la parte Oeste del estado de Quintana Roo y fluye por medio del fracturamiento principal y secundario hacia las costas.

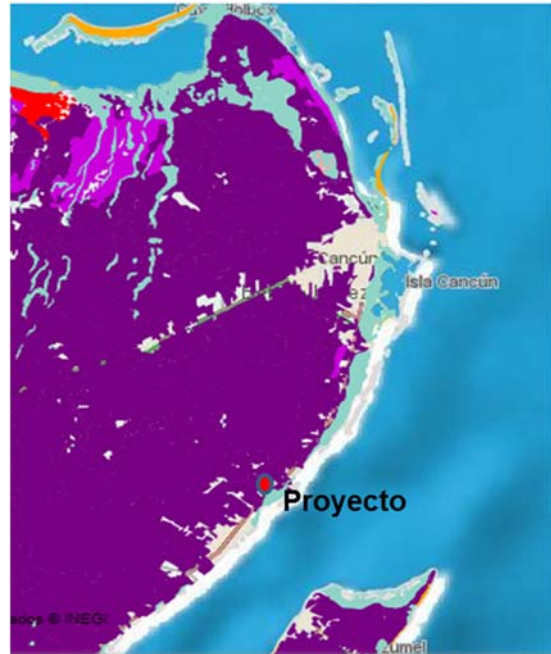
Elementos biológicos en la unidad hidrográfica forestal.

Vegetación

Descripción de los tipos de vegetación presentes en la unidad de análisis (cuenca 32A subcuenca "d") de acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI INEGI.

La vegetación de la cuenca 32A (Quintana Roo), (subcuenca "d") y en específico la zona norte del estado de Quintana Roo, presenta un mosaico de comunidades vegetales que responden a un conjunto de condiciones edáficas, geomorfológicas, microclimáticas y antropogénicas.

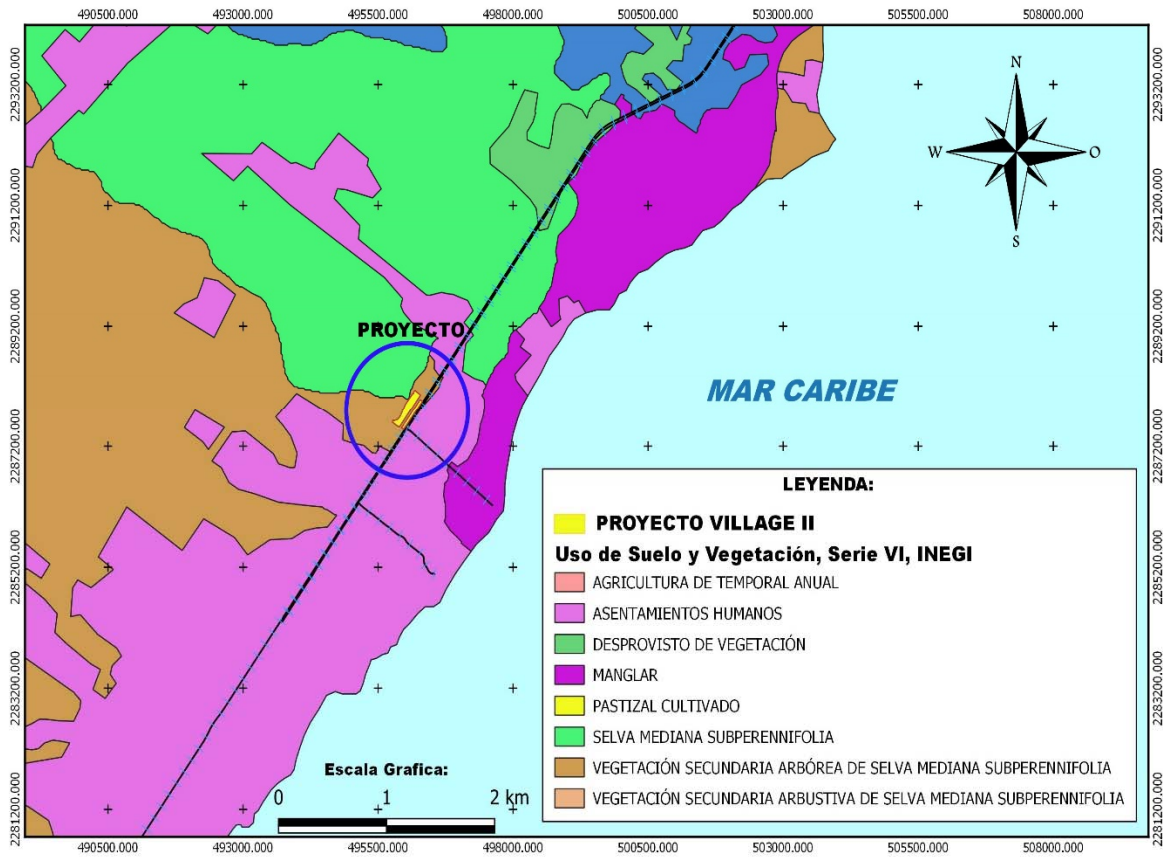
A lo largo de la subcuenca se pueden observar ecosistemas costeros como humedales y en la medida que cambia la elevación se puede observar la selva y vegetación secundaria en general producto de las diferentes actividades realizadas por las poblaciones cercanas.



De este a oeste, el patrón general de distribución de los ecosistemas en la cuenca, es el siguiente:

- Duna costera (VU)
- Manglar (VM)
- Tular (VT)
- Cuerpos de agua (H2O)
- Selva Baja subcadufolia (SBS)
- Selva mediana subperennifolia (SMQ)

Tipos de vegetación de la cuenca donde se ubica el predio
MAPA DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL PROYECTO: VILLAGE II"



Duna costera. (VU)



De acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI (2017) y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Esta comunidad vegetal se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por la presencia de plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomea pes-caprae*), alfombrilla (*Ambrosia marítima*), (*Croton ssp.*), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc., También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero

(*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceto (*Randia sp*), espinillo blanco (*Acacia sphaerocephala*), mezquite (*Prosopis julifera*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus sp*) entre otros.

En particular para la cuenca 32A, esta vegetación se encuentra en las zonas de playa en la costa, donde se ve interrumpida por la selva que a la vez se mezcla con el manglar, se encuentra distribuido en franjas de entre 30 y 100 m de ancho, dentro de esta vegetación se puede observar

dos tipos de asociaciones las cuales se distinguen de acuerdo a la dominancia de especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas.

Manglar (VM).

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas, conocidas como mangles que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con clima cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.



Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre sin ser necesariamente plantas halófilas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato y el estrato dominante que forma es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarboreo o hasta arbustivo, las alturas de los mangles pueden variar, de manera general desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado o negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Para la cuenca 32A, los manglares, en general presentan dominancia de al menos 3 especies de las cuatro presentes en la Península de Yucatán con diferentes alturas que van desde 1 hasta 8 m. asociado entre sí, se desarrollan a manera de mosaicos en el que en ocasiones es difícil diferenciar una comunidad de otra, dada la gran mezcla de elementos que lo constituyen. Sin embargo, puede observarse una transición desde las áreas de tierra firme sobre todo por el verde intenso del mangle todo del año.

Tular (VT).



Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 80 cm hasta 2.5 m de altura.

Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp), y tulillo (*Scirpus* spp), pero

también incluye los llamados carrizales de *Phragmites communis* y *Arundo donax* y los “saibadales” de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

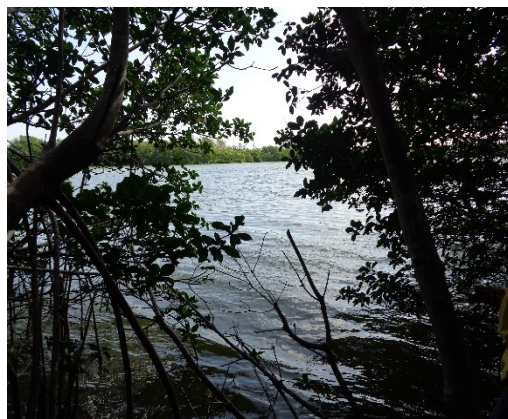
En general tanto el tular forma parte de las zonas inundables de la cuenca 32A, representando una menor proporción que a decir verdad en la escala a la que se presenta la serie V, no son cartografiables.

Cuerpos de agua (H2O).

Los cuerpos de agua permanentes en la cuenca 32A son pocos, sobre todo las lagunas que se encuentran en las inmediaciones de la costa, como laguna nichupte.

Selvas. (tipos de vegetación)

De acuerdo a la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que estas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia.



Otro aspecto que considera el sistema de clasificación es el que se denomina Desarrollo de la Vegetación que agrupa a la vegetación por su grado de afectación, ya sea por causas naturales o antropogénicas, así pues, se habla de vegetación primaria, esto es sin disturbio o bajo nivel del mismo o secundaria, que es aquella que debido a perturbaciones ha sido modificada y presenta el proceso de sucesión.

Desarrollo de la vegetación (2.1.7) Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera lo siguiente:

Vegetación primaria: es aquella en que la vegetación no presenta alteraciones significativas o la degradación no están manifiesta.

Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, en el apartado 2.1.9 de la guía correspondiente se menciona (párrafo quinto) Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación aun en campo, se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

Vegetación Secundaria herbácea

Vegetación Secundaria arbustiva

Vegetación Secundaria arbórea



Selva Baja subcaducifolia (SBS)

De acuerdo a Miranda, 1958. (Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán) la selva baja alcanza alturas entre 8 y 15 m, pero en general es más baja (6-8 m), distinguiéndose por la continua presencia de la elegante palma llamada yaxhalache' o kuka' (*Pseudophoenix sargentii*) intercalada en mayor o menor abundancia con la despeinada (*Beucarnea pliabilis*).

Esta palma se encuentra a lo largo de la costa noreste de la Península, cerca de Puerto Morelos Quintana Roo, y la región del Cuyo en Yucatán, colindando con la selva subperennifolia de zapote con chit. En la selva baja desidua con

Pseudophoenix eran frecuentes la *Beucarnea pliabilis*, *Eugenia* sp, *Guayacum santum* y *Plumeria obtusa* entre otros.

De acuerdo a los estudios hidrológicos de Quintana Roo (INEGI 2002), la selva baja subcaducifolia se ubica entre los poblados de Felipe Carrillo Puerto, Tulum y una porción de Puerto Morelos en la costa centro-norte de Quintana Roo, esta selva limita principalmente con la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.

El estrato superior típico lo componen elementos de 6 a 8 m de altura como: chechem (*Metopium brownei*), pomolché (*Jatropha gaumeri*), chaca (*Bursera simaruba*) y chicozapote (*Manilkara zapota*).; en el estrato intermedio corresponde a elementos de 3 a 5 m, como, flor de mayo (*Plumeria rubra*), despeinada (*Beucarnea pliabilis*), kuka (*Pseudophoenix sargentii*) y en el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m, como subín (*Acacia cornigera*), pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), etc.

De acuerdo a la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014, la selva baja subcaducifolia se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya.

Los climas en que se desarrollan son los del tipo Semicalido subhúmedo y Seco semicalido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnm sobre suelos poco desarrollados y poco profundos.

Fisonómicamente es semejante a la SBC, excepto en que los arboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de *Beucarnea pliabilis* y *Pseudophoenix sargentii*.

El estrato superior típico lo componen en elementos con 5 o 6 metros de altura como chechen negro (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), pomolche' (*Jatropha gaumeri*), chaka (*Bursera simaruba*), ya'axnik (*Vitex gaumeri*), sak-katsim (*Mimosa bahamensis*), kitanche (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), boob (*Coccoloba barbadensis*), en el estrato intermedio tiene a elementos de 2 a 3 metros de altura como Nance (*Byrsonimia crassifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), ts'ipil (*Beucarnea pliabilis*), palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*), palma de guano (*Sabal yapa*), katalox (*Swartzia cubensis*), chi'may (*Pitcellobium dulce* y *P. albicans*) y Crotón ssp. En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m de altura como: Subin (*Acacia* sp.), pata de vaca (*Bauhinia* sp) y subinche (*Platimisiium yucatanum*).

Son especies importantes: *Metopium brownei* (boxchechen) *Lysiloma latisiliqua* (tzalam), *Beucarnea pliabilis* (ts'ipil), *Pseudophoenix sargentii* (kuka'), *Agave angustifolia* (ki, babki'), *Bursera simaruba* (chaka'), *Nopalea gaumeri* (tsakam), *Bromelia pinguin* (ch'om), *Coccoloba* sp (boob) y *Thevetia gaumeri* (akits).

En la cuenca 32A y específicamente la subcuenca "d" este tipo de vegetación comprende una porción que se distribuye paralela la carretera federal en el tramo Tulum – Akumal, es una selva baja subcaducifolia en donde los elementos componentes principales son la palmas (*Pseudophoenix sargentii*, *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*), así como chicozapote (*Manilkara zapota*), el chaca (*Bursera simaruba*) la despeinada (*Beucarnea pliabilis*) y flor de mayo (*Plumeria rubra*). Esta vegetación se encuentra con cierto grado de perturbación al estar sometida a la presión principalmente por el ruido que ocasionan el flujo vehicular de la carretera federal y de los turistas que ingresan a los desarrollos colindantes, así mismo los impactos ocasionados por los huracanes en años anteriores se hacen presente, pues se observa árboles y arbustos caídos, quebrados y descopados en la zona.

Esta vegetación en general tiene una altura de entre 4 a 6 m y algunos individuos de palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*) que llegan alcanzar hasta los 8 m de altura sobresaliendo del dosel, así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación.

Selva mediana subperennifolia (SMQ)

De acuerdo a la cartografía de uso de suelo y vegetación serie VI y a la guía de interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, del INEGI 2014. Los componentes arbóreos de este tipo de vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50% se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28°C. La precipitación total anual del orden de 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas carsticas.



Los arboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas. Los arboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran varios tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo) *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato, jiate, copal), *Manilkara zapota* (ya' zapote, chicozapote), *Lysiloma latisiliquum*. (tzalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (yaaxnic), *Bucida buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasche), *Psidium sartorianum* (pichiche'), *Carpodiptera*

floribunda. Las epifitas más comunes son algunos helechos y musgos abundantes orquídeas, bromelias y aráceas

Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo, (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero, y Oaxaca.

Este tipo de vegetación cubre prácticamente toda la cuenca 32A con excepción de la zona costera de la misma, en donde prevalece la zona inundable, y una pequeña porción de selva baja, presenta cierto grado de disturbio por los ya numerosos asentamientos humanos, y las actividades agropecuarias (vegetación secundaria arbórea), como la milpa, la ganadería y otras actividades como los bancos de préstamo que han cambiado su composición natural.

Los árboles que componen este tipo de vegetación en la cuenca presentan diferencias de alturas que van de los 8, 10 y hasta 15 m, en esta asociación se observa la presencia de palmas formando parte del estrato bajo y medio, algunas especies arbóreas presentan contrafuertes y por lo general poseen epifitas y lianas, las especies importantes de este tipo de vegetación son: *Lysiloma latisiliquum*, (Tzalam), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Bursera simaruba* (Chaká), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Vitex gaumeri* (ya'axnic), *Alseis yucatanensis* (ja'asche) entre otros.

Así también se menciona que esta asociación vegetal al igual que toda la cobertura forestal del estado ha sufrido del impacto de los diversos fenómenos naturales que con el paso de los años han afectado a la región y en específico la cuenca 32A, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados a demás de procesos de regeneración natural

De acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la INEGI serie VI, y las observaciones realizadas, la vegetación que cubre prácticamente todo la cuenca y en específico la subcuenca "d" donde se ubica el predio y que será afectada corresponde una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades entre ellas la agropecuaria a través de los años. Mismas que fueron abandonadas hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región. De esta manera, se considera que este ecosistema en sí corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que por ahora se encuentran ausentes.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI (INEGI), para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan hasta 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea en grado medio de conservación con una diferencia de altura, es decir al frente o cerca de la carretera federal se observa la vegetación con alturas de 5 a 6 m y en la medida que se adentra un km al fondo se observa alturas de hasta 10 m. con dominancia de especies características tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), jabin (*Piscidia piscipula*) xul (*Lonchocarpus xuul*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), entre otros, así también el ficus (*Ficus conitifolia*), chechem (*Metopium*

brownei), chacá (Bursera simaruba) y además de la poca presencia de las palmas chit (Thrinax radiata), y nakas (Coccothrinax readii) y la presencia de algunos relictos de chicozapote (Manilkara zapota), así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presente en la vegetación. Así como la presión que ejerce la población circundante de lado de las colonias populares, el cual se refleja en la extracción de madera de diámetros delgados, la extracción de tierra para jardín, la acumulación de basura a la orilla.

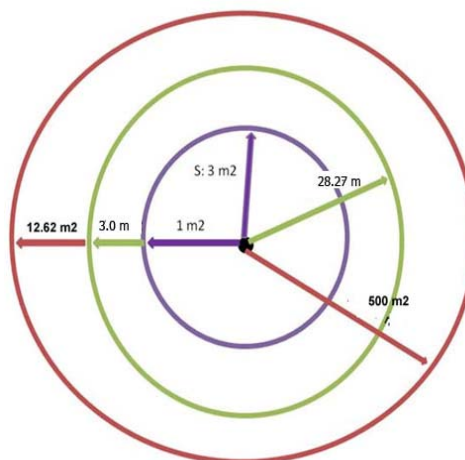
Para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia de la cuenca 32A (subcuenca “d”), se eligió el área a un predio cercano dentro del macro proyecto (Ximbal) al que le denominaremos Predio Particular (unidad de análisis), en este se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m2) y cuyas coordenadas de los sitios son las siguientes:

Coordenadas de los sitios de muestreo de la unidad de análisis (subcuenca d)

Faja	Sitio	X	Y
1	1	495216	2287919
	2	495172	2287940
	3	495121	2287955
2	4	495177	2287987
	5	495128	2287976
	6	495075	2287953
3	1	495184	2287861
	2	495169	2287823
4	1	495140	2287885
	2	495108	2287851
5	1	495070	2287878
	2	495044	2287844
6	1	495047	2289225
7	1	494876	2288330
	2	494787	2288232
	3	494664	2288167
8	1	495231	2287844
	2	495178	2287768
	3	495127	2287670
9	1	495119	2288864

Metodología detallada para el muestreo de vegetación de los tres estratos del área de la unidad de análisis (subcuenca d).

La toma de datos de campo se realizó del 01 al 03 de diciembre de 2021 de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área de la unidad de análisis (SAR), se levantaron 20 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 9 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera: (Anexo digital, datos predio cuenca).



Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m², es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m² y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3 m².

En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m² todos aquellos arboles por especie con DAP (diámetro a la altura del pecho) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m² Todos aquellos arbustos por especie con diámetros entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m² Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

Es importante señalar que una vez obtenido la información de campo se procede a procesar dicha información clasificando el arbolado en general de acuerdo a su forma biológica o forma de vida, por lo que es entonces cuando se estructura el listado florístico por estratos ubicando así a cada individuo en el listado general según corresponda a estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo.

De esta misma forma y en base a la distribución de dichos individuos por sitio de muestreo se elabora la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio y esta a su vez, sirve para la obtención del IVI (Índice de Valor de Importancia) mismo que viene de forma detallada en el apartado correspondiente.

Justificación de la representatividad del muestreo. (anexo digital representatividad del muestreo cuenca).

De acuerdo con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-152-SEMARNAT-2006, en la cual indica que el inventario realizado deberá tener una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10% a nivel predial, se tienen varios parámetros estadísticos que nos pueden indicar si un muestreo es suficiente para representar a la población bajo estudio.

Para este caso, se considera el tamaño de muestra (n), que indica el número de sitios necesarios y el error de muestreo (e%), que se refiere al porcentaje de error ocurrido durante dicho muestreo.

Para el cálculo del error de muestreo (E) se utilizó la siguiente formula:

$$E\% = \frac{t(CV)}{\sqrt{n}}$$

Donde:

t = T de Student.

CV = Coeficiente de variación.

n = Muestra realizadas.

E% = Error del muestreo (%).

Aplicando la
predio, se obtuvo el

$$e = \frac{1.7291 * 9.83}{\sqrt{20}} = 3.8 \%$$

formula anterior al muestreo del
siguiente resultado:

Por lo que, podemos inferir que de acuerdo a los datos obtenidos se tiene un error máximo del 3.8%, siendo mucho menor a lo requerido en la normatividad vigente, cumpliendo de esta manera, con la misma.

Con respecto al tamaño de muestra, se utilizó la siguiente formula

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

Donde:

n = Tamaño óptimo de muestra.

t² (n-1)(α/2) = Valor elevado a cuadrado de t de Student.

s² = Varianza de la muestra.

E = Máximo error de muestreo permisible (10%).

Aplicando la formula anterior al muestreo del predio, se obtuvo los siguientes resultados:

Cálculo del tamaño de muestra en el predio.

Promedio	Varianza	Desviacion estandar	t de Student	Muestra	Error permitido	Tamaño de muestra
14.71	2.0880	1.4450	1.7291	20	3.8	19.99

$$n = \frac{1.7291^2 * 9.83^2}{\text{Sitios}} = 19.99$$

Como podemos observar, aplicando una confiabilidad del 95% y un error permisible del 3.8%, de acuerdo a la variación del diámetro promedio de los sitios muestreados, y de acuerdo a la fórmula utilizada, se considera suficiente levantar 19.99 sitios, para el caso del presente estudio se realizó la misma cantidad requerida, con lo cual, se da cumplimiento a los lineamientos especificados en la NOM-152-SEMARNAT-2006.

Especies presente en la unidad de análisis por estratos

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	Familia
1	Alamo	Ficus cotinifolia	Moraceae
2	Boichic	Coccoloba spicata	Polygonaceae
3	Bolchiche	Coccoloba diversifolia	Polygonaceae
4	Bojom	Cordia gerascanthus	Boraginaceae
5	Canchunup	Thouinia paucidentata	Sapindaceae
6	Chaca	Bursera simaruba	Burseraceae
7	Chacni	Calyptanthes pallens	Myrtaceae
8	Chacte viga	Caesalpinia violacea	Fabaceae
9	Chechen negro	Metopium brownei	Anacaediaceae
10	Chechen blanco	Sebastiana adenphora	Euphorbiaceae
11	Chicozapote	Manilkara zapota	Sapotaceae
12	Ciricote	Cordia dodecandra	Boraginaceae
13	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	Sapotaceae
14	Cocoite blanco	Gliricidia maculata	Fabaceae
15	Elemuy	Mosanonna depressa	Annonaceae
16	Ekulub	Drypetes lateriflora	Euphorbiaceae
17	Granadillo	Platymiscium yucatanum	Fabaceae
18	Guaya	Melicoccus oliviformis	Sapindaceae
19	Guayabillo	Psidium sartorianum	Myrtaceae
20	Guayancox	Exothea diphylla	Sapindaceae
21	Higo	Ficus maxima	Moraceae
22	Jabin	Piscidia piscipula	Fabaceae
23	Jobillo	Astronium graveolens	Anacardiaceae
24	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	Fabaceae
25	Kaniste	Pouteria campechiana	Sapotaceae
26	Katalox	Swartzia cubensis	Fabaceae
27	Katzin	Acacia riparia	Fabaceae
28	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	Fabaceae
29	Maculis amarillo	Handroanthus chrysanthus	Bignoniaceae

30	Naranja che	Bonellia macrocarpa	Primulaceae
31	Palo sol	Blomia cupanioides	Sapindaceae
32	Perescutz	Croton glabellus	Euphorbiaceae
33	Roble	Ehretia tinifolia	Boraginaceae
34	Ruda	Diphysa carthagenensis	Fabaceae
35	Sak pich	Senegalia polyphylla	Fabaceae
36	Shuul blanco	Lonchocarpus xuul	Fabaceae
37	Silil	Diospyros tetrasperma	Ebenaceae
38	Sipche	Bunchosia swartziana	Malpighiaceae
39	Subinche	Mariosousa dolichostachya	Fabaceae
40	Tadzi	Neea psychotrioides	Nyctaginaceae
41	Tamay	Casearia laetioides	Salicaceae
42	Tastab	Guettarda combsii	Rubiaceae
43	Tojyub	Coccoloba acapulcensis	Polygonaceae
44	Tres marias	Esenbeckia pentaphylla	Rutaceae
45	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	Fabaceae
46	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	Fabaceae
47	Uchuche	Diospyros salicifolia	Ebenaceae
48	Uvasche	Ottoschulzia pallida	Metteniusaceae
49	Ya'axnik	Vitex gaumeri	Lamiaceae
50	Yaiti	Gymnanthes lucida	Euphorbiaceae
51	Zapotillo	Pouteria reticulata	Sapotaceae
52	Zapote faisán	Dipholis salicifolia	Sapotaceae
Estrato arbustivo			
1	Akitz	Cascabela gaumeri	Apocynaceae
2	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	Polygonaceae
3	Eugenia	Eugenia mayana	Myrtaceae
4	Guano blanco	Sabal yapa	Arecaceae
5	Majagua blanca	Hampea trilobata	Malvaceae
6	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	Fabaceae
7	Pomolche	Jatropha gaumeri	Euphorbiaceae
8	Xpukin	Callicarpa acuminata	Lamiaceae
9	Chit	Thrinax radiata	Arecaceae
10	Sakitsa	Neomillspaughia emarginata	Polygonaceae
11	Nakas	Coccothrinax readii	Arecaceae
Estrato herbáceo			
1	Chilar	Rivina humilis	Phytolaccaceae
2	Styzophyllum	Styzophyllum riparium	Bignoniaceae
3	Paulinia	Paullinia pinnata	Sapindaceae
4	Sac ak	Cydistia potosina	Bignoniaceae
5	Tulipan	Malvaviscus arboreus	Malvaceae

6	Xiat	Chamaedorea seifrizii	Areaceae
7	Yax ak	Arrabidaea podopogon	Bignoniaceae
8	Bejuco de caballo	Petrea volubilis	Verbenaceae
9	Xnantus	Ichnanthus lanceolatus	Poaceae

Valores de Densidad absoluta.

Con base en los muestreos realizados, se obtuvo el valor de la abundancia (densidad absoluta) definido como el número de individuos que fueron muestreados por unidad de área, es decir para el SAR se levantaron 20 sitios de 500 m² cada uno por lo que la suma representa 10,000 metros cuadrados y esto equivale a una a 1 hectárea de muestreo. Por ello en la siguiente tabla se muestran los resultados que se obtuvieron para este componente.

Densidad del estrato arbóreo de la unidad de análisis.

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
1	Alamo	Ficus cotinifolia	77
2	Boichic	Coccoloba spicata	46
3	Bolchiche	Coccoloba diversifolia	18
4	Bojom	Cordia gerascanthus	6
5	Canchunup	Thouinia paucidentata	38
6	Chaca	Bursera simaruba	101
7	Chacni	Calyptranthes pallens	14
8	Chacte viga	Caesalpinia violacea	1
9	Chechen negro	Metopium brownei	75
10	Chechen blanco	Sebastiania adenphora	3
11	Chicozapote	Manilkara zapota	5
12	Ciricote	Cordia dodecandra	6
13	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	1
14	Cocoite blanco	Gliricidia maculata	13
15	Elemuy	Mosanonna depressa	9
16	Ekulub	Drypetes lateriflora	1
17	Granadillo	Platymiscium yucatanum	5
18	Guaya	Melicoccus oliviformis	18
19	Guayabillo	Psidium sartorianum	9
20	Guayancox	Exothea diphylla	6
21	Higo	Ficus maxima	8
22	Jabin	Piscidia piscipula	29
23	Jobillo	Astronium graveolens	5
24	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	60
25	Kaniste	Pouteria campechiana	6

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
26	Katalox	Swartzia cubensis	16
27	Katzin	Acacia riparia	4
28	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	10
29	Maculis amarillo	Handroanthus chrysanthus	5
30	Naranja che	Bonellia macrocarpa	14
31	Palo sol	Blomia cupanioides	6
32	Perescutz	Croton glabellus	8
33	Roble	Ehretia tinifolia	6
34	Ruda	Diphysa carthagenensis	14
35	Sak pich	Senegalia polyphylla	3
36	Shuul blanco	Lonchocarpus xuul	128
37	Silil	Diospyros tetrasperma	105
38	Sipche	Bunchosia swartziana	8
39	Subinche	Mariosousa dolichostachya	9
40	Tadzi	Neea psychotrioides	53
41	Tamay	Casearia laetioides	9
42	Tastab	Guettarda combsii	7
43	Tojyub	Coccoloba acapulcensis	5
44	Tres marias	Esenbeckia pentaphylla	5
45	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	99
46	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	7
47	Uchuche	Diospyros salicifolia	17
48	Uvasche	Ottoschulzia pallida	6
49	Ya'axnik	Vitex gaumeri	27
50	Yaiti	Gymnanthes lucida	17
51	Zapotillo	Pouteria reticulata	2
52	Zapote faisán	Dipholis salicifolia	5
Total			1155

De la tabla anterior, puede observarse que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con la presencia de especies con individuos de 1 hasta 5/ha) por lo que para la unidad de análisis (SAR) se incluyen a 14 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 1155 ind/Ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en este ecosistema en términos de densidad son: el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 128 ind/ha, seguidos por el silil (*Diospyros tetrasperma*) con 105 y el chaca (*Bursera simaruba*) con 101 ind/ha. Por lo tanto, son los elementos mejor representados en términos de densidad dentro de esta asociación.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente tabla se anotan los valores de densidad para el SAR (unidad de análisis).

Valores de densidad para el estrato arbustivo de la unidad de análisis.

Estrato Arbustivo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
1	Akitz	Cascabela gaumeri	143
2	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	286
3	Eugenia	Eugenia mayana	768
4	Guano blanco	Sabal yapa	107
5	Majagua blanca	Hampea trilobata	107
6	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	214
7	Pomolche	Jatropha gaumeri	143
8	Xpukin	Callicarpa acuminata	125
9	Chit	Thrinax radiata	125
10	Sakitsa	Neomillspaughia emarginata	107
11	Nakas	Coccothrinax readii	89
Total			2214

De acuerdo con los valores presentados, se puede observar que existe una alta participación de los elementos considerados arbustivos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de especies mayores de 100 ind/ha de un total total de 2214 ind/ha para la unidad de análisis. De éstos la eugenia (*Eugenia mayana*), el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) comparten los más altos valores de densidad con 768, 286 y 214 ind/ha cada uno.

Valores de densidad para el estrato herbáceo del SAR (unidad de análisis).

Estrato Herbáceo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
1	Chilar	Rivina humilis	1333
2	Styzophyllum	Styzophyllum riparium	1000
3	Paulinia	Paullinia pinnata	1000
4	Sac ak	Cydista potosina	3833
5	Tulipancillo	Malvaviscus arboreus	1333
6	Xiat	Chamaedorea seifrizii	1667
7	Yax ak	Arrabidaea podopogon	1667
8	Bejuco de caballo	Petrea volubilis	667
9	Xnantus	Ichnanthus lanceolatus	1333
Total			13833

De acuerdo con los valores presentados, se puede observar que existe una alta participación de los elementos considerados herbáceos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de especies mayores de 300 ind/ha de un total total de 13833 ind/ha para la unidad de análisis. De éstos el sac ak (*Cydista potosina*), cuenta con el mayor numero de individuos al presentar 3833 ind/ha seguido por el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y el xiat (*Chamaedorea seifrizii*) con 1667

ind/ha y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*), Tulipancillo (*Malvaviscus arboreus*) y *Xnantus* (*Ichnanthus lanceolatus*) con 1333 ind/ha cada uno.

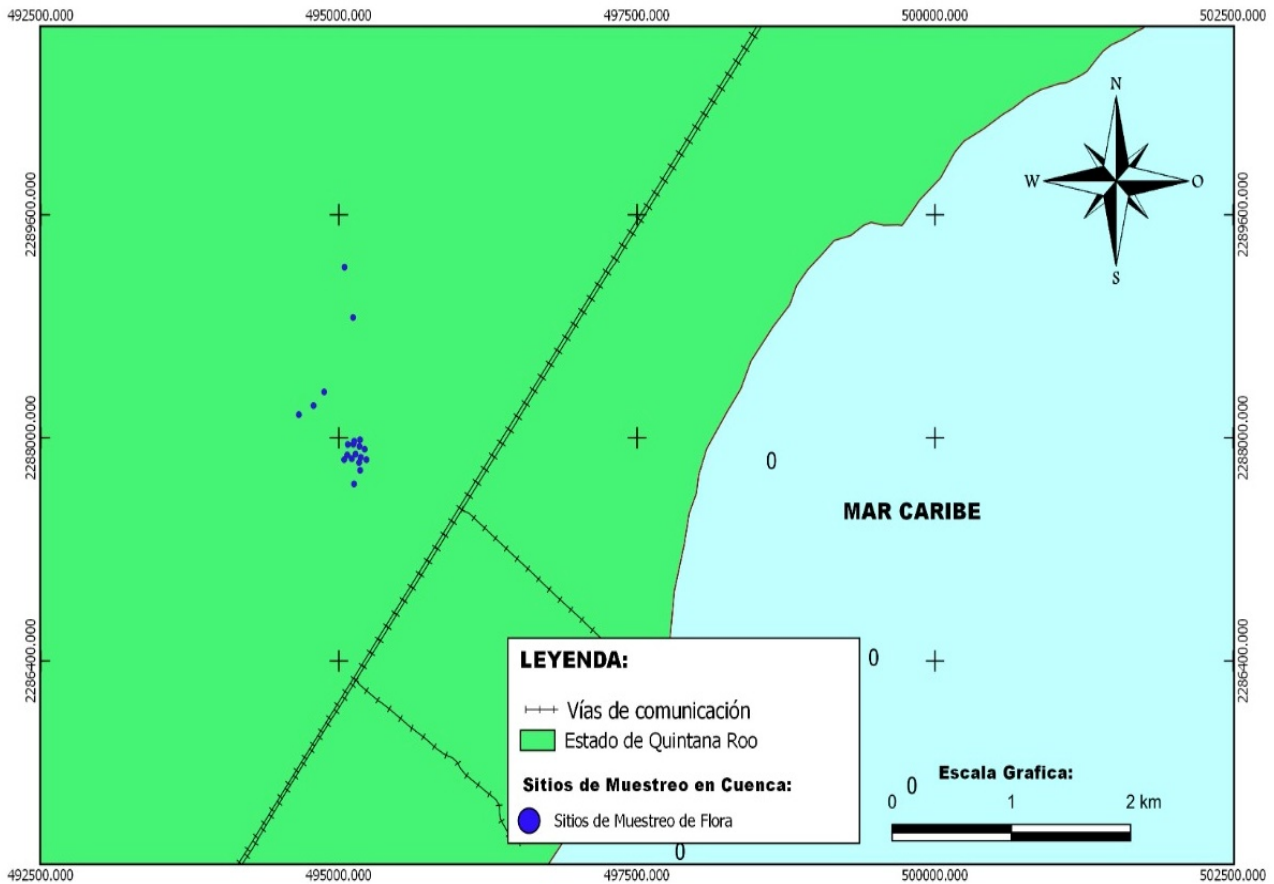
Listado florístico por tipo de vegetación identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la unidad de análisis.

Especies con categoría de riesgo de la unidad de análisis y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Nombre científico	Nombre común	Estrato	Ind/ha	Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Maculis amarillo	Arbóreo	5	Amenazada no endémica
<i>Astronium graveolens</i>	Jobillo	Arbóreo	5	Amenazada no endémica
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Arbustivo	125	Amenazada no endémica
<i>Coccothrinax</i>	Nakas	Arbustivo	89	Amenazada endémica

Sitios de muestreo flora cuenca

MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE FLORA SILVESTRE EN CUENCA DEL PROYECTO



Análisis de diversidad de la vegetación

Análisis de la vegetación del predio de la unidad de análisis contemplando los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) a través de los índices de diversidad (preferentemente valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener), asimismo se calcula el índice de equitatividad,

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

¿Cómo se mide?

La diversidad de las especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies. La riqueza de especies se refiere al número total de especies. A veces, los biólogos se interesan únicamente en la riqueza de especies, y la utilizan como medida única de la biodiversidad. La equidad de las especies mide la similitud de abundancia de las especies, en otras palabras, todas las especies son igualmente abundantes, o sus abundancias están sesgadas, es decir, unas pocas muy abundantes, y otras escasas

Para medir la diversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Para este caso se utilizó el índice de Shannon & Wiener.

Índice de Shannon – Weaver

Índice de Shannon - Weaver es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula de Brillouin; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en sus categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una misma categoría.

Índice de Shannon

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.[1] Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

S S número de especies (la riqueza de especies).

P_i proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N

N_i número de individuos de la especie i

N Número de todos los individuos de todas las especies

Log₂ la fórmula utiliza el logaritmo base 2

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia)

El concepto de uniformidad se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para H y Ĥ.

Si n₁ = n₂ = n₃ = n_i... = n, entonces:

$$N = s \sum n_i = sN$$

$$H_{max} = \ln s$$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada (Ĥ) para una situación dada se desvía del máximo teórico (H) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes. Es lo que se denomina equidad o uniformidad (J); en algunos escritos técnicos en castellano se emplea el desafortunado término equitabilidad o peor ecuitabilidad. Esto es, en el mejor de los casos, un anglicismo debido a los malos hábitos del profesor estadounidense Monte Lloyd.

Los Valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante. En este caso se ha verificado la metodología correspondiente y se presenta lo siguiente:

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y de Equitatividad (J) para cada estrato

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon _Weiner, se realizó mediante el programa computarizado especializado conocido como BioDiversity Pro versión 2.0, escrito por NeilMcAleece y diseñado por PJD Lamshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Derechos Reservados 1997.

Para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de una superficie de 3 m², 28 m² y 500 m² en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

Diversidad de Shannon-Weiner, y el valor de Equitatividad (J) para los tres estratos del SAR.

Estrato arbóreo selva mediana

#	Estrato arbóreo	Especie	Total/ha
1	Alamo	Ficus cotinifolia	77
2	Boichic	Coccoloba spicata	46
3	Bolchiche	Coccoloba diversifolia	18
4	Bojom	Cordia gerascanthus	6
5	Canchunup	Thouinia paucidentata	38
6	Chaca	Bursera simaruba	101
7	Chacni	Calyptanthes pallens	14
8	Chacte viga	Caesalpinia violacea	1
9	Chechen negro	Metopium brownei	75
10	Chechen blanco	Sebastiania adenphora	3
11	Chicozapote	Manilkara zapota	5
12	Ciricote	Cordia dodecandra	6
13	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	1
14	Cocoite blanco	Gliricidia maculata	13
15	Elemuy	Mosanonna depressa	9
16	Ekulub	Drypetes lateriflora	1
17	Granadillo	Platymiscium yucatanum	5
18	Guaya	Melicoccus oliviformis	18
19	Guayabillo	Psidium sartorianum	9
20	Guayancox	Exothea diphylla	6
21	Higo	Ficus maxima	8
22	Jabin	Piscidia piscipula	29
23	Jobillo	Astronium graveolens	5
24	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	60
25	Kaniste	Pouteria campechiana	6
26	Katalox	Swartzia cubensis	16
27	Katzin	Acacia riparia	4
28	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	10
29	Maculis amarillo	Handroanthus chrysanthus	5
30	Naranja che	Bonellia macrocarpa	14
31	Palo sol	Blomia cupanioides	6
32	Perescutz	Croton glabellus	8
33	Roble	Ehretia tinifolia	6
34	Ruda	Diphysa carthagenensis	14
35	Sak pich	Senegalia polyphylla	3
36	Shuul blanco	Lonchocarpus xuul	128
37	Silil	Diospyros tetrasperma	105

#	Estrato arbóreo	Especie	Total/ha
38	Sipche	Bunchosia swartziana	8
39	Subinche	Mariosousa dolichostachya	9
40	Tadzi	Neea psychotrioides	53
41	Tamay	Casearia laetioides	9
42	Tastab	Guettarda combsii	7
43	Tojyub	Coccoloba acapulcensis	5
44	Tres marias	Esenbeckia pentaphylla	5
45	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	99
46	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	7
47	Uchuche	Diospyros salicifolia	17
48	Uvasche	Ottoschulzia pallida	6
49	Ya'axnik	Vitex gaumeri	27
50	Yaiti	Gymnanthes lucida	17
51	Zapotillo	Pouteria reticulata	2
52	Zapote faisán	Dipholis salicifolia	5
Total			1155

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	4.728
Shannon Hmax Log Base 2.	5.700
Shannon J'	0.829

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato arbóreo presenta una buena diversidad ya que el resultado obtenido es de 4.72 y esto es entendible en virtud de que se reporta para este la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos con 0.829.

Estrato arbustivo selva mediana

#	Estrato arbustivo	Especie	Total/ha
1	Akitz	Cascabela gaumeri	143
2	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	286
3	Eugenia	Eugenia mayana	768
4	Guano blanco	Sabal yapa	107
5	Majagua blanca	Hampea trilobata	107
6	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	214

#	Estrato arbustivo	Especie	Total/ha
7	Pamolche	Jatropha gaumeri	143
8	Xpukin	Callicarpa acuminata	125
9	Chit	Thrinax radiata	125
10	Sakitsa	Neomillspaughia emarginata	107
11	Nakas	Coccothrinax readii	89
Total			2214

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.036
Shannon Hmax Log Base 2.	3.459
Shannon J'	0.878

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato arbustivo en el predio de la unidad de análisis se presenta alta diversidad (3.03), Es importante mencionar que en este estrato se presenta dos especies de palmas con escasa presencia mismas que están consideradas en la Norma Oficial. En cuento a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.878) por lo que las especies tienden a la equitatividad.

Estrato herbáceo selva mediana

#	Estrato herbáceo	Especie	Total/ha
1	Chilar	Rivina humilis	1333
2	Styzophyllum	Styzophyllum riparium	1000
3	Paulinia	Paullinia pinnata	1000
4	Sac ak	Cydista potosina	3833
5	Tulipan	Malvaviscus arboreus	1333
6	Xiat	Chamaedorea seifrizii	1667
7	Yax ak	Arrabidaea podopogon	1667
8	Bejuco de caballo	Petrea volubilis	667
9	Xnantus	Ichnanthus lanceolatus	1333
Total			13833

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	2.984
Shannon Hmax Log Base 2.	3.170
Shannon J'	0.941

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato herbáceo en el predio de la unidad de análisis presenta baja diversidad ya que el resultado obtenido es de 2.98. En cuento a los datos

de “J” sus valores se consideran altos en cuanto a la equitatividad de las especies, ya que el valor obtenido fue de 0.941

IVI=Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa.

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al (2001). Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

Para este caso específicamente del área de estudio de la unidad de análisis, se realizaron la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de estos parámetros de los estratos (Herbáceo, arbustivo y Arbóreo) y los resultados obtenidos son los siguientes:

Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa del predio del SAR.

Estrato arbóreo

#	N. COMUN	ESPECIE	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Alamo	Ficus cotinifolia	5.8534	6.6667	4.9689	17.4890
2	Boichic	Coccoloba spicata	4.8375	3.9827	4.9689	13.7891
3	Bolchiche	Coccoloba diversifolia	2.6939	1.5584	3.4161	7.6685
4	Bojom	Cordia gerascanthus	0.9675	0.5195	1.5528	3.0398
5	Canchunup	Thouinia paucidentata	2.4490	3.2900	3.1056	8.8446
6	Chaca	Bursera simaruba	5.4875	8.7446	4.6584	18.8905
7	Chacni	Calyptranthes pallens	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
8	Chacte viga	Caesalpinia violacea	0.1088	0.0866	0.3106	0.5060
9	Chechen negro	Metopium brownei	8.6863	6.4935	5.2795	20.4593
10	Chechen blanco	Sebastiania adenphora	0.8707	0.2597	0.6211	1.7516
11	Chicozapote	Manilkara zapota	2.0408	0.4329	0.9317	3.4054
12	Ciricote	Cordia dodecandra	1.2094	0.5195	1.2422	2.9711
13	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	0.1088	0.0866	0.3106	0.5060
14	Cocoite blanco	Gliricidia maculata	0.9796	1.1255	1.2422	3.3474
15	Elemuy	Mosanonna depressa	0.4354	0.7792	1.2422	2.4568
16	Ekulub	Drypetes lateriflora	0.0756	0.0866	0.3106	0.4727
17	Granadillo	Platymiscium yucatanum	1.3061	0.4329	0.9317	2.6707
18	Guaya	Melicoccus oliviformis	1.4694	1.5584	1.8634	4.8912
19	Guayabillo	Psidium sartorianum	0.7407	0.7792	1.5528	3.0728

#	N. COMUN	ESPECIE	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
20	Guayancox	Exothea diphylla	3.5556	0.5195	1.8634	5.9384
21	Higo	Ficus maxima	1.0975	0.6926	0.9317	2.7218
22	Jabin	Piscidia piscipula	5.2245	2.5108	3.7267	11.4620
23	Jobillo	Astronium graveolens	1.0975	0.4329	0.9317	2.4621
24	Kanazin	Lonchocarpus rugosus	3.3258	5.1948	3.4161	11.9367
25	Kaniste	Pouteria campechiana	1.8292	0.5195	1.5528	3.9015
26	Katalox	Swartzia cubensis	1.8141	1.3853	1.8634	5.0627
27	Katzin	Acacia riparia	0.4354	0.3463	0.3106	1.0923
28	Kitanche	Caesalpinia gaumeri	1.8141	0.8658	1.8634	4.5432
29	Maculis amarillo	Handroanthus chrysanthus	0.2177	0.4329	0.6211	1.2717
30	Naranja che	Bonellia macrocarpa	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
31	Palo sol	Blomia cupanioides	0.7347	0.5195	0.9317	2.1859
32	Perescutz	Croton glabellus	0.8889	0.6926	1.8634	3.4449
33	Roble	Ehretia tinifolia	1.4694	0.5195	1.8634	3.8522
34	Ruda	Diphysa carthagenensis	1.2245	1.2121	1.5528	3.9894
35	Sak pich	Senegalia polyphylla	1.0975	0.2597	0.9317	2.2889
36	Shuul blanco	Lonchocarpus xuul	3.9184	11.0823	4.9689	19.9696
37	Silil	Diospyros tetrasperma	3.6735	9.0909	4.6584	17.4228
38	Sipche	Bunchosia swartziana	0.9675	0.6926	1.5528	3.2129
39	Subinche	Mariosousa dolichostachya	1.2094	0.7792	1.2422	3.2308
40	Tadzi	Neea psychotrioides	3.6735	4.5887	4.6584	12.9206
41	Tamay	Casearia laetioides	1.4694	0.7792	1.8634	4.1120
42	Tastab	Guettarda combsii	1.2245	0.6061	1.5528	3.3833
43	Tojyub	Coccoloba acapulcensis	0.7740	0.4329	1.2422	2.4491
44	Tres marias	Esenbeckia pentaphylla	0.2963	0.4329	0.6211	1.3503
45	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	5.6599	8.5714	4.0373	18.2686
46	Takinche	Caesalpinia yucatanensis	0.1088	0.6061	0.3106	1.0255
47	Uchuche	Diospyros salicifolia	0.1088	1.4719	0.3106	1.8913
48	Uvasche	Ottoschulzia pallida	0.7740	0.5195	1.2422	2.5357
49	Ya'axnik	Vitex gaumeri	4.3537	2.3377	3.1056	9.7970
50	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.4444	1.4719	0.9317	2.8480
51	Zapotillo	Pouteria reticulata	0.1935	0.1732	0.3106	0.6772

#	N. COMUN	ESPECIE	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
52	Zapote faisán	Dipholis salicifolia	2.5548	0.4329	1.5528	4.5405
Total			100.000	100.000	100.000	300.000

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el chechem (*Metopium brownei*) con el 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.26, estas tres especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Estrato arbustivo

#	N. común	Especie	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Akitz	Cascabela gaumeri	20.2456	6.4589	8.8889	35.5934
2	Dzidzilche	Gymnopodium floribundum	14.5553	12.9178	13.3333	40.8064
3	Eugenia	Eugenia mayana	13.4172	34.6883	15.5556	63.6611
4	Guano blanco	Sabal yapa	25.9659	4.8329	6.6667	37.4654
5	Majagua blanca	Hampea trilobata	4.3127	4.8329	8.8889	18.0344
6	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	4.3127	9.6658	8.8889	22.8673
7	Pomolche	Jatropha gaumeri	4.4025	6.4589	6.6667	17.5281
8	Xpukin	Callicarpa acuminata	2.9949	5.6459	8.8889	17.5297
9	Chit	Thrinax radiata	4.3127	5.6459	8.8889	18.8474
10	Sakitsa	Neomillspaughia emarginata	3.2345	4.8329	6.6667	14.7340
11	Nakas	Coccothrinax readii	2.2462	4.0199	6.6667	12.9327
Total			100	100	100	300

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron la eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.66, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.80 y en tercer lugar el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.46, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en éste estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Estrato herbáceo

#	N. común	Especie	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Chilar	Rivina humilis	21.9298	9.6364	9.6774	41.2436
2	Styzophyllum	Styzophyllum riparium	3.5088	7.2291	9.6774	20.4153
3	Paulinia	Paullinia pinnata	9.3567	7.2291	6.4516	23.0374
4	Sac ak	Cydista potosina	10.5263	27.7091	29.0323	67.2677
5	Tulipan	Malvaviscus arboreus	14.6199	9.6364	6.4516	30.7079
6	Xiat	Chamaedorea seifrizii	3.5088	12.0509	9.6774	25.2371
7	Yax ak	Arrabidaea podopogon	29.2398	12.0509	12.9032	54.1939
8	Bejuco de caballo	Petrea volubilis	2.6316	4.8218	3.2258	10.6792
9	Xnantus	Ichnanthus lanceolatus	4.6784	9.6364	12.9032	27.2180
Total			100	100	100	300

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el bejuco sac ak (Cydista potosina) con 67.26, seguido por el yax ak (Arrabidaea podopogon) con 54.19 y en tercer lugar el chilar (Rivina humilis) con 41.24, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Caracterización de la fauna

Listados de fauna de los cuatro grupos de vertebrados superiores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), con sus respectivos datos de abundancia relativa e índices de diversidad para la superficie del área de la unidad de análisis.

Fauna

Ciudad Mayakoba que es donde se integra el proyecto Corazón Ciudad Mayakoba se encuentra actualmente rodeado por diversos desarrollos turísticos, residenciales y de interés social, como colindancias (i.e., colonias; La Guadalupeana, La toscana, Fraccionamientos Playa del Sol, El Cantil, SacBe, Los Picaros), que reflejan el crecimiento demográfico y la tendencia de expansión urbana que el Municipio de Solidaridad ha tenido en los últimos años. La superficie del predio queda comprendida casi en su totalidad (81%), en la Zona de Reserva Urbana Norte de Playa del Carmen y el resto (19%) en la Zona Urbana de Playa del Carmen. Por esta ubicación, el Sistema Ambiental Regional de Ciudad Mayakoba denomina Unidad Suburbana Norte y corresponde a los límites administrativos que señala el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen (PDU, publicado en diciembre de 2010 con actualización de enero de 2011). Lo anterior se fundamenta en que los impactos actuales en la unidad de análisis, son en su mayoría es resultado del desarrollo de infraestructura y asentamientos humanos.

Como se observa en la figura anterior la unidad de análisis (Ciudad Mayakoba) corresponde a un entorno urbano y suburbano, donde los efectos de presión del desarrollo y tendencias de cambio

en el paisaje son del entorno hacia el predio son importantes, esto se ve reflejado en el número de especies registradas en cada monitoreo evidenciado por los resultados en los mismos.

Con respecto a la importancia de la fauna en la unidad de análisis, se tiene que fue autorizado en Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013 el proyecto Ximbal hoy Ciudad Mayakoba y que desde entonces de forma anual se presenta en el informe correspondientes los resultados del monitoreo de la misma.

Fauna de Ciudad Mayakoba en el periodo 2018-2019.

Posterior a la autorización Oficio No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio de 2013 ya en marcha el proyecto Ciudad Mayakoba donde está integrado el proyecto, tiene como obligación el monitoreo de fauna vertebrada y el monitoreo de vegetación. En este sentido los estudios de campo con fauna vertebrada realizados en el Proyecto Ciudad Mayakoba para el sexto informe de cumplimiento que cubre el periodo agosto 2018 – julio 2019 cuentan con un registro de 95 especies pertenecientes a 4 clases taxonómicas, Esta fauna está representada, 4 especies de anfibios, 16 especies de reptiles, 62 especies de aves y 13 especies de mamíferos. El grupo taxonómico mejor representado son las aves con el 65.26%, le siguen los reptiles con el 16.84%, los mamíferos con el 13.68%, y los anfibios con el 4.21%.

Fauna de Ciudad Mayakoba en el periodo 2020-2021.

El monitoreo de fauna más reciente que se incluyó en el octavo Informe Anual de Cumplimiento de Términos y condicionantes derivado de la misma autorización arriba referida que cubre el periodo agosto 2020 – julio 2021 arrojó un registro de 216 individuos corresponden a 4 Clases taxonómicas, 19 Órdenes, 39 Familias, 56 Géneros y 59 especies de vertebrados. Las aves representan el grupo más diverso dentro del predio con 35 especies y 151 del total de los registros. Específicamente 2 especies de anfibios, 12 especies de reptiles, 35 especies de aves y 10 especies de mamíferos. Por Clase taxonómica estudiada los registros están representados en un 59.32% por las aves, 20.33% para los reptiles, 16.94% para los mamíferos, y 3.38% para los anfibios. La mayor frecuencia de observación la presentó la golondrina común *Hirundo rustica* con 14 registros. Se identificaron 6 especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 se encuentran en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr), 3 especies Amenazadas y 1 especie en Peligro. El índice de biodiversidad para las especies de vertebrados registrados siguiendo a Shannon-Wiener es de; $H=0.031800054$, y $H_{max}= 4.077537444$. La Equitatividad es de $J'= 0.007798838$.

Proyecto Village Etapa II

Con el objeto de solicitar autorización de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, se presenta un listado de fauna combinado para la unidad de análisis del monitoreo correspondiente a los periodos 2018 al 2019 y 2020 al 2021 así como las coordenadas correspondientes de dicho monitoreo.

En la siguiente tabla se presenta las coordenadas de los sitios de muestreo que son utilizados en el monitoreo de la fauna correspondientes al proyecto Ciudad Mayakoba.

Coordenadas de sitios o puntos de monitoreo del SAR.

PUNTO	UTM		UTM	
	E	N	E	N
1 y 2	494602	2288768	495284	2287955
3	495652	2289210		
4	495138	2287717		
5 y 6	495305	2287970	495323	2287905
7	494292	2288413		
8 y 9	494613	2288734	495722	2289208
10	495008	2289411		
11 y 12	495241	2287966	495617	228971
13 y 14	496611	2288666	495516	2287979
15 y 16	495701	2289222	495157	2287776
17 y 18	495570	2287016	495220	2287247
19 y 20	495074	2287674	494975	2287960
21 y 22	494967	2288408	495042	2288210
23 y 24	495022	2288122	494815	2288226
25	494548	2288630		
26 y 27	496633	2288522	494892	2289177
28	496494	2288486		
29 y 30	494884	228797	495010	2287943
31	494051	2288079		
32	495754	2287658		
33	496466	2288825		
34 y 35	495771	2287381	496066	2287885
36	494917	2289163		
37 y 38	494690	2288161	494397	2288279
39 y 40	494602	2288768	494870	2288372
41	495116	2289489		
42 y 43	496654	2284554	495509	2288993
62	494586	2288746	495718	2289210
63	494586	2288746		
64	494586	2288746		
65	495718	2289210		
66	495440	2289552	495984	2289159
67	494181	2288359	494605	2288148
68	496144	2288891	496151	2288888
69	496137	2288895		
70	495695	2289154		
71	495360	2287916		
72	495125	2287736	496005	2287615
73	494730	2288342		
74	495582	2288123		

Metodología

Como se ha manifestado para el caso de la fauna esta se ha monitoreado de forma anual para integrar los informes correspondientes del proyecto Ciudad Mayakoba. Por lo que durante los

meses de agosto a julio del siguiente año se realizan actividades enfocadas a los cuatro grupos de fauna presentes en el predio. A continuación, se describe la metodología para cada grupo de fauna.

Avifauna.

Las Aves se muestrearon durante 5 días, de los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 – 2021, siguiendo el método de transecto sobre brechas ya establecidas y en la cual se tomaron puntos de muestreo y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Anfibios y Reptiles.

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre el mismo transecto o brechas ya establecidas y en la cual se tomaron puntos de muestreo durante 5 días de los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 - 2021 y se llevó a cabo en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m.; y 7:00 p.m. a 9:00 p.m. Los registros se efectuaron por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

Mamíferos.

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo del transecto durante 5 días durante los meses de marzo y agosto de 2018 – 2019 y 2020 - 2021 y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (6 en total) y Tomahawk (2 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de hábitat de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Cámaras trampa

Para este caso en particular se instalaron cámaras trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar en la unidad de análisis, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil alcance por que huyen a la presencia de uno mismo. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.



Resultados

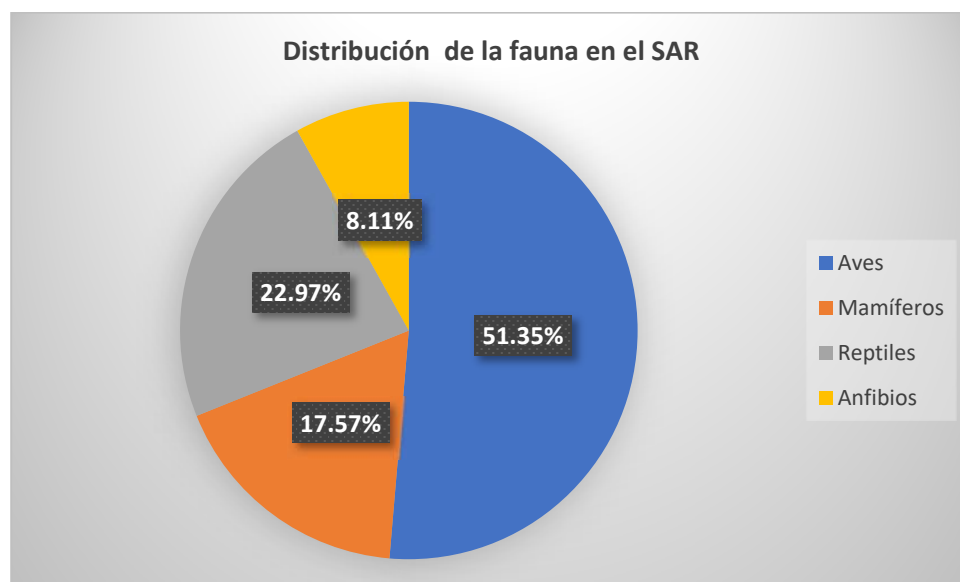
A partir de los monitoreos de campo realizados en la unidad de análisis presenta un listado de fauna combinado para el mismo correspondiente a los periodos 2018 al 2019 y 2020 al 2021 así como las coordenadas correspondientes de dicho monitoreo y en el que se observa vertebrados de 74 especies; 6 especies de anfibios, 17 especies de reptiles, 38 especies de aves y 13 especies de mamíferos.

Las aves representan el grupo más diverso con 38 especies, 17 especies de reptiles, 13 especies de mamíferos. Y 6 especies de anfibios. Por Clase taxonómica estudiada los registros están representados en un 51.35% por las aves, 22.97% para los reptiles, 17.57 para los mamíferos, y 8.11% para los anfibios.

Distribución de las especies de fauna registradas en el SAR.

Grupo Faunístico	Especies	Familia
Aves	38	20
Mamíferos	13	9
Reptiles	17	12
Anfibios	6	3
Total	74	44

Grafica de distribución por clase taxonómica de la fauna del SAR.



Fauna vertebrada reportada para el SAR de acuerdo al monitoreo 2018 al 2019 y 2020 al 2021

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Inidad de análisis	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
ANFIBIOS	Hylidae	Smilisca baudinii	Rana arborícola	X	3			X
		Trachycephalus venulosa	Rana lechosa	X	1			X
		Scinax staufferi	Rana arborícola trompuda	X	2			X
	Leptodactylidae	Leptodactylus melanonotus	Ranita de hojarasca	X	7			X
	Bufonidae	Rhinella marina	Sapo marino	X	1			X
		Incillius valliceps	Sapo costero	X	2			X
Subtotal					16			

Clase	Familia	Especie	Nombre común	SAR	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
REPTILES	Bataguridae	Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina	X	2	A		X
	Kinosternidae	Kinosternon scorpioides	Pochitoque	X	2	Pr		X
	Gekkonidae	Hemidactylus frenatus	Cuija, besucona	X	6			X
	Corytophanidae	Basiliscus vittatus	Tolok	X	4			X

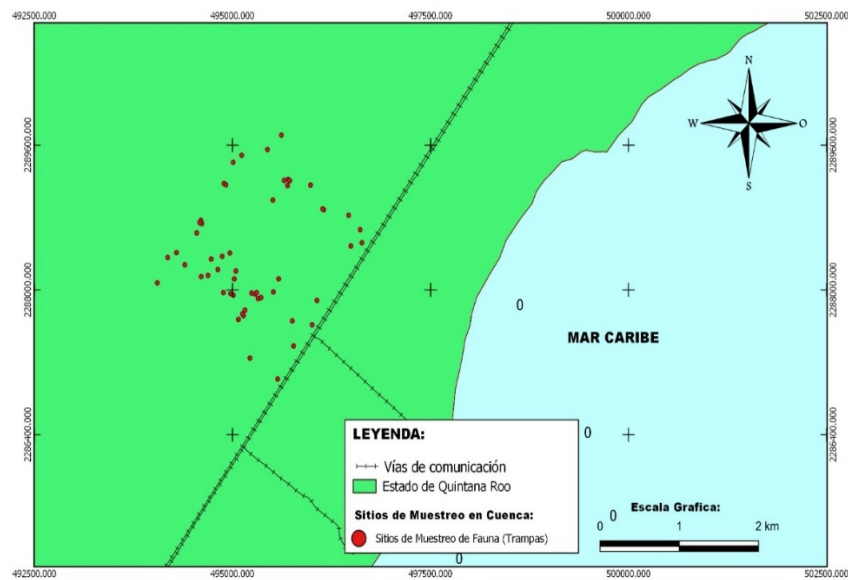
Clase	Familia	Especie	Nombre común	SAR	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
	Iguanidae	Ctenosaura similis	Iguana rallada, garrobo	X	9	A		X
	Phrynosomatidae	Sceloporus chrysostictus	Roño	X	3			X
	Dactyloidae	Anolis sagrei	Chipojo	X	2			X
		Anolis sericeus	Chipojo	X	6			X
	Scincidae	Plestiodon sumichrasti	Eslizón listado del sureste	X	2			X
	Teiidae	Holcosus undulatus	Ameiva arcoíris	X	3			X
	Colubridae	Coniophanes schmidti	Culebra rayada yucateca	X	1			X
		Leptophis mexicanus	Ranera oliva	X	5	A		X
		Oxybelis fulgidus	Bejuquillo verde	X	1			X
		Masticophis mentovarius	Culebra corredora	X	1			X
		Mastigodryas melanolomus	Culebra lagartijera común	X	1			X
Boidae	Boa imperator	Oxcan, boa	X	2			X	
Viperidae	Bothrops asper	Nauyaca real	X	2			X	
Subtotal					52			

Clase	Familia	Especie	Nombre común	SAR	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
AVES	Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote	X	11			X
		Cathartes aura	Aura	X	8			X
	Accipitridae	Rupornis magnirostris	Aguililla caminera	X	1			X
	Cracidae	Ortalis vetula	Chcachalaca	X	8			X
	Columbidae	Columbina passerina	Tortolita	X	3	A		X
		Patagioenas flavirostris	Paloma morada	X	3			X
		Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	X	5			X
	Psittacidae	Amazona albifrons	Perico frente blanca	X	12	Pr		X
		Eupsittula nana	Perico pecho sucio	X	9	Pr		X
	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	X	7			X
		Piaya cayana	Cucu	X	2			X
	Caprimulgidae	Chordeiles minor	Chotacabra zumbón	X	2			X

Clase	Familia	Especie	Nombre común	SAR	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
	Trochilidae	Chlorostilbon canivetii	Colibrí esmeralda	X	5			X
	Trogonidae	Trogon melanocephalus	Trogon	X	3			X
		T. caligatus	Trogon	X	1			X
	Momotidae	Eumomota supersiliosa	Mot mot	X	2			X
	Picidae	Melanerpes aurifrons	Carpintero frentiamarilla	X	4			X
		M. pygmaeus	Carpintero enano	X	5			X
	Cardinalidae	Piranga rubra	Piranga roja	X	2			X
	Parulidae	Parula americana	Parula norteña	X	2			X
	Vireonidae	Vireo magister	Vireo yucateco	X	2			X
	Tyrannidae	Megarynchus pitangua	Luis piquigrueso	X	5			X
		Myiozetetes similis	Luis gregario	X	3			X
		Pitangus sulphuratus	Luis	X	3			X
		Tyrannus melancholicus	Tirano	X	5			X
		T. couchi	Tirano silvador	X	1			X
	Hirundinidae	Hirundo rustica	Golondrina	X	14			X
	Corvidae	Cyanocorax yucatanicus	Chara Azul	X	8			X
		Psilorhinus morio	Pepe	X	6			X
	Mimidae	Mimus gilvus	Cenzontle tropical	X	5			X
	Tytiridae	Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	X	2			X
		Tytira semifasciata	Titira puerquito	X	1			X
	Icteridae	Dives dives	Tordo cantor	X	1			X
		Icterus auratus	Bolsero yucateco	X	5			X
		I. dominicensis	Bolsero dominico	X	3			X
		I. gularis	Bolsero de altamira	X	4			X
		Quiscalus mexicanus	Zanate	X	7			X
		Molothrus aeneus	Tordo ojo rojo	X	1			X
Subtotal					171			

Clase	Familia	Especie	Nombre común	SAR	Total No. ind	NOM 059	Migratoria	Residente
MAMIFEROS	Phillostomidae	Artibeus jamaicensis	Murciélago frutero	X	3			X
		A. intermedius	Murciélago	X	2			X
		Carollia sowelli	Murciélago frutero de cola corta	X	1			X
	Emballonuridae	Peropteryx macrotis	Murciélago perro mayor	X	1			X
	Didelphidae	Didelphis virginiana	Tlacuache común	X	2			X
		D. marsupialis	Tlacuache	X	2			X
	Cricetidae	Peromyscus yucatanicus	Ratón yucateco	X	3			X
		Oryzomys couesi	Rata arrozera	X	2			X
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	Cereque	X	2			X
	Mephitidae	Spilogale putorius	Zorrillo manchado	X	1			X
	Sciuridae	Sciurus yucatanensis	Ardilla yucateca	X	4			X
	Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra gris	X	2			X
Procyonidae	Nasua narica	Tejón, coati, pizote	X	6			X	
Subtotal					31			
Total					270			

MAPA DE SITIOS DE MUESTREO DE FAUNA SILVESTRE EN CUENCA DEL PROYECTO



Análisis de diversidad

Datos de índices de diversidad y de abundancia relativa para cada grupo de la fauna del SAR (Selva mediana subperennifolia).

Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad.

Anfibios

#	N. Científico	N. Común	Total
1	Smilisca baudinii	Rana Arborícola	3
2	Trachycephalus venulosa	Rana Lechosa	1
3	Scinax staufferi	Rana Arborícola Trompuda	2
4	Leptodactylus melanonotus	Ranita De Hojarasca	7
5	Rhinella marina	Sapo Marino	1
6	Incillius valliceps	Sapo Costero	2
Total			16

Anfibios

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2.225
Shannon Hmax Log Base 2.	2.585
Shannon J'	0.861

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de los anfibios presenta baja diversidad (2.22), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona, En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.86) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Reptiles

#	N. Científico	N. Común	Total
1	Rhinoclemmys areolata	Tortuga Mojina	2
2	Kinosternon scorpioides	Pochitoque	2
3	Hemidactylus frenatus	Cuija, Besucona	6
4	Basiliscus vittatus	Tolok	4
5	Ctenosaura similis	Iguana Rallada, Garrobo	9
6	Sceloporus chrysostictus	Roño	3
7	Anolis sagrei	Chipoyo	2

#	N. Científico	N. Común	Total
8	<i>Anolis sericeus</i>	Chipojo	6
9	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón Listado Del Sureste	2
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva Arcoíris	3
11	<i>Coniophanes schmidtii</i>	Culebra Rayada Yucateca	1
12	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera Oliva	5
13	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo Verde	1
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra Corredora	1
15	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra Lagartijera Común	1
16	<i>Boa imperator</i>	Oxcan, Boa	2
17	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca Real	2
Total			52

Reptiles

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	3.765
Shannon Hmax Log Base 2.	4.087
Shannon J'	0.921

Los resultados obtenidos en este grupo fueron de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor y en el que puede observarse la vegetación en condiciones naturales y los reptiles no son molestados, por otra parte, al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.92) ya que las especies tienden a la equitatividad.

Aves

#	N. Científico	N. Común	Total
1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	11
2	<i>Cathartes aura</i>	Aura	8
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Agulilla Caminera	1
4	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca	8
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	3
6	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma Morada	3
7	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma De Alas Blancas	5
8	<i>Amazona albifrons</i>	Perico Frente Blanca	12
9	<i>Aratinga nana</i>	Perico Pecho Sucio	9
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	7
11	<i>Piaya cayana</i>	Cucu	2
12	<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabra Zumbón	2
13	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Colibrí Esmeralda	5
14	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogon	3
15	<i>T. melanocephalus</i>	Trogon	1
16	<i>Eumomota supersiliosa</i>	Mot Mot	2
17	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Frentiamarilla	4

#	N. Científico	N. Común	Total
18	M. pygmaeus	Carpintero Enano	5
19	Piranga rubra	Piranga Roja	2
20	Parula americana	Parula Norteña	2
21	Vireo magister	Vireo Yucateco	2
22	Megarynchus pitangua	Luis Piquigrueso	5
23	Myiozetetes similis	Luis Gregario	3
24	Pitangus sulphuratus	Luis	3
25	Tyrannus melancholicus	Tirano	5
26	T. couchi	Tirano Salvador	1
27	Hirundo rustica	Golondrina	14
28	Cyanocorax yucatanicus	Chara Azul	8
29	Psilorhinus morio	Pepe	6
30	Mimus gilvus	Cenzontle Tropical	5
31	Pachyramphus aglaiae	Cabezón Degollado	2
32	Tytira semifasciata	Titira Puerquito	1
33	Dives dives	Tordo Cantor	1
34	Icterus auratus	Bolsero Yucateco	5
35	I. dominicensis	Bolsero Dominicó	3
36	I. gularis	Bolsero De Altamira	4
37	Quiscalus mexicanus	Zanate	7
38	Molothrus aeneus	Tordo Ojo Rojo	1
Total			171

Aves

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	4.906
Shannon Hmax Log Base 2.	5.248
Shannon J'	0.935

Los resultados obtenidos en este grupo fueron de 4.90 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que el predio cuenta con una superficie mayor en el cual las aves tienen espacios por donde desplazarse, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que por sí solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J", este es de 0.93, lo que se considera alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies.

Mamíferos

#	N. Científico	N. Común	Total
1	Artibeus jamaicensis	Murciélago Frutero	3
2	A. intermedius	Murciélago	2
3	Carollia sowelli	Murciélago Frutero De Cola Corta	1
4	Peroptryx macrotis	Murciélago Perro Mayor	1
5	Didelphis virginiana	Tlacuache Común	2
6	D. marsupialis	Tlacuache	2
7	Peromyscus yucatanicus	Ratón Yucateco	3

#	N. Científico	N. Común	Total
8	Oryzomys couesi	Rata Arroquera	2
9	Dasyprocta punctata	Cereque	2
10	Spilogale putorius	Zorrillo Manchado	1
11	Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca	4
12	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	2
13	Nasua narica	Tejón, Coati, Pizote	6
Total			31

Mamíferos

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	3.502
Shannon Hmax Log Base 2.	3.7
Shannon J'	0.946

Los resultados obtenidos en este grupo fueron de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor y en el que puede observarse la vegetación en condiciones naturales y en donde los mamíferos no son molestados, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Abundancia Relativa (por grupo de fauna).

Los valores de abundancia relativa por grupo de fauna se muestran en la Tabla siguiente, en la que se han incluido a todos los grupos de fauna silvestre observados en el conjunto de predios de interés.

Valores de abundancia relativa por grupo de fauna para el predio del proyecto.
Anfibios

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	Smilisca baudinii	Rana Arborícola	18.750
2	Trachycephalus venulosa	Rana Lechosa	6.250
3	Scinax staufferi	Rana Arborícola Trompuda	12.500
4	Leptodactylus melanonotus	Ranita de Hojarasca	43.750
5	Rhinella marina	Sapo Marino	6.250
6	Incillius valliceps	Sapo Costero	12.500
Total			100

El grupo de los anfibios es aún más difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana de Hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75, seguido por la Rana arborícola

(*Smilisca baudinii*) con 18.75, y en tercer lugar *Rana arborícola* trompuda (*Scinax staufferi*) y Sapo costero (*Incillius valliceps*) con 12.50.

Reptiles

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Tortuga Mojina	3.846
2	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	3.846
3	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cuija, Besucona	11.538
4	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolok	7.692
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana Rallada, Garrobo	17.308
6	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Roño	5.769
7	<i>Anolis sagrei</i>	Chipojo	3.846
8	<i>Anolis sericeus</i>	Chipojo	11.538
9	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	Eslizón Listado Del Sureste	3.846
10	<i>Holcosus undulatus</i>	Ameiva Arcoíris	5.769
11	<i>Coniophanes schmidti</i>	Culebra Rayada Yucateca	1.923
12	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera Oliva	9.615
13	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo Verde	1.923
14	<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra Corredora	1.923
15	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	Culebra Lagartijera Común	1.923
16	<i>Boa imperator</i>	Oxcán, Boa	3.846
17	<i>Bothrops asper</i>	Nauyaca Real	3.846
TOTAL			100

El grupo de los reptiles es muy difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la Iguana Rallada, Garrobo (*Ctenosaura similis*) cuya especie es la más abundante con un valor de 17.30; En comparación con el Cuija, Besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el Chipojo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente y finalmente la Ranera Oliva (*Leptophis mexicanus*) con 9.61

Aves

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote	6.433
2	<i>Cathartes aura</i>	Aura	4.678
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	0.585
4	<i>Ortalis vetula</i>	Chcachalaca	4.678
5	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	1.754

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
6	Patagioenas flavirostris	Paloma Morada	1.754
7	Zenaida asiatica	Paloma De Alas Blancas	2.924
8	Amazona albifrons	Perico Frente Blanca	7.018
9	Aratinga nana	Perico Pecho Sucio	5.263
10	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero	4.094
11	Piaya cayana	Cucu	1.170
12	Chordeiles minor	Chotacabra Zumbón	1.170
13	Chlorostilbon canivetii	Colibrí Esmeralda	2.924
14	Trogon melanocephalus	Trogon	1.754
15	T. melanocephalus	Trogon	0.585
16	Eumomota supersiliosa	Mot Mot	1.170
17	Melanerpes aurifrons	Carpintero Frentiamarilla	2.339
18	M. pygmaeus	Carpintero Enano	2.924
19	Piranga rubra	Piranga Roja	1.170
20	Parula americana	Parula Norteña	1.170
21	Vireo magister	Vireo Yucateco	1.170
22	Megarynchus pitangua	Luis Piquigueso	2.924
23	Myiozetetes similis	Luis Gregario	1.754
24	Pitangus sulphuratus	Luis	1.754
25	Tyrannus melancholicus	Tirano	2.924
26	T. couchi	Tirano Silvador	0.585
27	Hirundo rustica	Golondrina	8.187
28	Cyanocorax yucatanicus	Chara Azul	4.678
29	Psilorhinus morio	Pepe	3.509
30	Mimus gilvus	Cenzontle Tropical	2.924
31	Pachyrhamphus aglaiae	Cabezón Degollado	1.170
32	Tytira semifasciata	Titira Puerquito	0.585
33	Dives dives	Tordo Cantor	0.585
34	Icterus auratus	Bolsero Yucateco	2.924
35	I. dominicensis	Bolsero Dominico	1.754
36	I. gularis	Bolsero De Altamira	2.339
37	Quiscalus mexicanus	Zanate	4.094
38	Molothrus aeneus	Tordo Ojo Rojo	0.585
TOTAL			100

Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las siguientes especies con más alto valor la Golondrina (Hirundo rustica) con un valor de 8.18 seguido por el Perico Frente Blanca (Amazona albifrons) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el Zopilote (Coragyps atratus), con 6.43

Mamíferos

#	Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia Relativa
1	Artibeus jamaicensis	Murciélago Frutero	9.677
2	A. intermedius	Murciélago	6.452

#	Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia Relativa
3	Carollia sowelli	Murciélago Frutero De Cola Corta	3.226
4	Peropteryx macrotis	Murciélago Perro Mayor	3.226
5	Didelphis virginiana	Tlacuache Común	6.452
6	D. marsupialis	Tlacuache	6.452
7	Peromyscus yucatanicus	Ratón Yucateco	9.677
8	Oryzomys couesi	Rata Arrocera	6.452
9	Dasyprocta punctata	Cereque	6.452
10	Spilogale putorius	Zorrillo Manchado	3.226
11	Sciurus yucatanensis	Ardilla Yucateca	12.903
12	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris	6.452
13	Nasua narica	Tejón, Coati, Pizote	19.355
TOTAL			100

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el Tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la Ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el Murciélago Frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67. Algunas de estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegando a ser una molestia como es el caso del Tejón (*Nasua narica*).

Representatividad de la Fauna.

Con objeto de que la fauna en la zona donde se localiza el proyecto y dentro del mismo predio denotara su representatividad, se utilizaron técnicas de muestreo establecidas para cada taxón, que además se adecuaron para el sitio y fauna habitante de la zona. Los sitios donde se colocaron las trampas fueron brechas establecidas para el muestreo de vegetación, así como de los recorridos sobre los transectos que representaron los diferentes estados de conservación de la vegetación y de las condiciones ambientales que se encuentran en toda el área de interés. Además, la selección de muestras, unidades muestrales se adecuaron a los requerimientos de randomización, replicación y/o estratificación con la finalidad establecer o conocer ciertas características de una comunidad, población animal (P. ej. riqueza, abundancia) u otros elementos (Magurran y Mc Gill, 2011).

Existen algunos métodos para determinar cuál es el esfuerzo de muestreo adecuado para un estudio de inventario o muestreo. Sin embargo, la mayoría de ellos se basan en estudios previos (como en el caso de curvas de acumulación de especies) o estudios piloto (Magurran y Mc Gill, 2011).

Los resultados presentados en la siguiente tabla son producto de los trabajos de campo en realizados en el SAR y el predio del Proyecto Corazón Ciudad Mayakoba, que fueron realizados recientemente y en los periodos de 2018 -2019 y 2020-2021, mediante los monitoreos realizados para el proyecto Ciudad Mayakoba, para conformar la solicitud de las autorizaciones en impacto ambiental y en materia de cambio de uso de suelo ante las instancias correspondientes.

Para conocer el grado de representatividad y riqueza de la fauna del proyecto, se presenta una comparativa con la fauna registrada en Ciudad Mayakoba, de diferentes temporalidades, y por consecuencia con diferentes grados de avance y actividad en el proyecto Ciudad Mayakoba. Así como con la fauna del corredor Cancún Tulum y, con la fauna registrada en el estado de Quintana Roo.

Fauna vertebrada reportada en los informes de fauna de Ciudad Mayakoba en 2011, periodo 2018-2019, periodo 2020-2021, para el proyecto Village, y la fauna del Corredor Cancún Tulum y de Quintana Roo.

CLASE	Informe de fauna de Ciudad Mayakoba de 2011	Informe de Fauna de Ciudad Mayakoba de 2018-2019	Informe de Fauna de Ciudad Mayakoba de 2020-2021	Fauna de Proyecto Village II	Fauna del Corredor Cancún-Tulum* de 1991	Fauna de Quintana Roo** de 2011
PECES	3	NA	NA	NA	57	128
ANFIBIOS	9	48	105	3	18	22
REPTILES	4	16	62		82	106
AVES	2	12	35	15	175	483
MAMÍFEROS	6	17	38	7	59	114
Total de especies	202	95	59	30	391	853

NA: no se realizó muestreo de peces

* López-González, C. A. 1991. Estudio prospectivo de los vertebrados terrestres del corredor turístico Cancún-Tulum, Quintana Roo, México.

**Poza, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D.F.

Comparando la fauna del proyecto Village II (30 especies) con respecto a la fauna registrada en Ciudad Mayakoba en 2011 (202 especies) es de un 10.39%. Con respecto a Ciudad Mayakoba en 2018-2019 (95 especies) es de 23.07%. Con respecto a Ciudad Mayakoba en 2020-2021 (59 especies) la sobrepasa con 35.59%. Con respecto a la fauna del corredor Cancún- Tulum en 1991 (391 especies) es del 5.37% y. Con respecto a la fauna de Quintana Roo 2011 (853 especies) es del 2.46%.

Listado faunístico por grupo identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tanto para el SAR como para el predio del proyecto.

Especies con categoría de riesgo de la unidad de análisis y el predio del proyecto y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010	Unidad de analisis	Predio
Aves					
Psittacidae	Amazona albifrons	Perico frente blanca	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	

	Aratinga nana	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	X
Mamíferos					
Reptiles					
Iguanidae	Ctenosaura similis	Iguana rallada	Amenazada (A) no endémica	X	
Bataguridae	Rhinoclemmys areolata	Tortuga mojina	Amenazada (A) no endémica	X	
Kinosternidae	Kinosternon scorpioides	Tortuga pochitoque	Sujeta a protección especial (Pr) no endémica	X	
Colubridae	Leptophis mexicanus	Culebra verde	Amenazada (A) no endémica	X	
Boidae	Boa imperator	Boa	Amenazada (A) no endémica	X	X
Anfibios					

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias.

Durante los trabajos de muestreo de la unidad de análisis no se registraron sitios particulares o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el predio.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves en la unidad de análisis.

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto Village y unidad de análisis. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se acercan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (Ctenosaura similis), la chara yucateca (Cyanocorax yucatanicus), el abaniquillo pardo (Anolis sagrei), etc.

En este sentido Ciudad Mayakoba colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, colonias; la Guadalupeana, El Peten, con los Fraccionamientos El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey. Al norte del proyecto Village se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro de ciudad Mayakoba estos sitios naturalmente son donde la fauna se desplazará o transitará una vez que inicien las actividades autorizadas, Al noreste del proyecto se desarrolla el proyecto el Verden y al noreste el proyecto La Ceiba. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas se presentan en el capítulo correspondiente garantizando su aplicación.

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES, QUE INCLUYA CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA;

Elementos del medio físico

Clima y fenómenos meteorológicos.

La costa del Estado de Quintana Roo se encuentra influenciada principalmente por la presencia de los vientos dominantes del este provenientes del Mar Caribe, el cual mantiene temperaturas superficiales por arriba de los 25°C durante todo el año. Los vientos en la región tienen una alta humedad específica y la temperatura media se mantiene por encima de los 20°C durante el año.

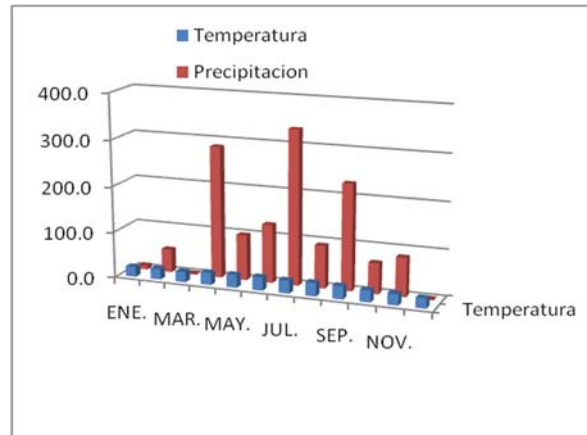
De acuerdo con los reportes de la Comisión Nacional del Agua (CNA) y los Estudios Hidrológicos del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002) la porción norte del estado tomando como referencia la ciudad de Playa del Carmen, y específicamente el predio donde se establecerá el proyecto, le confiere características de velocidad de los vientos como sigue:

Datos de velocidad de los vientos proporcionados por CNA, (2009).

Playa del Carmen	Velocidad de los vientos en km/h		
Lugar cercano al proyecto	Mínima	Máxima	Promedio
	0.01	23.26	9.82

Por otra parte, se tiene que el registro de los parámetros atmosféricos de temperatura y precipitación que prevalecen en la zona más cercana al proyecto en la Riviera Maya, se lleva a cabo por la Estación Meteorológica No. 23163, ubicada en la ciudad de Playa del Carmen, dependiente de la Comisión Nacional del Agua.

Es importante mencionar que los datos aquí representados corresponden a la información más actualizada (2010), proporcionada por dicha dependencia y en el que registran datos específicos entre otros de precipitación mensual y temperatura media, correspondiente al año 2010.



Temperatura y precipitación mensual estación meteorológica Playa del Carmen 2010.

Playa 2010	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.
Temperatura	21.8	22.9	22.7	27.0	28.3	29.2	28.2	29.1
Precipitación	8.5	50.5	2.0	286.0	98.8	127.0	335.0	92.7

SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
28.2	25.6	24.4	21.4	25.7
230.1	66.5	84.5	1.5	1,383.1



De acuerdo con el Sistema de Clasificación Climática de Köppen modificado por García (1981) y a los Estudios Hidrológicos del Estado de Quintana Roo, (INEGI, 2002), se tiene el subtipo $Aw_1(x')$ de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkin colindante con el Aw_0 y el Aw_2 , manifiesta una temperatura media anual de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 y $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, que lo ubica entre isothermal o con poca variabilidad, por otro lado la

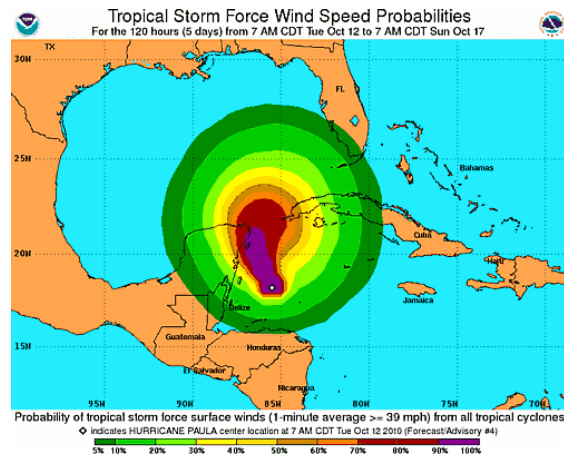
precipitación promedio anual es de 1100 a 1200 mm. **En este tipo de clima se ubica el predio de interés.**

Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.

Durante el verano, en el Mar Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión, que dan lugar a las tormentas tropicales, y dependiendo de la energía acumulada se puede formar un ciclón o un huracán.

Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre, y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

Septiembre es el mes en que se registra la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Entre los meses de agosto a octubre se origina 80% de los huracanes de la temporada, y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto destructivo (Morales, 1993).



La

el

más

La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En particular para el estado, existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Caribe afecten la zona costera y en particular la Riviera Maya ya que generalmente esta se encuentra en su radio de acción y aun cuando estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona hasta antes del paso del Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración.

En 1955, Janet afectó las costas del estado. Sus efectos se dejaron ver claramente en la erosión de las playas y la afectación de la vegetación. En casos más recientemente al finalizar la temporada de huracanes en 1998, el huracán Mitch aun cuando su trayectoria no tuvo incidencia directa en el estado sus efectos sobre la costa fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó. Igualmente, el huracán Emily y Wilma afectó las costas de Quintana Roo en el 2005, principalmente desde Tulum a Cancún y el Dean en el 2007, la zona de Mahahual.

En la tabla siguiente se presentan los huracanes más recientes (2000 al 2022) con influencia en el Territorio Estatal.

Huracanes que han afectado las costas del estado de Quintana Roo en los últimos años.

Año	Nombre	Etapas y Categoría	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Máxima (Km/h)
2017	Franklin	H1	Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Bacalar, Othón P. Blanco,	Del 07 al 10 de agosto	138
	Nate	H1	L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 04 al 09 de octubre	148
	Harvey	H4	Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Tulum, José María Morelos, Bacalar, Cozumel Benito Juárez, Puerto Morelos, Isla Mujeres, L. Cárdenas, Solidaridad, Tulum	Del 17 de agosto al 01 de septiembre	213
2016	Eart	H1	Othón P. Blanco	Del 02 al 06 de agosto	120
	Colin	TT	Isla Mujeres, Cozumel, Solidaridad, Benito Juárez, L. Cárdenas, Puerto Morelos.	Del 05 al 07 de junio	83
2014	Hanna	TT	José María Morelos	Del 22 al 28 de octubre	64
2012	Ernesto	H1	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 1 al 10 de agosto	140
2011	Don	TT	Benito Juárez	Del 27 al 30 de julio	83
	Harvey	TT	Othón P. Blanco y Bacalar	Del 19 al 22 de agosto	91
	Rina	H2	Felipe Carrillo Puerto, Cozumel, Isla Mujeres y Benito Juárez	Del 23 al 28 de octubre	174
2010	Karl	H3	Al norte del poblado de Calderitas	Del 14 al 18 de septiembre	195
2008	Dolly	H2	Cozumel y Cancún	Del 20 al 24 de julio	160
	Arthur	H2	Suroeste de Chetumal	Del 31 de mayo al 2 de junio	160
2007	Dean	H5	Mahahual	Del 13 al 23 de agosto	270
2005	Wilma	H5	Cozumel y Puerto Morelos	Del 15 al 28 octubre	324
	Emily	H5	Cozumel y Playa del Carmen	Del 10 al 21 julio	269
2000	Keith	H1	La Unión	Del 28 de sept al 6 de octubre.	140

Fuente: Secretaría de Gobierno. Coordinación Estatal de Protección Civil; Departamento de Meteorología. <https://qroo.gob.mx/segob/coeproc/ciclones-tropicales-con-influencia-en-el-territorio-estatal>.

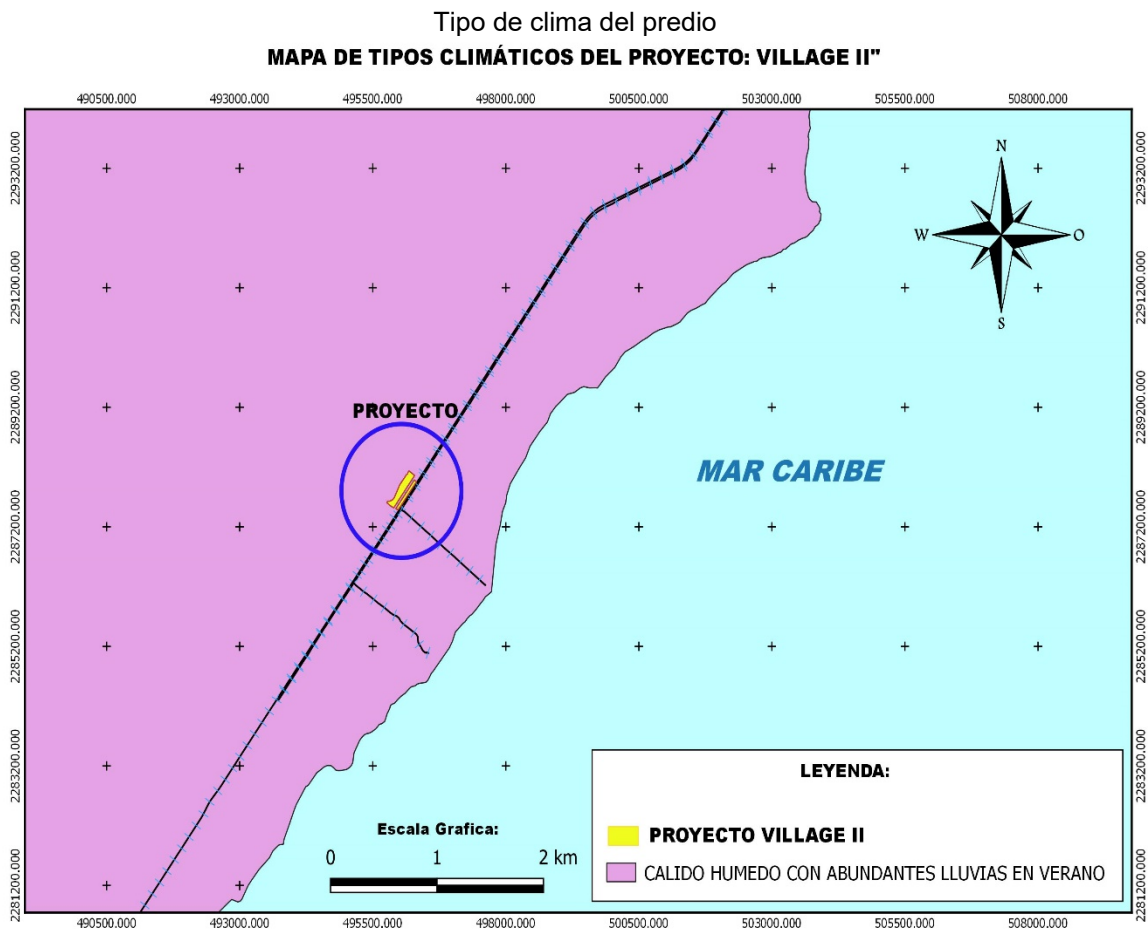
NOTA: para el caso del 2018-2021, estos datos todavía no los actualiza la página del Gobierno del Estado.

La trayectoria del centro del sistema tropical Harvey en el 2017, no tuvo lugar de entrada en el territorio estatal, pero si tuvo influencia en los municipios mencionados.

Otros meteoros que afectan al estado son las tormentas tropicales, los nortes y las suradas. Las tormentas tropicales se presentan en verano y otoño y se consideran como predecesoras de los huracanes, se caracterizan por presentar vientos inferiores a los 118 km/hr.

Los nortes, que hacen su aparición de noviembre a marzo, son masas de aire polar con velocidades altas que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones; generalmente van acompañadas por rachas de vientos que alcanzan los 100 km/hr.

Las suradas o surestes, son fenómenos meteorológicos de poca frecuencia y duración en los que el viento dominante proviene del sureste y se desplaza al noroeste con velocidades que llegan a alcanzar los 60 km/hr y rachas de 80 km/hr.



Tipo de suelo.

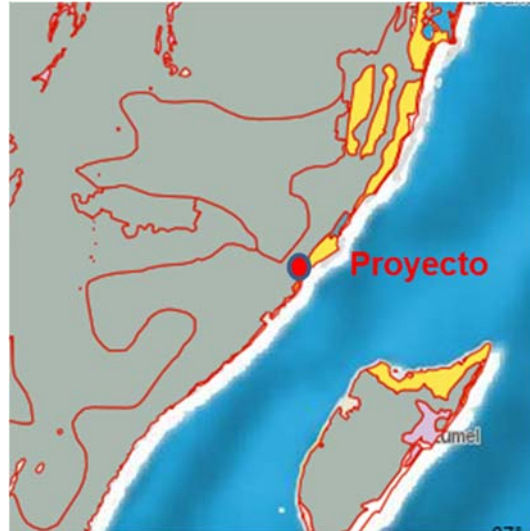
Leptosoles

De acuerdo a la clasificación actualizada de la FAO/UNESCO (2006) y modificada en el 2007 para el conjunto de predios de estudio y en específico la zona norte de Quintana Roo, se reportan el grupo de suelo denominado Leptosoles.

De acuerdo con la Carta Edafológica Cozumel F-11 (INEGI, 2007), se reconoce que para el predio interés se distribuyen los suelos del tipo: Leptosol lítico de textura media

Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas.

Los Leptosoles incluyen los: **Litosoles** del Mapa Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); subgrupos *Lítico* del orden *Entisol* (Estados Unidos de Norteamérica); *Leptic Rudosols* y *Tenosols* (Australia); y *Petrozems* y *Litozems* (Federación Rusa). En muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las **Rendzinas**, y aquellos sobre otras rocas, a los *Rankers*. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos.



16-
de
de

Así también de acuerdo a la cartografía del INEGI, que rige actualmente la clasificación de los suelos en México se reconoce la siguiente asociación de suelo para el proyecto: Leptosol. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria además de establecimiento de cultivos. **En este tipo de suelo se ubica el predio de interés.**

Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósito agrícola debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas, sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la filtración del agua.

Para el predio en particular se puede mencionar que se observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de poca materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva mediana.

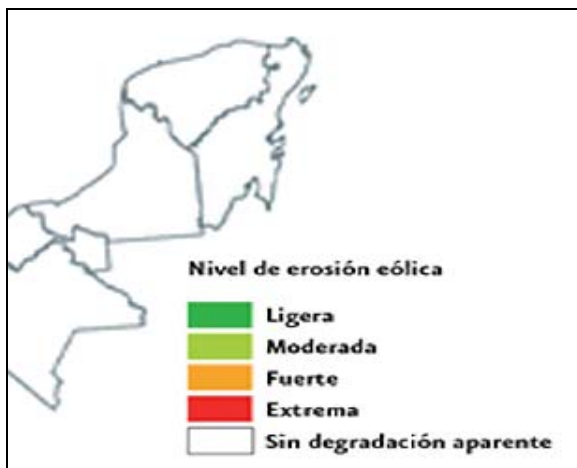
Estado de conservación del suelo

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del predio de estudio tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento ciclónico o de otra naturaleza el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco

proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Además de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales (2008) de la SEMARNAT², se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

De manera adicional, en el mismo informe se registra la erosión hídrica y eólica generada en esta misma región en el 2002, por lo que se cataloga a la Península como una zona sin degradación aparente.



Niveles de erosión eólica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008)



Niveles de erosión hídrica en la Península de Yucatán (SEMARNAT, 2008)

Los Leptosoles ocupan el primer lugar por superficie a nivel estatal; son suelos jóvenes muy someros que sobreyacen a roca altamente calcárea (más de 40% CaCO₃) dentro de los 25 cm. de profundidad. Son considerados suelos con factores limitantes agro-productivos, por tanto, no son muy recomendables para la agricultura convencional y en menor grado para el desarrollo de una agricultura mecanizada; el uso principal de este suelo es para agostadero.

Por otra parte, en la región estos suelos sustentan vegetación de Selva Mediana Subcaducifolia, Selva Mediana Subperennifolia, Selva Mediana Caducifolia, Selva Baja Espinosa, Pastizales, etc. De esta manera, la cubierta vegetal juega un papel muy importante en la conservación de los suelos. Además, se considera el escaso perfil topográfico y donde las altitudes mayores se ubican por lo 20 msnm. La ausencia de escurrimientos es otro factor que ayuda a la conservación de los suelos, ya que el agua de lluvia se distribuye a manera de flujos laminares limitando los procesos de erosión.

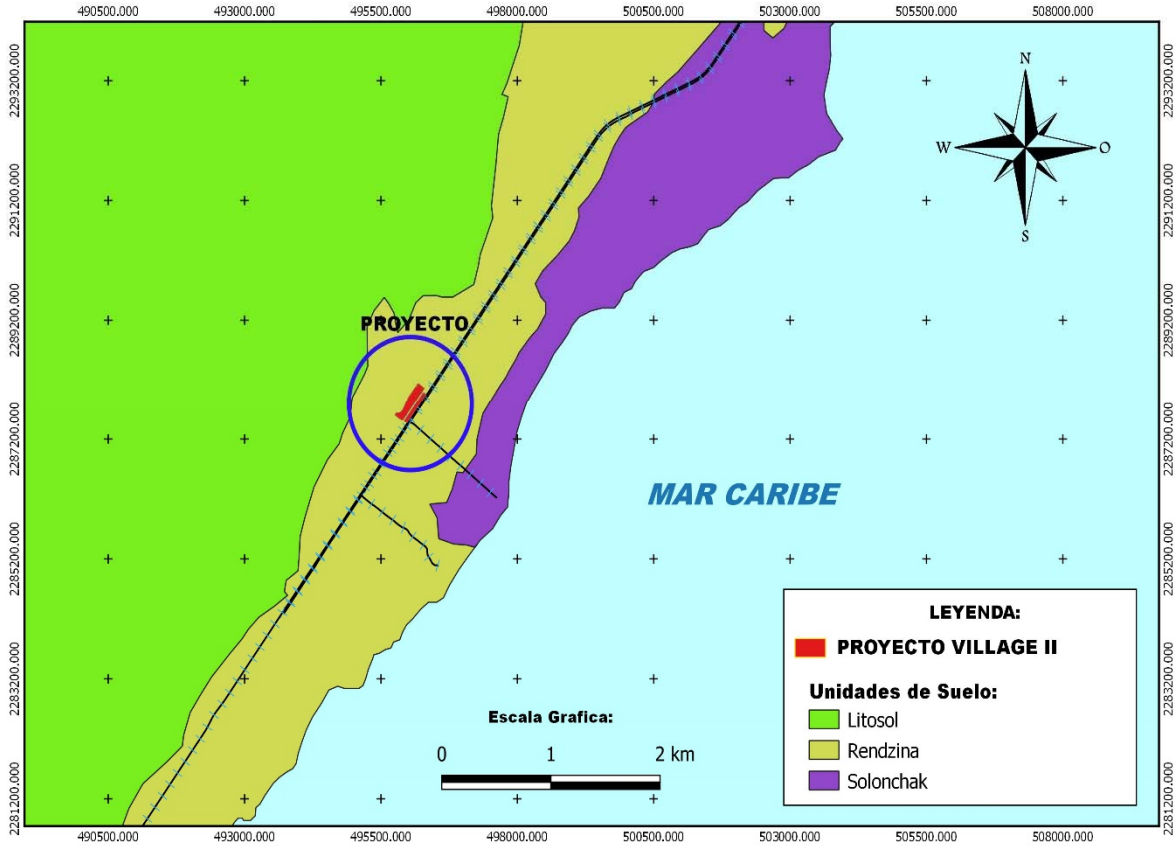
En el caso del predio de interés, este se cubre en un 100% por la selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea y arbustiva. Es por ello que la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente. Lo cual se confirma de acuerdo con el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales

² http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html

(2008) de la SEMARNAT³, se reconoce que prácticamente toda la Península de Yucatán está incluida dentro de una zona definida como nula en términos de erosión hídrica potencial ya que esta alcanza un valor menor a los 5 ton/Ha/año. Además de que la erosión eólica potencial alcanza el mismo valor solamente que este corresponde únicamente con la zona norte del estado Quintana Roo.

Tipos de suelo del proyecto.

MAPA DE UNIDADES DE SUELO DEL PROYECTO: VILLAGE II"



³ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/03_suelos/cap3_2.html

Topografía

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el estado de Quintana Roo queda ubicado en la provincia fisiográfica Península de Yucatán, misma que a su vez se divide en tres subprovincias:

- Carso y Lomeríos de Campeche
- Carso Yucateco
- Costa Baja de Quintana Roo.



La subprovincia Carso Yucateco, donde se ubica la cuenca 32A (subcuenca “d”), cubre una mayor extensión de superficie del estado llegando hasta la costa norte de la entidad, en donde se ubica el conjunto de predios de interés, desde el punto de vista topográfico se trata de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestada por la presencia de rasgos de disolución. Durante el cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación de playas y dunas arenosas.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas cenotes) y en algunas de las cuales se asoma la superficie freática. Casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial, generalmente es una llanura con piso rocoso segmentado y salino con presencia de playas y duna costera.

Relieve del terreno, elevaciones, cerros, montañas, porcentajes mínimos y máximos de pendiente y exposiciones predominantes.

El predio de estudio, en particular se encuentra dentro de la subprovincia Carso Yucateco, esta subprovincia se distingue por una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente (del 0.5%) descendente hasta el nivel del mar (oriente), con un relieve de pequeñas ondulaciones en que se alternan crestas y depresiones conformando elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste (colindante hacia el estado de Yucatán).

Dada la solubilidad de las rocas son frecuentes las depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, muestran en términos generales una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carece en su extensión de un sistema de drenaje superficial.

Pendiente media

La zona norte de la entidad presenta en su parte media y occidental depresiones pequeñas de menor relieve, casi planas, con altitudes de hasta 20 msnm, con relativo decremento hacia la costa. La zona de estudio tiene una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Relieve

Quintana Roo presenta una composición geológica más o menos homogénea en toda su extensión. Además, es relevante mencionar las condiciones del relieve y las características del

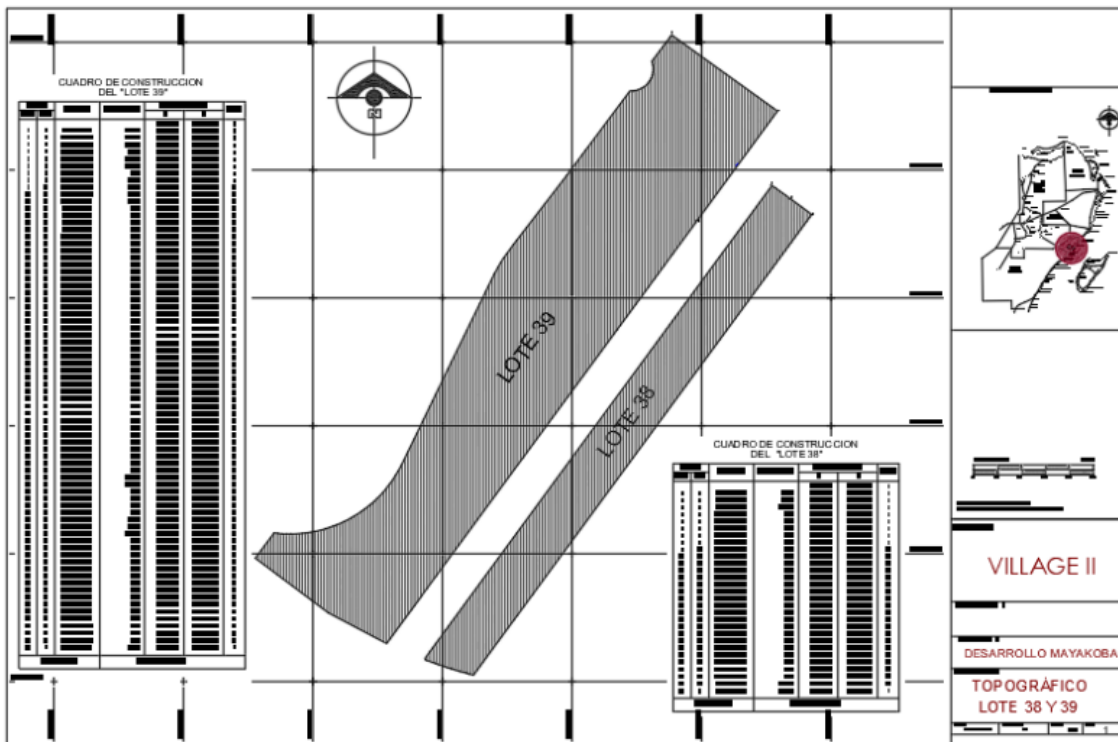
comportamiento hidrológico superficial y subterráneo que muestran una serie de relaciones reciprocas que resulta prácticamente imposible hablar de un solo aspecto.

Hacia el noroeste de la entidad el relieve desciende con una ligera pendiente hacia el oriente, presenta alturas máximas de 22 msnm en su parte suroeste; muestra un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones, característico de la carsticidad de la roca caliza que lo conforma, representando desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, en algunas de las cuales asoma la superficie freática (cenotes), presenta también áreas inundables, localizándose las más extensas de ellas en la porción norte del estado.

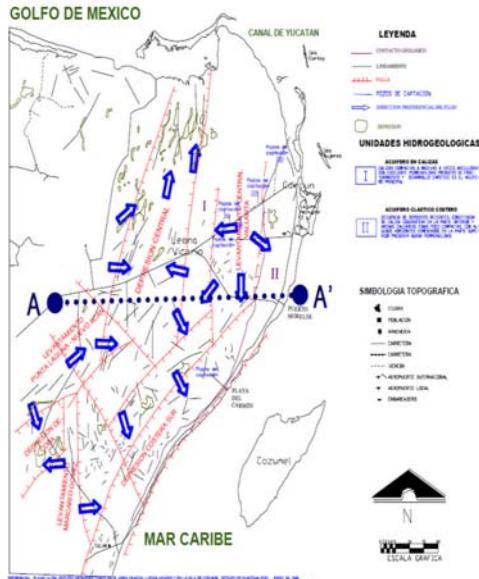
Por la parte centro oriental del estado se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de poniente a oriente con reducida elevación sobre el nivel del mar, en esta área existen cenotes de gran tamaño varias lagunas y vastas áreas inundables algunas de las cuales permanecen cubiertas por el agua casi todo el año.

En particular para el conjunto de predios de estudio de acuerdo al plano topográfico presentado en este documento puede apreciarse que tiene forma irregular y presenta una ligera pendiente del 0.5% hacia el nivel del mar.

Plano topográfico del conjunto de predios.



Hidrografía



Desde el punto de vista geohidrológico en la región, se consideran como representativas las definiciones de los acuíferos hechos por EXYCO (1990). En la siguiente figura, se muestran los fracturamientos principales y secundarios del estado de Quintana Roo y se definen las direcciones de flujo basado en la geología estructural. A su vez estas direcciones de flujo son corroboradas y validadas mediante métodos geohidrológicos. (CAPAGHCI.C.2010)

De acuerdo a los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1200 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es

sensiblemente plano (0.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo dirigiéndose desde los sitios de recarga hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

Por otra parte, de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio se ubica dentro de la Cuenca 32A y cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 has), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

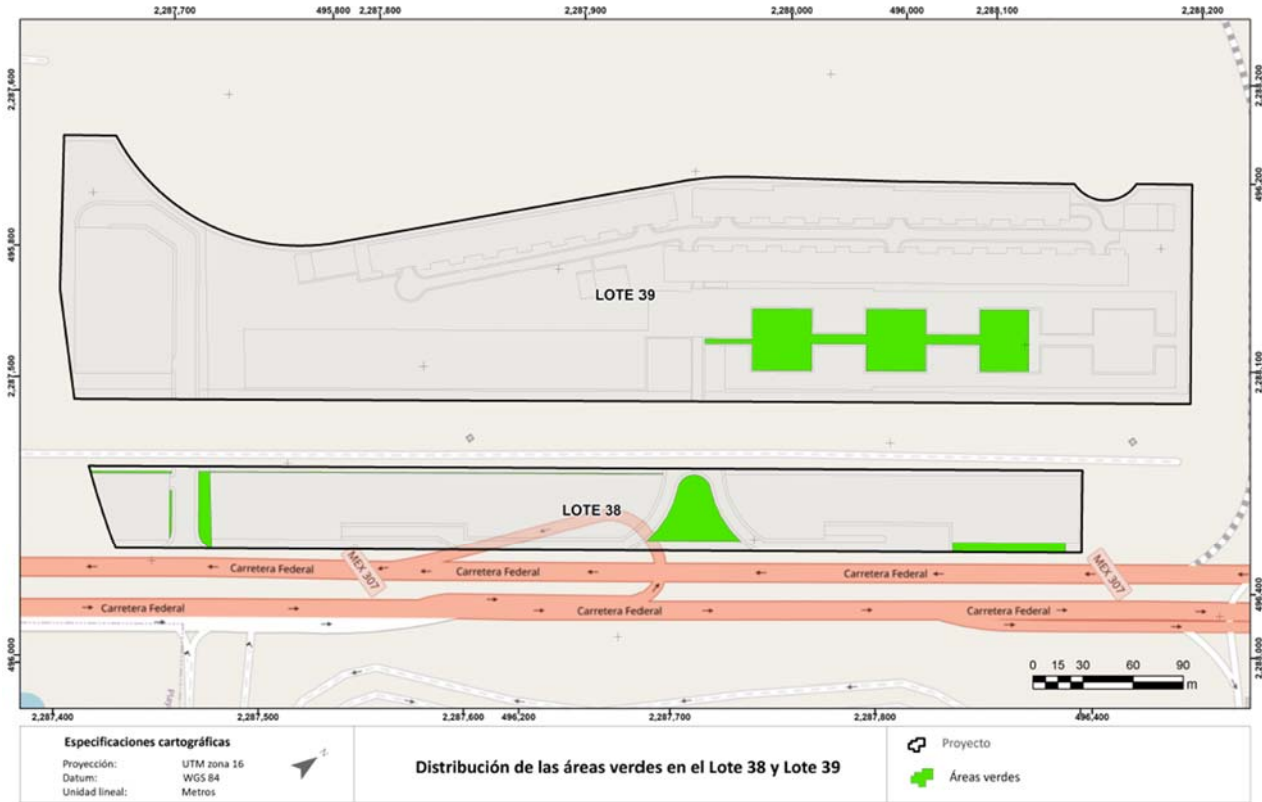
De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85

has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 6.26 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.0038234484% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 3.19 has que quedarán en pie formando parte del proyecto.

Adicionalmente, no toda la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo será aprovechada ya que el proyecto contará con áreas permeables (ajardinadas)tal y como se muestra en la siguiente figura.

Area permeable (ajardinadas) del proyecto.



Geología

El marco geológico de Quintana Roo está formado por rocas sedimentarias que fueron originadas en los periodos Terciario y Cuaternario, en los últimos 66 millones de años. Las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas tercalaciones de margas y yeso; datan del Paleoceno al Eoceno (66-52 millones de años), y afloran en la porción sur del estado, presentando espesores de varios cientos de metros. Sobre estas rocas y aflorando en la parte centro occidental de la entidad, se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52-43 millones de años), cuyo espesor promedio es de hasta 185 m.

La porción norte del estado, en donde se ubica la Riviera Maya, (zona del proyecto) las capas geológicas superiores sobreyacen a calizas fosilíferas del Eoceno Medio (52–43 millones de años) y sedimentos de tipo arcillosos y depósitos evaporíticos que rellenaron depresiones existentes durante el Terciario Superior y el Cuaternario (en los últimos 23 millones de años). En el área del conjunto de predios objeto de estudio afloran rocas calcáreas del pleistoceno.

En dicha porción norte del estado se observan rocas coronadas en la parte oeste y este (costa) por una capa discontinua de caliza compacta (caliche) y en la parte central, por arenas, arcillas y lodos calcáreos de espesor variable. Los rasgos estructurales principales consisten en depresiones cársticas sobre ejes de fracturamiento con orientaciones NE-SW y SW-NE. Las estructuras mayores corresponden a fosas o depresiones con depósitos aluviales y de terrígenos como arenas y lodos calcáreos, en donde se han desarrollado las aguadas con tasiste y zacate cortadera.

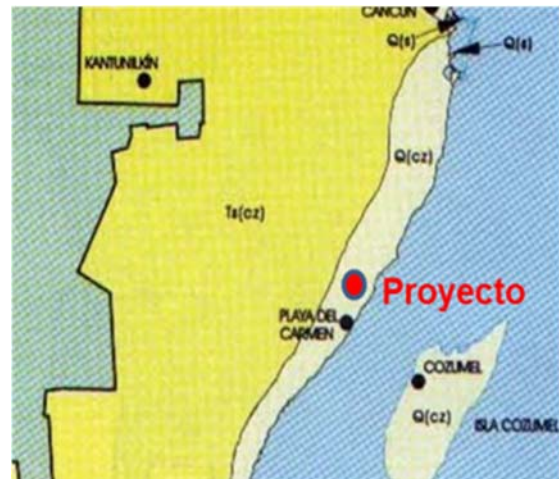
Litología.

La constitución geológica del norte del estado de Quintana Roo, en específico el área de estudio, al igual que en toda la Península de Yucatán, es de tipo calcáreo y de relativamente, reciente emersión, con elevado contenido de rocas sedimentarias marinas calizas, con abundante pedacería y fragmentos diminutos de conchas, coral y arena gruesa de origen biogénico.

Esta región está situada sobre un lecho calcáreo que data del Pleistoceno Tardío (hace 20,000 – 25,000 años). A lo largo de la costa, el lecho rocoso está cubierto por un depósito de material poco firme conformado por arena en las playas en el litoral- y lodos con un alto contenido de materia orgánica en los humedales detrás de la costa, ambos se formaron durante el presente ciclo de sedimentación (desde el Holoceno hace 5,000 años hasta la actualidad).

El conjunto de predios de estudio corresponde al Cuaternario Q(cz) que está representado por calizas coquiníferas de ambiente de litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcáreas expuestas.

Por otra parte, las rocas que se ubican en el área del proyecto corresponden a tres tipos fundamentales:

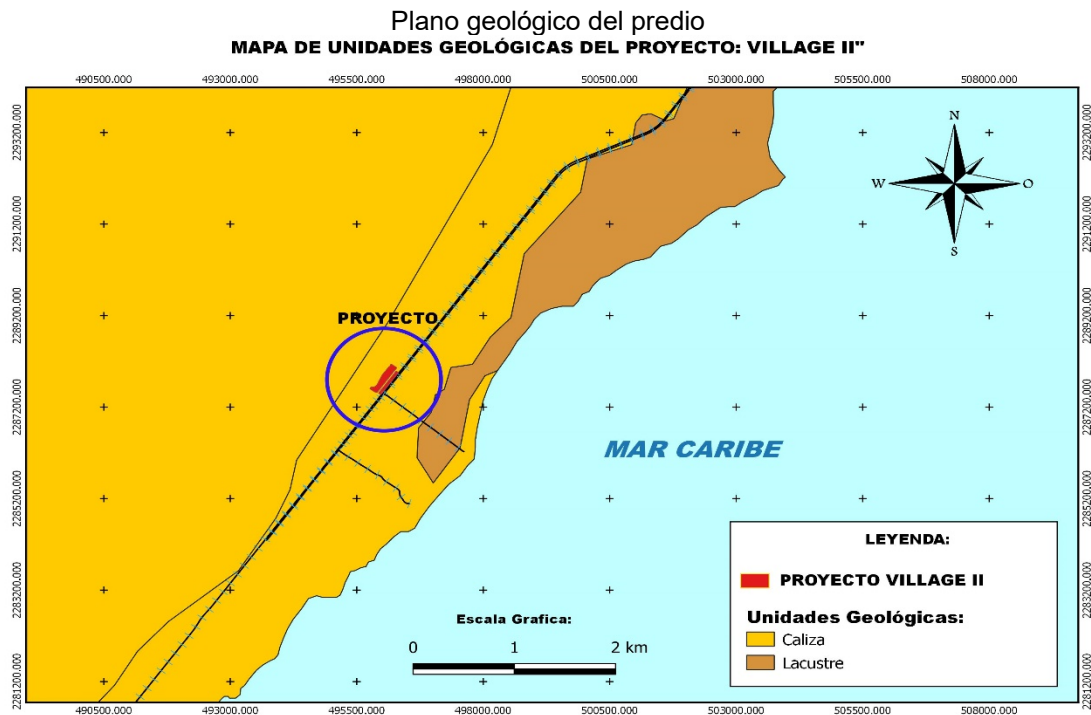


1. Rocas con superficie kárstica. Estas son rocas de forma más o menos esférica y con gran número de entrantes y salientes, que dan la impresión de ser un material modelado y presionado con los dedos; la cubierta exterior es de color gris claro a oscuro; en el interior se aprecian inclusiones de color rojo, amarillo o crema, no presentan incrustaciones de conchas.

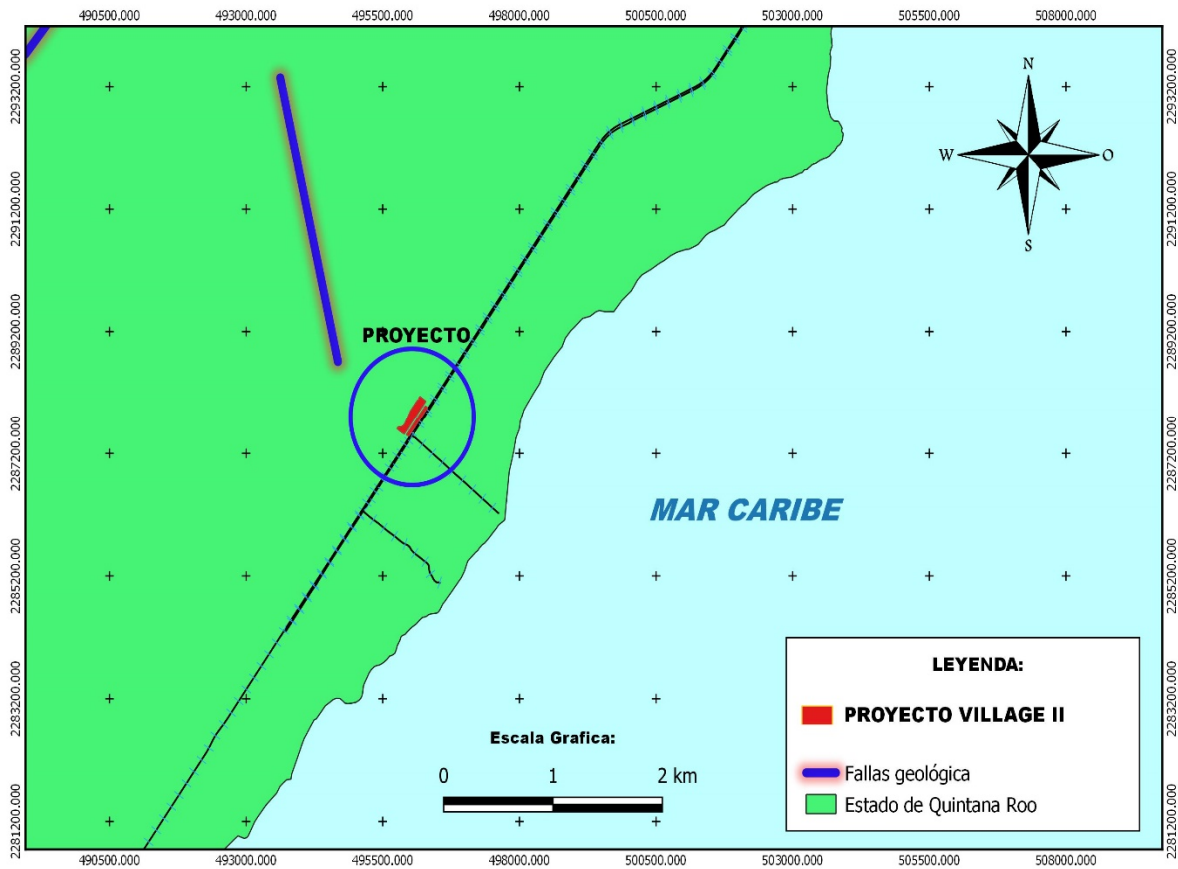
2. Rocas calcáreas. Éstas presentan una cubierta exterior negra o gris y su interior de color blanco, con pequeñas incrustaciones blancas, rojas o amarillentas, en forma anular o tubular, contienen inclusiones de conchas fósiles.

3. El sahkab. Esta es una roca calcárea de origen sedimentario formada por concentración de soluciones. Posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldspatos. El contenido de carbono de calcio es muy alto (> 90 %). El sahkab es probable que se haya formado en aguas marinas, poco profundas y cercanas al litoral, quizás en verdaderas lagunas costeras con comunicación temporal al mar (Robles Ramos 1958).

El predio, está conformado por depósitos carbonatados del Cuaternario principalmente del Pleistoceno y superficialmente por arenas compactas a semicompactas, limos y suelos orgánicos coronados en algunos sitios por caliza recristalizada compacta (caliche) de poco espesor. Se identifican en superficie rasgos fisiográficos característicos de zonas cársticas como dolinas, rehojadas, cenotes y cavidades; estructuras originadas sobre ejes de fracturamiento y/o en sus intersecciones. Los principales ejes de fracturamiento en dirección NW-SE.



Plano de fallas y fracturamiento
MAPA DE FALLAS Y FRACTURAS GEOLÓGICAS DEL PROYECTO: VILLAGE II"



Descripción de los elementos biológicos

Vegetación

Selvas. (Tipos de vegetación)

De acuerdo a la guía para la interpretación de la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie V, INEGI 2014. Los diferentes tipos de vegetación que se presentan, su agrupación se basa en afinidades ecológicas, florísticas y fisonómicas, considerando que estas se agrupan en primera instancia por cuestiones climáticas, aunque en ocasiones los aspectos edafológicos, geológicos y topográficos toman una especial relevancia.

Otro aspecto que considera el sistema de clasificación es el que se denomina *Desarrollo de la Vegetación* que agrupa a la vegetación por su grado de afectación, ya sea por causas naturales o antropogénicas, así pues, se habla de vegetación primaria, esto es sin disturbio o bajo nivel del mismo o secundaria, que es aquella que debido a perturbaciones ha sido modificada y presenta el proceso de sucesión.

Desarrollo de la vegetación (apartado 2.1.7) Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera lo siguiente:

- Vegetación primaria: es aquella en que la vegetación no presenta alteraciones significativas o la degradación no están manifiesta.
- Vegetación secundaria: Cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales el resultado es una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura y composición florística heterogénea.

Por otra parte, en el apartado 2.1.9 de la guía correspondiente se menciona (párrafo quinto) Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y determinación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad de definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística y ecológica y su difícil interpretación aun en campo, se consideran con base en las formas de vida presentes y su altura tres fases:

- Vegetación Secundaria herbácea
- Vegetación Secundaria arbustiva
- Vegetación Secundaria arbórea

Durante los recorridos realizados a lo largo de la carretera federal No. 307 tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos, pasando por los grandes desarrollos turísticos a ambos lados de la carretera federal se observa que la vegetación natural ha sido transformada acorde a las necesidades de requerimiento y servicios que demanda la zona turística y el incremento de la población, es por esta razón que la vegetación original de selva que reportan los distintos autores para el tramo, se ha venido reemplazando por diferentes asociaciones vegetales a causa de las diferentes acciones como es el desmonte de áreas para el establecimiento de nuevos proyectos y efecto de orilla principalmente.

Tal es el caso para este conjunto de predios en particular donde actualmente se ubicara el proyecto, de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas, este tipo de vegetación cubre el 100% de la totalidad del conjunto de predios y corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades atreves de los años como la agropecuaria. Misma que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del Chicozapote (*Manilkara zapota*). Por otra parte, la superficie que se afectará para el establecimiento del proyecto es de 6.26 hectáreas.



A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo se ha aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968)

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 40 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), y el Jabin (*Piscidia piscipula*), entre otros, así también el Chacá (*Bursera simaruba*), Alamo (*Ficus cotinifolia*), Chechem (*Metopium brownei*), y además de la poca presencia del maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.

Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m **en proceso de recuperación**. En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 40 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 48 especies distribuidas en 24 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la Guaya (*Melicoccus oliviformis*), el tres marías (*Esenbeckia pentaphylla*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el Chaca (*Bursera simaruba*), el Jabin (*Piscidia piscipula*), Ya'axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.



Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 5 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de, chechem (*Metopium brownei*), Chaca (*Bursera simaruba*), Jabin (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el alamo (*Ficus cotinifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 4.9 m, con presencia de especies como, dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), Pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), flor de amyó (*Plumeria rubra*), la palma nakas (*Coccothrinax readii*) y majagua blanca (*Hampea trilobata*), entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 mts compuesto por la regeneración de los adultos presente además de la presencia de la chaya (*Cnidioscolus multilobus*), el xnantus (*Ichnanthus lanceolatus*), y la presencia de bejuco como, el sac ak (*Bignonia potosina*) y el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y los pastos como la escleria (*Scleria lithrosperma*) e xnantus (*Ichnanthus lanceolatus*) entre otros.

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia del maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación a las epifitas, es importante mencionar para el predio de estudio en específico, durante los recorridos para la toma de datos de vegetación no se observó la presencia de orquídea y/o bromelias, por lo que se entiende que esta zona no reúne las condiciones necesarias para su establecimiento.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzeke (*Litosol-Rendzinas*), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que este tipo de vegetación de acuerdo a la normatividad vigente sigue siendo una asociación forestal con grado de selva (vegetación secundaria arbórea) por lo que el resto de la vegetación natural (6.26 hectareas) se mantendrá como área natural o de conservación.

Caracterización del conjunto de predios.

Como se ha descrito en el numeral anterior, de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas en campo, la vegetación que

cubre el 100% de la totalidad del conjunto de predios del proyecto corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea).

La vegetación del conjunto de predios del proyecto está constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Asimismo, estas asociaciones se distribuyen acordes con la geomorfología de la Península de Yucatán, es decir, que se manifiestan a manera de amplias franjas dependientes de la antigüedad geológica de los mantos rocosos y de la disponibilidad de los recursos hídricos.

Por otra parte, el conjunto de predios donde se pretende el establecimiento del proyecto se ubica cerca de la costa del mar Caribe, por ello se ve influenciado por los fenómenos hidrometeorológicos que afectan año con año dicha región. No obstante, de los efectos negativos que se han ocasionado en la vegetación de la región, se debe hacer mención que es posible determinar los patrones de distribución de los distintos ecosistemas que se distribuyen en la zona, puesto que estos permanecen en el área en un proceso de recuperación.

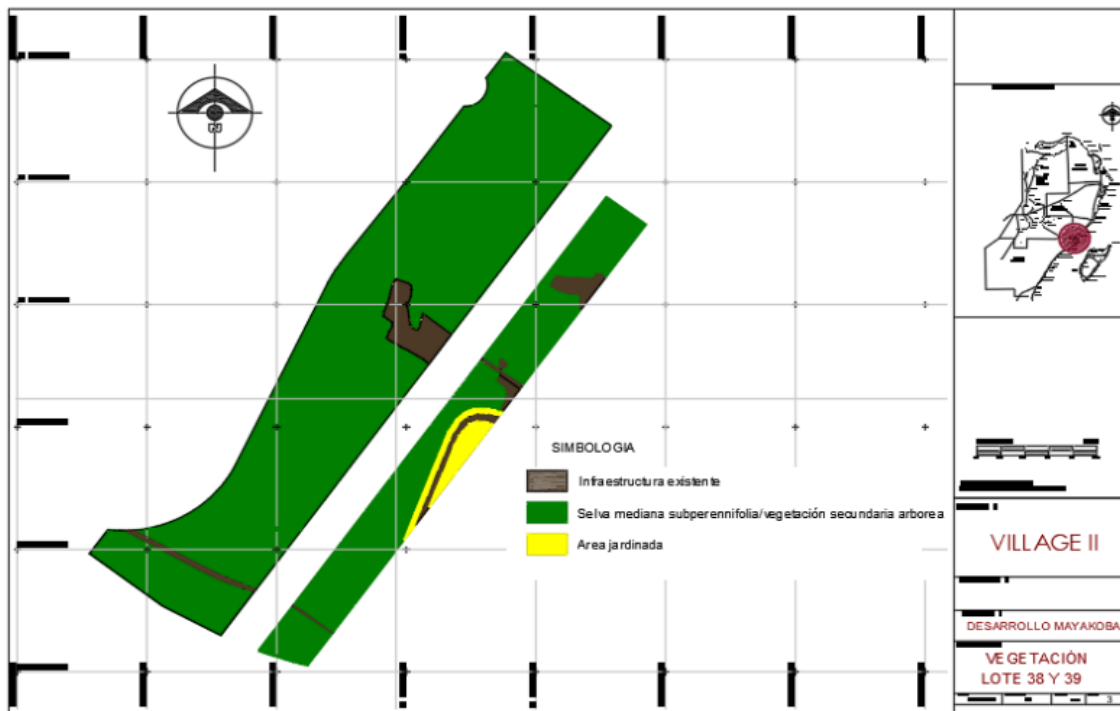
Caracterización del conjunto de predios.

Concepto	Superficie (has.)	%
Selva mediana subperennifolia/vs arbórea	9.46	84.54
Infraestructura establecida	1.73	15.46
Total	11.19	100

Se manifiesta, que existe infraestructura establecida en ambos lotes con una superficie de 1.27 hectareas hectáreas y que parte de esta se encuentra manifestada y autorizada en oficio resolutivo No. 03/ARRN/1476/13 de fecha 06 de noviembre de 2013 (Anexo digital), como parte el megaproyecto Ximbal hoy ciudad Mayakoba. Asi también se presenta una Fe de hechos en la que se hace constar la situación actual del lote 38 de fecha 19 de octubre de 2022. (Anexo 1).



Tipos de vegetación del conjunto de predios. (Caracterización propia)



Principales causas de deterioro de la vegetación y del suelo, así como grados de erosión presente.

La principal causa del deterioro de la vegetación en la zona específica del conjunto de predios se puede mencionar la afectación constante por huracanes ya que esta zona se encuentra expuesta a la manifestación de intemperismos severos (tormentas y huracanes). En el caso de los huracanes se tiene el registro del huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona y que cambió drásticamente la vegetación.

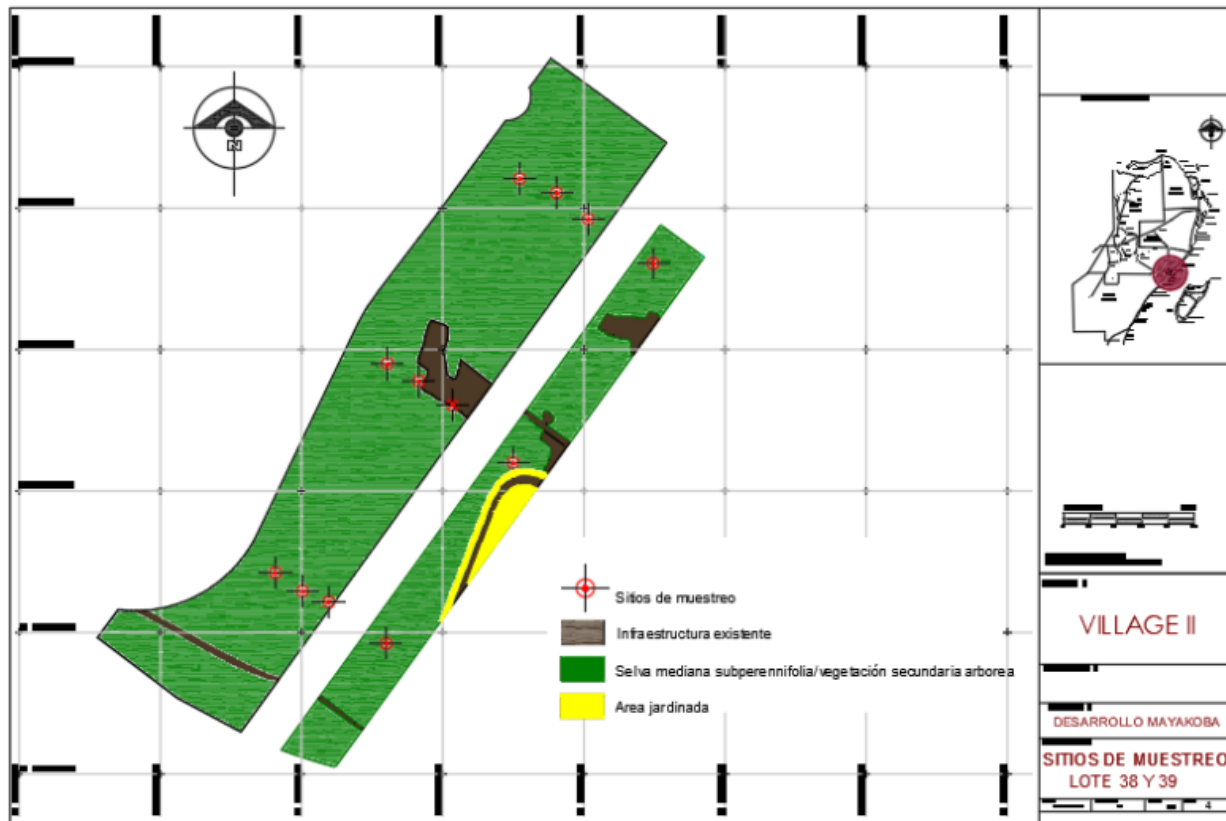
Por otra parte se menciona que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación en la zona por el paso de estos fenómenos, esta se encuentra en franco proceso de recuperación considerándose como grado medio de conservación por lo que el suelo no se queda sin cubierta vegetal ya que los árboles de la selva son corpulentos y sus frondosas copas se extienden como un techo alto bajo el cual crecen árboles más pequeños, arbustos, ello amortigua directamente la caída del agua de lluvia que finalmente baja por sus tallos y hojas evitando así formar escurrimiento de gran tamaño que contribuya a un grado fuerte de erosión, es por esta razón que se considera sin degradación aparente, además que el relieve de la zona del predio es una porción prácticamente plana y de acuerdo al INEGI (estudios hidrológicos de Quintana Roo 2002), con una ligera pendiente del 0.5%, considerándola como poco significativa.

Es importante mencionar que para conocer el estado en que se encuentra la vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arborea presente en el mismo, se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²) y cuyas coordenadas de los sitios son las siguientes:

Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo de flora del conjunto de predios.

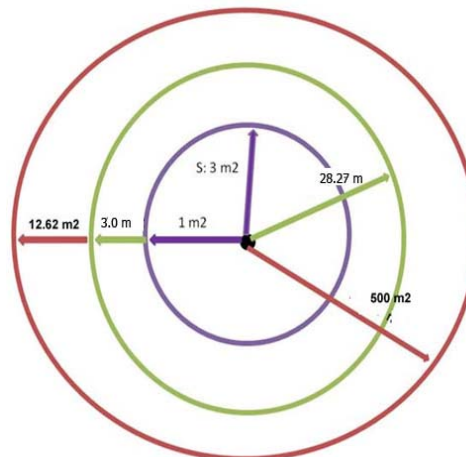
Predio	Faja	Sitio	Coordenadas UTM	
			X	Y
38	1	1	496028	2287600
39	1	2	495975	2287638
		3	495951	2287648
		4	495926	2287665
38	2	1	496145	2287766
39	2	2	496089	2287819
		3	496058	2287841
		4	496029	2287857
38	3	1	496274	2287949
39	3	2	496214	2287990
		3	496185	2288014
		4	496151	2288027

Plano de sitios de muestreo de flora del predio del proyecto



Metodología detallada para el muestreo de vegetación de los tres estratos del área sujeta a cambio de uso de suelo.

La toma de datos de campo se realizó del 08 al 10 de abril de 2022 y de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área del conjunto de predios del proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 3 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:



Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m², es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m² y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3. m². **(Anexo digital datos del predio).**

En cada sitio se tomaron los parámetros siguientes:

- Sitio de 500 m² todos aquellos arboles por especie con DAP (diámetro a la altura del pecho) de 10 cm en adelante.
- Sitio de 28.27 m² Todos aquellos arbustos por especie con diámetros entre 5 y 9.9 cm.
- Sitio de 3 m² Se contabilizaron los individuos por especie con diámetros de 1 hasta 4.9 cm.
- Se anotó el nombre común de las especies presentes en el levantamiento de datos.
- El Proceso de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001, editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste).

Es importante señalar que una vez obtenido la información de campo se procede a procesar dicha información clasificando el arbolado en general de acuerdo a su forma biológica o forma de vida, por lo que es entonces cuando se estructura el listado florístico por estratos ubicando así a cada individuo en el listado general según corresponda a estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo

De esta misma forma y en base a la distribución de dichos individuos por sitio de muestreo se elabora la tabla correspondiente para obtener la frecuencia por sitio y esta a su vez, sirve para la obtención del IVI (Índice de Valor de Importancia) mismo que viene de forma detallada en el apartado correspondiente.

Justificación de la representatividad del muestreo. (anexo digital representatividad del muestreo predio).

De acuerdo con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-152-SEMARNAT-2006, en la cual indica que el inventario realizado deberá tener una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10% a nivel predial, se tienen varios parámetros estadísticos que nos pueden indicar si un muestreo es suficiente para representar a la población bajo estudio.

Para este caso, se considera el tamaño de muestra (n), que indica el número de sitios necesarios y el error de muestreo ($e\%$), que se refiere al porcentaje de error ocurrido durante dicho muestreo.

Para el cálculo del **error de muestreo** (E) se utilizó la siguiente formula:

$$E\% = \frac{t(CV)}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$t = T$ de Student.

CV = Coeficiente de variación.

$n =$ Muestra realizadas.

E% = Error del muestreo (%).

Aplicando la formula anterior al muestreo del predio, se obtuvo el siguiente resultado:

$$e = \frac{1.7959 * 17.134}{\sqrt{12}} = 8.88 \%$$

Por lo que, podemos inferir que de acuerdo a los datos obtenidos se tiene un error máximo del **8.88%**, siendo mucho menor a lo requerido en la normatividad vigente, cumpliendo de esta manera, con la misma.

Con respecto al **tamaño de muestra**, se utilizó la siguiente formula

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

Donde:

$n =$ Tamaño óptimo de muestra.

$t^2_{(n-1)(\alpha/2)}$ = Valor elevado a cuadrado de t de Student.

$s^2 =$ Varianza de la muestra.

E = Máximo error de muestreo permisible (10%).

Aplicando la formula anterior al muestreo del predio, se obtuvo los siguientes resultados:

Cálculo del tamaño de muestra en el predio.

Promedio	Varianza	Desviación estandar	t de Student	Muestra	Error permitido	Tamaño de muestra
16.0408	7.5543	2.7485	1.7959	12	8.88	12

$$n = \frac{1.7959^2 * 17.134^2}{8.88^2} = 12 \text{ sitios}$$

Como podemos observar, aplicando una **confiabilidad del 95%** y un **error permisible del 8.88%**, de acuerdo a la variación del diámetro promedio de los sitios muestreados, y de acuerdo a la fórmula utilizada, **se considera suficiente levantar 12 sitios**, para el caso del presente estudio se realizó el levantamiento de la misma cantidad de sitios, por lo que, se da cumplimiento a los lineamientos especificados en la NOM-152-SEMARNAT-2006.

Especies presente en el conjunto de predios del proyecto por estratos

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	Familia
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
3	Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	Boraginaceae
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Polygonaceae
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>	Fabaceae
7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
8	Chacni	<i>Calyptranthes pallens</i>	Myrtaceae
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	Anacaediaceae
10	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	Polygonaceae
11	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae
12	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Sapindaceae
13	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	Malpighiaceae
14	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae
16	Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	Fabaceae
17	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae
18	Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Bignoniaceae
19	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	Euphorbiaceae
20	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	Celastraceae
21	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Fabaceae

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	Familia
22	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Ebenaceae
23	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	Malpighiaceae
24	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Fabaceae
25	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	Nyctaginaceae
26	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Fabaceae
27	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Rutaceae
28	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae
29	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	Fabaceae
30	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
31	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae
32	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
Estrato arbustivo			
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	Apocynaceae
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Polygonaceae
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	Myrtaceae
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae
5	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae
6	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae
8	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Polygonaceae
Estrato herbáceo			
1	Chaya	<i>Cnidoscopus multilobus</i>	Euphorbiaceae
2	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	Phytolaccaceae
3	Chile de monte	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae
4	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae
5	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	Bignoniaceae
6	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	Cyperaceae
7	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Poaceae
8	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	Bignoniaceae

Valores de Densidad absoluta.

Abundancia (densidad absoluta) se define como el número de individuos que fueron muestreados por unidad de área, extrapolando ésta a una hectárea. Con base en los muestreos realizados, se obtuvo 12 sitios con una superficie de 500 metros cuadrados cada uno, por lo que se obtuvo una muestra de 6,000 metros cuadrados por lo que esta es extrapolada a una hectárea (**anexo digital densidad por hectárea**). Por ello en la siguiente tabla se muestran los resultados que se obtuvieron para este componente.

Densidad del estrato arbóreo de la selva del predio

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
			Predio
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	12
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	3
3	Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	7
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	12
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>	3
7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	30
8	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	3
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	8
10	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	2
11	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2
12	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	8
13	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	2
14	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	5
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	43
16	Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	2
17	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	17
18	Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12
19	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	5
20	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	3
21	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	35
22	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	2
23	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	7
24	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	20
25	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	12
26	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	12
27	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	2
28	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	135
29	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	2
30	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	18
31	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	28
32	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	2
Total			456

De la tabla anterior, resulta evidente que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con la presencia de especies con individuos de 2 hasta 5 ind/ha) por lo que para el predio del proyecto se incluyen a 15 elementos florísticos de tipo arborescente y un total de 456 ind/ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en el ecosistema en términos de densidad son: el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 135 ind/ha, seguido por el jabin (*Piscidia*

piscipula) con 43 ind/ha y el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*), con 35 ind/ha, Por lo tanto, son los elementos mejor representados en términos de densidad dentro de esta asociación.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente tabla se anotan los valores de densidad para el predio del proyecto.

Valores de densidad para el estrato arbustivo de la selva del predio.

Estrato Arbustivo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
			Predio
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	89
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	60
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	30
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	30
5	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	30
6	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	60
7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	60
8	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	119
Total			478

De acuerdo con los valores presentados, se puede observar que existe una alta participación de los elementos considerados arbustivos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos tres especies de entre con 30 ind/ha de un total total de 478 ind/ha para el predio del proyecto. De éstos sakitsa (*Neomillspaughia emarginata*) tiene la mayor densidad con 119 ind/ha, seguido por el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 89 ind/ha y en tercer lugar el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) la majagua blanca (*Hampea trilobata*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) con 60 ind/ha

Densidad del estrato herbáceo de la selva del predio

Estrato Herbáceo			
#	Nombre común	Especie	No. de ind/Ha
			Predio
1	Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>	278
2	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1389
3	Chile de monte	<i>Capsicum annum</i>	278
4	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1944
5	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3333
6	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	278
7	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	278
8	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	4722
Total			12500

De acuerdo con los valores presentados, se puede observar que existe una alta participación de los elementos considerados herbáceos, ya que se puede observar en este estrato la presencia de al menos cuatro especies de 278 ind/ha de un total de 12500 ind/ha para el predio del proyecto. De éstos los bejucos, yax Ak (*Arrabidaea podopogon*) y Sac Ak (*Bignonia potosina*), comparten los más altos valores de densidad con 4722 y 3333 ind/ha cada uno.

Listado florístico por tipo de vegetación identificando aquellas especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Aun cuando para la región existe el reporte de un mayor número de especies protegidas para el predio en particular solo se observan dos:

Especies con categoría de riesgo del predio y su distribución de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT -2010.

Nombre científico	Nombre común	Predio Ind/ha	Categoría de riesgo y distribución de acuerdo a la NOM-059-2010
<i>Handroanthus chrysanthus</i> *	Maculis	12	Amenazada no endémica

Nota: * De acuerdo a las actualizaciones taxonómicas recientes, esta especie a cambiado su género, sin embargo, siguen siendo las mismas clasificadas de acuerdo a la Norma Oficial ya que esta no se ha actualizado.

Análisis de diversidad de la vegetación

Análisis de la vegetación del predio del proyecto contemplando los tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) a través de los índices de diversidad (preferentemente valor de importancia e índice de diversidad de Shannon-Wiener), asimismo se calcula el índice de equitatividad,

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) consideraríamos más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, consideraremos más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

¿Cómo se mide?

La diversidad de las especies se mide basándose en dos ideas: la riqueza de especies y la equidad de las especies. La riqueza de especies se refiere al número total de especies. A veces, los biólogos se interesan únicamente en la riqueza de especies, y la utilizan como medida única de la biodiversidad. La equidad de las especies mide la similitud de abundancia de las especies, en otras palabras, todas las especies son igualmente abundantes, o sus abundancias están sesgadas, es decir, unas pocas muy abundantes, y otras escasas

Para medir la diversidad existen varios índices que se utilizan para poder comparar la biodiversidad entre diferentes ecosistemas o zonas. Para este caso se utilizó el índice de Shannon & Wiener.

Índice de Shannon – Weaver

Índice de Shannon - Weaver es una de las medidas de diversidad relacionadas con la teoría de información. Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad (ensamblaje de organismos presentes en un hábitat) es análoga a un sistema termodinámico en la cual existe un número finito de individuos (análogo a cantidad de energía), los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías (especies, análogo de estados).

La estadística para describir esta situación: un sistema con un número finito de individuos y de categorías (especies); sin restricciones en cuanto al número de especies ni de individuos por categoría (especie), está dada por la Fórmula de Brillouin; equivale a la incertidumbre acerca de la identidad de un elemento tomado al azar de una colección de N elementos distribuidos en sus categorías, sin importar el número de elementos por categoría ni el número de categorías. Dicha incertidumbre aumenta con el número de categorías (riqueza) y disminuye cuando la mayoría de los elementos pertenecen a una misma categoría.

Índice de Shannon

El índice de Shannon, de Shannon-Weaver o de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica.[1] Este índice se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total.

La fórmula del índice de Shannon es la siguiente:

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$

Donde:

- número de especies (la riqueza de especies).
- P_i proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): n_i / N
- N_i número de individuos de la especie i
- N Número de todos los individuos de todas las especies
- **Log2 la fórmula utiliza el logaritmo base 2**

De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (*riqueza de especies*), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (*abundancia*)

El concepto de **uniformidad** se deriva fácilmente de las consideraciones teóricas de las fórmulas descritas para H y \hat{H} .

Si $n_1 = n_2 = n_3 = n_i \dots = n$, entonces:

$$N = s \sum n_i = sN$$

$$H_{\max} = \ln s$$

Esto permite cuantificar qué tanto la diversidad estimada (\hat{H}) para una situación dada se desvía del máximo teórico (H) -que ocurre cuando todas las especies son igualmente abundantes. Es lo que se denomina equidad o uniformidad (J); en algunos escritos técnicos en castellano se emplea el desafortunado término equitabilidad o peor ecuitabilidad. Esto es, en el mejor de los casos, un anglicismo debido a los malos hábitos del profesor estadounidense Monte Lloyd.

Los Valores de este índice van de 1 a 5, siendo un valor pobre el 1 y máxima diversidad el 5. En general se considera un ecosistema pobre cuando los valores no alcanzan de 3 en adelante. En este caso se ha verificado la metodología correspondiente y se presenta lo siguiente:

Índice de Diversidad de Shannon-Wiener y de Equitatividad (J) para cada estrato

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon -Weiner, se realizó mediante el programa computarizado especializado conocido como BioDiversity Pro versión 2.0, escrito por NeilMcAleece y diseñado por PJD Lambshead, GLJ Paterson and, JD Gage, The Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science, Derechos Reservados 1997.

Para los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon -Weiner, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J). Estos muestreos se llevaron a cabo en tres estratos: herbáceo; arbustivo y arbóreo; en función de la forma biológica de las especies. La superficie del levantamiento de datos para el cálculo de los índices fue de una superficie de 3 m², 28m² y 500 m² en cada uno de los sitios y los resultados son los siguientes:

Diversidad de Shannon _Weiner, y el valor de Equitatividad (J) para los tres estratos del predio del proyecto.

Estrato arbóreo selva mediana

#	Nombre común	Especie	Total/ha
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	12
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	3
3	Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	7
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	12
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>	3
7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	30
8	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	3
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	8
10	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	2
11	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2
12	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	8
13	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	2
14	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	5

#	Nombre común	Especie	Total/ha
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	43
16	Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	2
17	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	17
18	Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12
19	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	5
20	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	3
21	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	35
22	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	2
23	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	7
24	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	20
25	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	12
26	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	12
27	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	2
28	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	135
29	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	2
30	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	18
31	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	28
32	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	2
Total			456

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	3.913
Shannon Hmax Log Base 2.	5.000
Shannon J'	0.783

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato arbóreo presenta una moderada diversidad ya que el resultado obtenido es de 3.91 y esto es entendible en virtud de que se reporta para este la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en buen estado de conservación. En cuanto a los datos de "J" sus valores fueron de 0.78 y se consideran moderados.

Estrato arbustivo selva mediana

#	Estrato arbustivo	Especie	Total/ha
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	89
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	60
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	30
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	30
5	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	30
6	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	60
7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	60

#	Estrato arbustivo	Especie	Total/ha
8	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	119
Total			478

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	-2.830
Shannon Hmax Log Base 2.	3.000
Shannon J'	-0.943

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato arbustivo en el predio del proyecto presenta baja diversidad (2.83), Es importante mencionar que en este estrato existe una menor presencia de especies arbustivas y algunas especies son de interés biológico para el promovente y que para este caso se aplicara un programa de rescate. En cuento a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.94) por lo que las especies son equitativas.

Estrato herbáceo selva mediana

#	Estrato herbáceo	Especie	Total/ha
1	Chaya	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	278
2	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1389
3	Chile de monte	<i>Capsicum annum</i>	278
4	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1944
5	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3333
6	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	278
7	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	278
8	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	4722
Total			12500

Biodiversity

Index	Resultados
Shannon H' Log Base 2.	-2.297
Shannon Hmax Log Base 2.	3.000
Shannon J'	-0.766

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que este estrato herbáceo en el predio del proyecto presenta baja diversidad ya que el resultado obtenido es de 2.29. En cuento a los datos de "J" sus valores se consideran moderados en cuanto a la equitatividad de las especies, ya que el valor obtenido fue de 0.76

✓ **IVI=Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa.**

El Índice de Valor de Importancia (IVI), fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella et al (2001). Es un

índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados y se calcula de la siguiente manera:

Para este caso específicamente del área de estudio, se realizaron la aplicación de cada una de las fórmulas de cada uno de estos parámetros de los estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y los resultados obtenidos son los siguientes:

Dominancia Relativa+Densidad Relativa+Frecuencia Relativa del predio del proyecto.

Estrato arbóreo

#	Nombre Común	Nombre Científico	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	8.454	2.632	3.922	15.007
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	2.205	0.658	1.961	4.824
3	Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	4.410	1.535	3.922	9.866
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	0.528	0.439	0.980	1.947
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.957	2.632	2.941	7.530
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>	0.528	0.658	0.980	2.167
7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	4.736	6.579	5.882	17.197
8	Chacni	<i>Calyptranthes pallens</i>	0.320	0.658	0.980	1.958
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	2.368	1.754	2.941	7.063
10	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	0.528	0.439	0.980	1.947
11	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	4.077	0.439	0.980	5.496
12	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	2.114	1.754	3.922	7.789
13	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	0.528	0.439	0.980	1.947
14	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	2.609	1.096	0.980	4.686
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	6.314	9.430	7.843	23.587
16	Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	0.528	0.439	0.980	1.947
17	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5.525	3.728	6.863	16.116
18	Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3.757	2.632	3.922	10.310
19	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	0.235	1.096	0.980	2.312
20	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	0.470	0.658	1.961	3.088
21	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	3.699	7.675	6.863	18.237
22	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.417	0.439	0.980	1.836
23	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	1.670	1.535	3.922	7.127
24	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	3.157	4.386	3.922	11.465
25	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	2.642	2.632	4.902	10.175
26	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	0.528	2.632	0.980	4.140
27	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	0.417	0.439	0.980	1.836
28	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	14.064	29.605	10.784	54.454
29	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	4.755	0.439	0.980	6.174
30	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	2.935	3.947	1.961	8.844

#	Nombre Común	Nombre Científico	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
31	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	13.359	6.140	7.843	27.343
32	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	0.163	0.439	0.980	1.582
Total			100.000	100.000	100.000	300.00

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 54.45 seguido por el Jabin (*Piscidia piscipula*) con 23.58, y en tercer lugar, el ya'axnik (*Vitex gaumeri*) con 27.34, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Estrato arbustivo

#	Nombre Común	Especie	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	22.011	18.619	15.385	56.015
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	17.391	12.552	15.385	45.328
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	6.658	6.276	7.692	20.626
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	3.397	6.276	7.692	17.365
5	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	13.587	6.276	7.692	27.555
6	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	9.783	12.552	15.385	37.720
7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	17.391	12.552	15.385	45.328
8	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	9.783	24.895	15.385	50.063
Total			100	100	100	300

En este estrato las especies con más valor de importancia fueron el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 56.01, seguido por el sakitsa (*Neomillspaughia emarginata*) con 50.06 y en tercer lugar el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) con 45.32, en general estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Estrato herbáceo

#	N. común	Especie	Dominancia Relativa	Densidad Relativa	Frecuencia Relativa	IVI
1	Chaya	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	11.211	2.224	4.762	18.197
2	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	7.175	11.112	4.762	23.049
3	Chile de monte	<i>Capsicum annuum</i>	11.211	2.224	4.762	18.197
4	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	4.036	15.552	4.762	24.350
5	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	28.251	26.664	33.333	88.248
6	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	4.036	2.224	4.762	11.022
7	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	1.794	2.224	4.762	8.780
8	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	32.287	37.776	38.095	108.158
Total			100	100	100	300

En este estrato las tres especies con más valor de importancia fueron el yax ak (*Arrabidea podopogon*) con 108.15, seguido por el sac ak (*Cydista potocina*) con 88.24 y en tercer lugar la paulinia (*Paulinia pinnata*) con 24.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Caracterización de la fauna

Listados de fauna de los cuatro grupos de vertebrados superiores (mamíferos, aves, anfibios y reptiles), con sus respectivos datos de abundancia relativa e índices de diversidad para la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo

Fauna

La selva de Quintana Roo, ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de todo el estado, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de flora y fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema.

Metodología

Tomando en consideración la ubicación geográfica del conjunto de predios del proyecto, el índice de ruido por la colindancia carretera federal y la vialidad de acceso interna (CFE), se considera baja la presencia de especies de fauna en general (aves, reptiles, mamíferos y anfibios), por lo que, para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área, se llevó a cabo, el estudio correspondiente:



Avifauna.

Las Aves se muestrearon durante 3 días, (periodo comprendido del 08 al 10 de marzo de 2021, por lo que siguiendo el método de transecto sobre tres brechas ya establecidas de aproximadamente 120 metros de longitud y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la

Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Relación de coordenadas por transectos.

Transectos	Coordenadas UTM XY		Longitud aproximada de cada transecto
	Inicial	Final	
1	496028 2287600	495926 2287665	120 m
2	496145 2287766	496029 2287857	120 m
3	496274 2287949	496151 2288027	120 m

Anfibios y Reptiles.

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y Reptiles de Sian Ka'an 2008). Los muestreos se efectuaron sobre los mismos transectos existente durante 3 días y se llevó a cabo en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m.; y 7:00 p.m. a 9:00 p.m. Los registros se efectuaron por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluyó el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

Mamíferos.

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo de los transectos durante 3 días y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (9 en total) y Tomahawk (3 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Relación de coordenadas UTM Trampas

Ubicación	Coordenadas UTM Trampas Sherman		Coordenadas UTM Trampas Tomahawk	
	X	Y	X	Y
1	495975	2287638	496028	2287600
	495951	2287648	496058	2287841
	495926	2287665	496185	2288014
2	496145	2287766		
	496089	2287819		
	496029	2287857		
3	496274	2287949		
	496214	2287990		
	496151	2288027		

Cámaras trampa

Para este caso en particular se instaló una trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar en el predio, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil alcance por que huyen a la presencia de uno mismo. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.



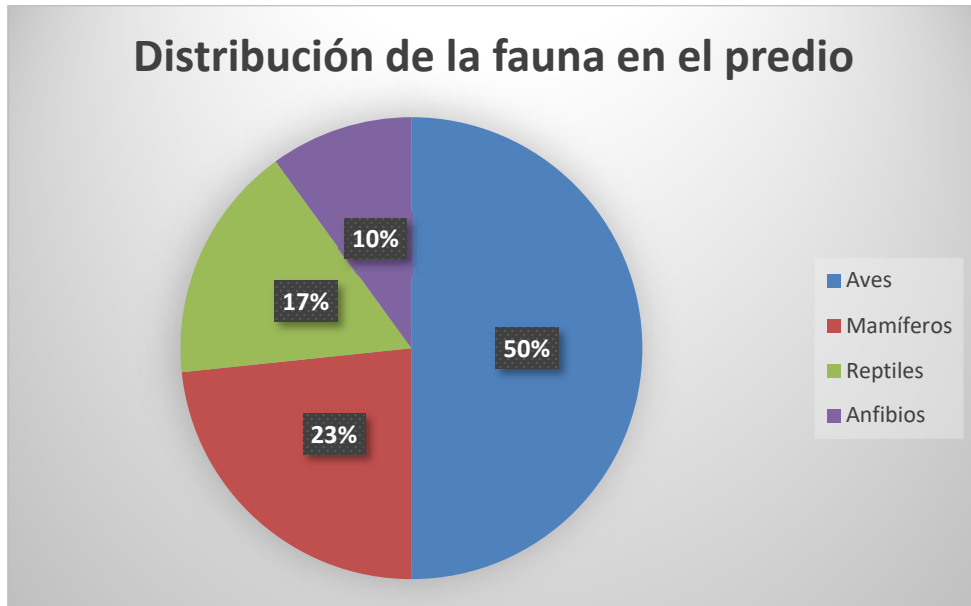
Resultados

Se registraron 30 especies en total, mayormente representadas por las aves (50%), seguido por los mamíferos (23%), mientras que los reptiles y anfibios fueron los grupos con menor incidencia (17 y 10%). Lo anterior se sintetiza en la siguiente tabla.

Distribución de las especies de fauna registradas en el predio del proyecto.

Grupo Faunístico	Especies	Familia
Aves	15	11
Mamíferos	7	7
Reptiles	5	4
Anfibios	3	3
Total	30	25

Grafica de distribución de las especies de fauna registradas en el predio del proyecto.



Listado general por Grupo Faunístico en el predio del proyecto.

Clase	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Aves	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas
	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul
	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
	Tyrannidae	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso
	Tyrannidae	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Silvador
	Mimidae	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical
	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla
	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo
	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura
	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero
	Trogonidae	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa cabeza negra
Mamíferos	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache
	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote
	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca
	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
	Cervidae	<i>Mazama temama</i>	Venado
	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque
Reptiles	Cricetidae	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco
	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock
	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Boa, oxcan
	Colubridae	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde
	Colubridae	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva
Anfibios	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada, garrobo
	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola
	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca

Listado de especies de fauna de cada grupo faunístico con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 del predio del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves			
Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i> *	Perico pecho sucio	Sujeta a protección especial no endémica.
Mamíferos			
0	0	0	0
Reptiles			

Boidae	<i>Boa imperator*</i>	Boa, oxcan	Amenazada no endémica
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada, garrobo	Amenazada no endémica
Anfibios			
0	0	0	0

* Nota: de acuerdo a las actualizaciones taxonómicas recientes, estas especies han cambiado sus géneros y en otros casos la especie, sin embargo, siguen siendo las mismas clasificadas de acuerdo a la Norma Oficial ya que esta no se ha actualizada.

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias.

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto **no se registraron sitios particulares** o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el predio.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio.

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se avecinan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido Ciudad Mayakoba colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, colonias; la Guadalupana, El Peten, con los Fraccionamientos El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey. Al norte de proyecto (village II) aún se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro de ciudad Mayakoba estos sitios naturalmente son donde la fauna se desplazará o transitará una vez que inicien las actividades autorizadas, Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto, derivado de las actividades autorizadas se presentan en el capítulo correspondiente garantizando su aplicación.

Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad y de abundancia relativa para la superficie del área sujeta a cambio de uso de suelo (Selva mediana subperennifolia).

Listados de fauna (aves, mamíferos, reptiles y anfibios), con sus respectivos datos de índices de diversidad.

Aves

#	N. Científico	N. Común	Total
1	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	8
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	6
3	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	26
4	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	4

#	N. Científico	N. Común	Total
5	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	20
6	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigrueso	3
7	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Silvadador	5
8	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical	8
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	2
10	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	8
11	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	13
12	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	3
13	<i>Cathartes aura</i>	Aura	5
14	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	5
15	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa cabeza negra	2
Total			118

Aves

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	3.488
Shannon Hmax Log Base 2.	3.907
Shannon J'	0.893

Como se puede apreciar los resultados obtenidos nos indican que el grupo de las aves presenta buena diversidad (3.48), si se toma en cuenta que arriba de valores de 3 en adelante se considera como una buena. Esto es entendible ya que el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor en el cual las aves tienen espacios por donde desplazarse, Por otra parte, se menciona que las aves no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J", este es de 0.893, lo que se considera alto, lo que nos indica que hay una alta equitatividad entre las especies.

Mamíferos

#	N. Científico	N. Común	Total
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	3
2	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	10
3	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	3
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2
5	<i>Mazama temama</i>	Venado	1
6	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	3
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	4
Total			26

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2.490
Shannon Hmax Log Base 2.	2.807
Shannon J'	0.887

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 2.49 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por lo que no es fácil poder observar, por otra parte se observó personal trabajando en los alrededores de proyectos ya autorizado y esto ocasiona en gran medida que se observen pocas especies, además hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.88) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Reptiles

#	N. Científico	N. Común	Total
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock	5
2	<i>Boa imperator</i>	Boa, oxcan	1
3	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	1
4	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	2
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	4
Total			13

Reptiles

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	2.038
Shannon Hmax Log Base 2.	2.322
Shannon J'	0.878

Este grupo también se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.03 por lo que el panorama es similar que el anterior y a que su diversidad es baja y los datos de "J" dan 0.87 lo que demuestra que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Anfibios

#	N. Científico	N. Común	Total
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	4
2	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	1
3	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	3
Total			8

Anfibios

Index	Total
Shannon H' Log Base 2.	1.406
Shannon Hmax Log Base 2.	1.585
Shannon J'	0.887

Los resultados obtenidos en este grupo que fue de 1.40 lo que nos indica que se considera la zona como de baja diversidad y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona, En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.88) ya que las pocas especies tienden a la equitatividad.

Abundancia Relativa (por grupo de fauna).

Los valores de abundancia relativa por grupo de fauna se muestran en la Tabla siguiente, en la que se han incluido a todos los grupos de fauna silvestre observados en el conjunto de predios de interés.

Valores de abundancia relativa por grupo de fauna para el predio del proyecto.

Aves

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	6.780
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	5.085
3	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	22.034
4	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3.390
5	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	16.949
6	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigruoso	2.542
7	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Silvador	4.237
8	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical	6.780
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	1.695
10	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo	6.780
11	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	11.017
12	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	2.542
13	<i>Cathartes aura</i>	Aura	4.237
14	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	4.237
15	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa cabeza negra	1.695
Total			100

Las abundancias relativas de las especies de aves son muy homogéneas, siendo las siguientes especies con más alto valor la Chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 22.03, seguido por el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 16.94 y en tercer lugar se ubican la Chachalaca (*Ortalis vetula*) con 11.01 entre otros.

Mamíferos

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	12.121
2	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	48.485
3	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	9.091
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	6.061
5	<i>Mazama temama</i>	Venado	3.030
6	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	9.091
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	12.121
TOTAL			100

En el caso de los mamíferos se observa que la única especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el Tejón (*Nasua narica*) con el 48.48, seguido por el Tlacuache (*Didelphis marsupialis*), y el raton yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) con 12.12 y en tercer lugar la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y el cereque (*Dasyprocta punctata*) con 9.09. Algunas de estas especies se adaptan bien a la presencia humana y al no ser molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegando a ser una molestia como es el caso del Tejón (*Nasua narica*).

Reptiles

#	N. Científico	N. Común	Abundancia Relativa
1	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock	38.462
2	<i>Boa imperator</i>	Boa, oxcan	7.692
3	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	7.692
4	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	15.385
5	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	30.769
TOTAL			100

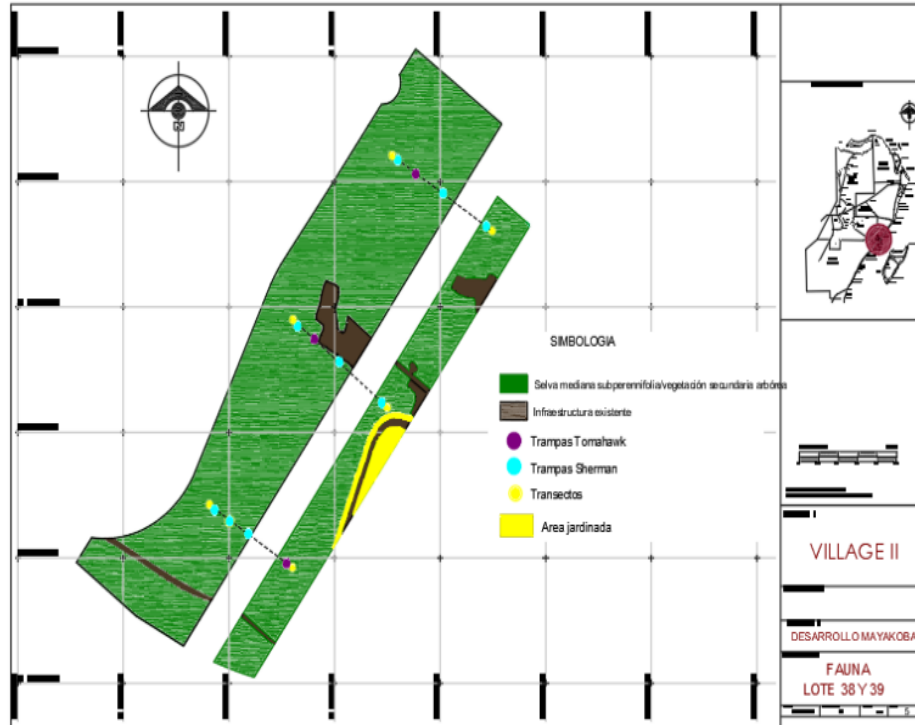
En este grupo no se puede observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día. En relación con la abundancia relativa el Tolock (*Basiliscus vittatus*) es la más abundante con un valor de 38.46, en comparación la Iguana rayada, garrobo (*Ctenosaura similis*) que presenta un 30.76 y la ranera oliva (*Leptophis mexicanus*) con 15.38 respectivamente.

Anfibios

#	Nombre Común	Nombre Científico	Abundancia Relativa
1	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	50.000
2	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	12.500
3	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	37.500
TOTAL			100

El otro de los grupos en donde la presencia en el campo es imperceptible, si uno no es buen observador y de acuerdo a los resultados obtenidos se tiene que a la rana arboricola (*Smilisca baudinii*) con 50 % seguida por la ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 37.50, finalmente el Sapo marino (*Rhinella marina*) con 12.50.

Sitios de muestreo fauna predio.



UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y FAUNÍSTICA DEL ÁREA SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES CON RELACIÓN A LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CUENCA, SUBCUENCA O MICROCUENCA HIDROGRÁFICA QUE PERMITA DETERMINAR EL GRADO DE AFECTACIÓN POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES;

En Quintana Roo, la diversidad biológica es resultado en gran medida de la compleja variación de sus condiciones edáficas, climáticas y por su posición geográfica. De acuerdo con Estrada-Loera (1991) y Carnevali et al, (2003), no es una de las áreas más diversas de México. Sin embargo, presenta una flora nativa característica. De manera adicional, Olmsted y Durán (1990) registran en esta región una ligera modificación en el perfil topográfico que habrá de generar una importante variación en la estructura de la vegetación. Por lo tanto, la presencia y el aporte de la vegetación menor o superior, es fundamental en la conservación del entorno ambiental. Además de que la vegetación arbórea de una zona proporciona riqueza ecológica que permite garantizar la continuidad de un sin número de especies.

Por lo anterior, no se deberá pasar por alto que el desarrollo de proyectos de inversión trae como consecuencia directa la disminución de la biodiversidad, el deterioro de servicios ambientales y, por ende, la reducción del bienestar humano. Ante tal situación, ha sido necesario formular marcos legislativos que regulen el aprovechamiento de los recursos naturales y planeen su uso para resolver y remediar la problemática ambiental. De manera adicional, se requiere fortalecer el conocimiento de la diversidad florística presente en los diferentes tipos de ecosistemas presentes en esta región, para así poder tomar decisiones adecuadas en el contexto de la conservación y manejo de los recursos naturales.

Por otra parte, las actividades de CUSTF requieren de manera directa el aclareamiento de espacios y consecuentemente la reducción de los espacios naturales y su diversidad. En este sentido, la evaluación de las condiciones físicas y biológicas del predio, así como de la unidad de análisis (cuenca hidrológica forestal), han permitido concluir que estas acciones no representan un riesgo doloso sobre los ecosistemas. En este sentido, los impactos que se generarán durante el proceso de cambio de uso de suelo, así como las actividades de prevención y mitigación de impactos ambientales han sido plenamente abordados en el capítulo X del presente estudio.

Por lo tanto, se considera que en materia de desarrollo social arrojará grandes beneficios, ya que la infraestructura que se pretende establecer habrá de cubrir una demanda actual que contribuirá en la consolidación del desarrollo regional a través del establecimiento de infraestructura habitacional; misma que habrá de impactar dentro del sector turístico y ecoturístico, los cuales son las principales actividades económicas de la Entidad. Por lo anterior, en este capítulo se habrá de resaltar la relevancia del proyecto, así como la afectación que implica generar los cambios en la composición florística y faunística del ecosistema dominante.

Aspectos comparativos de la composición florística.

La selva mediana subperennifolia que cubre la cuenca 32A y en específico la unidad de análisis (predio particular subcuenca “d”), cuenta con una buena representación de la flora arbórea que caracteriza a la selva mediana subperennifolia de la misma, así también el sitio propuesto para el cambio de uso del suelo presenta una selva mediana subperennifolia vegetación secundaria arbórea con buena representación de la flora arbórea de la misma así se demuestra en el siguiente análisis.

(Anexo digital comparativo flora SAR – Predio)

Tabla de especies comparativa estrato arbóreo densidad Cuenca – predio

Estrato arbóreo

#	N. Común	N. Científico	SAR lind/ha	Predio Ind/ha
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	12
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	3
3	Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	7
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	2
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	12
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>		3
7	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	
8	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	30
9	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	3
10	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	
11	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	8
12	Chechen blanco	<i>Sebastiana adenphora</i>	3	
13	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	
14	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	
15	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	13	2
16	Elemuy	<i>Mosannonna depressa</i>	9	
17	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	

#	N. Común	N. Científico	SAR lind/ha	Predio lnd/ha
18	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	2
19	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	8
20	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	
21	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>		2
22	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	
23	Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	
24	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>		5
25	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	43
26	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	
27	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	
28	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	
29	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	
30	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	2
31	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	17
32	Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5	12
33	Naranja che	<i>Bonellia macrocarpa</i>	14	
34	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	
35	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	5
36	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	
37	Ruda	<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	
38	Sak pich	<i>Senegalia polyphylla</i>	3	
39	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>		3
40	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	35
41	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	105	2
42	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	7
43	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	9	20
44	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	12
45	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	12
46	Tamay	<i>Casearia laetioides</i>	9	
47	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	
48	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	
49	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	5	2
50	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	135
51	Uchuche	<i>Diospyros salicifolia</i>	17	
52	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	
53	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>		2
54	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>		18
55	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	28
56	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	2
57	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	
58	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	
Total			1155	456

De la tabla anterior, resulta evidente que se mantiene baja participación de especies arbóreas (con individuos de hasta 5) para ambos predios, por lo que para el predio de la unidad de análisis tan solo se incluyen a 13 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 1155 ind/Ha. En tanto que ara e l predio del proyecto se observan de igual forma 15 elementos florísticos de tipo arborescente y con una participación de hasta 456 ind/Ha. Por otra parte, se confirma que las especies mejor representadas en el ecosistema en términos de densidad para ambos predios son: el el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 135 y 99, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 128 y 35 ind/ha, y el silil (*Diospyros tetrasperma*) con 105 y 2 ind/ha.

Estrato arbóreo comparativa Shannon

Estrato arboreo		PREDIO DE INTERÉS							
Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	0.067	-3.907	-0.260	12	0.026	-5.248	-0.138
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	0.040	-4.650	-0.185	3	0.007	-7.248	-0.048
Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	7	0.015	-6.026	-0.092
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	2	0.004	-7.833	-0.034
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	0.033	-4.926	-0.162	12	0.026	-5.248	-0.138
Canlol	<i>Senna atomaria</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	0.087	-3.515	-0.307	30	0.066	-3.926	-0.258
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	0.012	-6.366	-0.077	3	0.007	-7.248	-0.048
Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	0.065	-3.945	-0.256	8	0.018	-5.833	-0.102
Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	13	0.011	-6.473	-0.073	2	0.004	-7.833	-0.034
Elemuy	<i>Mosanonna depressa</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	8	0.018	-5.833	-0.102
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	0.007	-7.174	-0.050				
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>					5	0.011	-6.511	-0.071
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	0.025	-5.316	-0.133	43	0.094	-3.407	-0.321
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	0.052	-4.267	-0.222				

Estrato arboreo									
Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.014	-6.174	-0.086				
Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	0.003	-8.174	-0.028	2	0.004	-7.833	-0.034
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.009	-6.852	-0.059	17	0.037	-4.745	-0.177
Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	12	0.026	-5.248	-0.138
Naranja che	<i>Bonellia macrocarpa</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	5	0.011	-6.511	-0.071
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Ruda	<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Sak pich	<i>Senegalia polyphylla</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	0.111	-3.174	-0.352	35	0.077	-3.704	-0.284
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	105	0.091	-3.459	-0.314	2	0.004	-7.833	-0.034
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	7	0.015	-6.026	-0.092
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	20	0.044	-4.511	-0.198
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	0.046	-4.446	-0.204	12	0.026	-5.248	-0.138
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0.006	-7.366	-0.045	12	0.026	-5.248	-0.138
Tamay	<i>Casearia laetioides</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	0.086	-3.544	-0.304	135	0.296	-1.756	-0.520
Uchuche	<i>Diospyros salicifolia</i>	17	0.015	-6.086	-0.090				
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>					18	0.039	-4.663	-0.184
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	0.023	-5.419	-0.127	28	0.061	-4.026	-0.247
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	0.015	-6.086	-0.090	2	0.004	-7.833	-0.034
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.002	-9.174	-0.016				
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
		1155		H'=	-4.728	456	1.000	H'=	-3.913
				D. Max=	5.700			D. Max=	5.000
				J'=	-0.829			J'=	-0.783

Para el estrato arbóreo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, tanto para el SAR (unidad de análisis) como para el predio del proyecto, el resultado obtenido es de 4.72 y 3.91 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para ambos, y esto es entendible en virtud de que ambos reportan la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en proceso de recuperación. En cuanto a los datos de “J” sus valores para ambas se consideran altos con 0.829 y 0.783, lo que indica que las especies tienden a ser equitativos.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: el chechem (*Metopium brownei*) con el 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89, en tanto que para el predio del proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el son el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 54.45 seguido por el Jabin (*Piscidia piscipula*) con 23.58, y en tercer lugar, el ya'axnik (*Vitex gaumeri*) con 27.34, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente tabla se anotan los valores de densidad para ambos predios.

Tabla de especies comparativa estrato arbustivo densidad Cuenca – predio

#	N. Común	N. Científico	SAR Ind/ha	Predio Ind/ha
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	143	89
2	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	125	
3	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	286	60
4	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	768	30
5	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>		30
6	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	107	30
7	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	107	60
8	Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	89	
9	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	214	60
10	Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	143	
11	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	107	119
12	Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	125	
Total			2214	478

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, se puede anotar que existe una alta participación de los elementos considerados arbustivos para el predio de la unidad de análisis se puede observar la presencia de una especie con al menos 89 individuos, en tanto que para el proyecto se presentan al menos 3 especies de tan solo 30 ind/ha y que se encuentran presentes en ambos predios así también se tiene una representación total de 2214 ind/ha para la unidad de análisis (SAR) y de 478 para el predio del proyecto. De éstos la eugenia (*Eugenia mayana*), el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) comparten los más altos valores de densidad con 768, 286 y 214 ind/ha cada uno.

Estrato arbustivo comparativa Shannon

Estrato arbustivo									
Nombre común	Nombre científico	CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255	89	0.186	-2.425	-0.452
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	286	0.129	-2.953	-0.381	60	0.126	-2.994	-0.376
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	768	0.347	-1.527	-0.530	30	0.063	-3.994	-0.251
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>					30	0.063	-3.994	-0.251
Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	30	0.063	-3.994	-0.251
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	60	0.126	-2.994	-0.376
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	89	0.040	-4.637	-0.186				
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	214	0.097	-3.371	-0.326	60	0.126	-2.994	-0.376
Pamolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255				
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	119	0.249	-2.006	-0.499
Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
		2214		H'=	-3.036	478	1.000	H'=	-2.830
				D.				D.	
				Max=	3.459			Max=	3.000
				J'=	-0.878			J'=	-0.943

Asimismo, y para este estrato arbustivo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis los resultados de la prueba nos indican que presenta una alta diversidad (3.03), en tanto que para el predio del proyecto, presenta una baja diversidad (2.83) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre, y que de acuerdo a lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies para ambos predios y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.87 y 0.94. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: la eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y en tercer lugar el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia son: el

el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 56.01, seguido por el sakitsa (*Neomillspaughia emarginata*) con 50.06 y en tercer lugar el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) con 45.32, en general estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Tabla de especies comparativa estrato herbáceo densidad Cuenca – predio

#	N. Común	N. Científico	SAR	Predio
1	Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	667	
2	Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>		278
3	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1333	1389
4	Chile de monte	<i>Capsicum annuum</i>		278
5	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1000	1944
6	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3833	3333
7	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>		278
8	Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	1000	
9	Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1333	
10	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1667	
11	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	1333	278
12	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	1667	4722
Total			13833	12500

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, se puede anotar que existe alta presencia de los elementos considerados herbáceos, ya que se representan al menos 4 especies de tan solo 274 ind/ha y que se encuentran presentes en el predio de interés con una representación total de 12500 ind/ha. Para la unidad de análisis (SAR) se tiene al menos una especie con 667 ind/ha. De éstos los bejuocos como el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y el sac ak (*Cydista potosina*) comparten los más altos valores de densidad con 4722 y 3833 ind/ha cada uno.

Estrato herbáceo comparativa Shannon

Estrato herbáceo		CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	667	0.048	-4.374	-0.211				
Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	1389	0.111	-3.170	-0.352
Chile de monte	<i>Capsicum annuum</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274	1944	0.156	-2.685	-0.418
Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3833	0.277	-1.852	-0.513	3333	0.267	-1.907	-0.508
Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Styzophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274				
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325				
Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368				
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	278	0.022	-5.491	-0.122
Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368	4722	0.378	-1.404	-0.531
		13833	1.000	H'=	-2.984	12500	1.000	H'=	-2.297
				D.	Max=			D.	Max=
					3.170				3.000

Estrato herbáceo									
Nombre común	Nombre científico	CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
				J'=	-0.941			J'=	-0.766

En este estrato herbáceo, tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad, (2.98 y 2.29) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en ambos predios es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de “J” sus valores se consideran altos (0.94 y 0.76) respectivamente.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 67.26, seguido por el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 54.19 y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron:

el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 108.15, seguido por el sac ak (*Cydista potocina*) con 88.24 y en tercer lugar la paulinia (*Paulinia pinnata*) con 24.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

Adicionalmente se tiene el siguiente análisis:

- Para la unidad de análisis de la cuenca de acuerdo al anexo digital datos predio cuenca (listado florístico) (Excel) se tiene que cuenta con un total de 72 especies en sus tres estratos consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión. Así también para el predio del proyecto de acuerdo al anexo digital datos del predio (listado florístico) se tiene que un total de 48 especies distribuidas en los tres estratos, de igual forma consideradas como propias de la selva en proceso de sucesión
- Es importante mencionar que ambos predios cuentan con un gran número de especies leguminosas 14 en total para el predio de la unidad de análisis (SAR) y 12 para el predio del proyecto, lo que significa que se encuentran en un proceso avanzado de sucesión.
- Para el estrato arbóreo, se incluyen 58 especies, de estas se han encontrado 52 en la unidad de análisis, y 48 para el predio del proyecto. De estas algunas se han ubicado como especies de tallas menores en los estratos bajos, lo que refiere procesos de regeneración natural. Además, para los fines de la estimación se han recategorizado e incluido dentro de su forma de vida natural. Adicionalmente, dentro de esta categoría se comparten 26 especies en ambos predios. Asimismo, 6 especies están documentadas solamente para el

predio de interés, aunque esta estadística se compensa ya que 26 especies adicionales se han documentado para la unidad de análisis.

- Dentro del estrato arbustivo se registran 12 especies, 11 para la unidad de análisis y 8 para el predio del proyecto. Adicionalmente, dentro de esta categoría se comparten 7 especies en ambos predios.
- Finalmente, se han registrado 12 especies para el estrato herbáceo de las cuales se comparten 9 corresponden a la unidad de análisis y 8 especies, se registran para el predio del proyecto. Asimismo, 2 especies están documentadas solamente para el predio de interés, y 4 para la unidad de análisis.
- En todos los casos, se reconoce que los resultados se ubican dentro de las limitaciones propias del sistema de muestreo y donde se han considerado 12 sitios considerando la superficie del conjunto de predios del proyecto (6.26 Ha). Por otra parte, al aplicar la representatividad (confiabilidad del 95%) se indica que los resultados son válidos al obtener el 8.88% de error.
- Del total de especies registradas, en cierta forma pueden ser consideradas como propias de una selva mediana en proceso de sucesión. Lo anterior, deriva del hecho que se han encontrado ausentes las categorías de tamaño de las especies más corpulentas que se registran para esta vegetación (categorías mayores a los 40 cm en DAP) y generalmente corresponden con especies como son: chicozapote (*Manilkara zapota*), caracolillo (*Sideroxylon foetidissimum*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) entre otras.
- De manera adicional, de acuerdo con los valores del muestreo realizado se ha encontrado que únicamente 4 de los 241 individuos muestreados en el área del proyecto con diámetro mayor de 10 cm a la altura del pecho se ubican por arriba de la categoría de los 35 cm en DAP; de los cuales son dos jabin (*Piscidia piscipula*), y dos tzalam (*Lysiloma latisiliquum*). En este sentido, y de acuerdo con López y Tamarit (2005)⁴, se reconoce que “estas especies (*Manilkara zapota* y *Lysiloma latisiliquum*) son muy abundantes y con mayor importancia económica en bosques secundarios derivados de selva mediana subperennifolia”. De manera adicional, se ha encontrado que el 98.34% de los individuos que fueron muestreados se consideran juveniles y en plena fase desarrollo, ya que han quedado incluidos dentro de las categorías menores (de los 10-34 cm en DAP).
- Por otra parte, es importante mencionar que dentro de ambos predios el grupo de las leguminosas (Fabaceae) es el más abundante con 14 especies, para la unidad de análisis y 12 para el predio del proyecto, de estas 8 son compartidas en ambos predios. En este caso, se ha considerado que este grupo suele incluir algunas especies propias de los ecosistemas en procesos de restauración natural (con un origen secundario a veces poco definido) por lo que se incluye a especies arbóreas como: cocoite blanco (*Gliricidia maculata*), jabin (*Piscidia piscipula*), shuul (*Lonchocarpus xuul*) y subinche (*Mariosousa*

⁴. [researchgate.net/publication/286334546](https://www.researchgate.net/publication/286334546) Crecimiento e incremento en diametro de *Lysiloma latisiliquum* L. Benth en bosques secundarios en Escaregua Campeche Mexico Revista Chapingo

dolichostachya), En este caso, los diámetros encontrados se ubican por arriba de los 10 cm en DAP, lo que se pudiera relacionar con un proceso avanzado de sucesión.

- En este sentido, en ambos predios considera que entre los principales factores que han contribuido al deterioro de la vegetación está la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos, iniciados por Gilberto en 1988 y los incendios de 1989. Además, se registra los huracanes Delta (2020) y Grace (2021) los últimos fenómenos registrado en la región.
- Además, para el estrato herbáceo se registras cierta dominancia de especies trepadoras en ambos predios (proyecto y unidad de análisis), por lo que se registran cuantiosos individuos de yax ak (*Arrabidaea podopogon*), sak ak (*Bignonia potosina*), entre otras.

Aspectos comparativos de la fauna silvestre.

En cuanto a la fauna, podemos que mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del predio a continuación se presenta la tabla correspondiente a la fauna presente en ambos predios y del cual así se presenta en el siguiente análisis. ((**Anexo digital comparativo fauna SAR – Predio**)).

Tabla de especies comparativa de fauna Cuenca – predio.

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
Aves	Aguilla caminera	<i>Rupornis magnirostris</i>	1				X
	Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	5			X
	Bolsero de altamira	<i>Icterus. gularis</i>	4				X
	Bolsero dominico	<i>Icterus. dominicensis</i>	3				X
	Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	5	4			X
	Cabezón degollado	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	2				X
	Carpintero enano	<i>Melanerpes. pygmaeus</i>	5	2			X
	Carpintero frentiamarilla	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4				X
	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	5	8			X
	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	8	13			X
	Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	26			X
	Chotacabra zumbón	<i>Chordeiles minor</i>	2				X
	Coa	<i>Trogón. caligatus</i>	1				X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Coa cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	3	2			X
	Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5				X
	Cucu	<i>Piaya cayana</i>	2				X
	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	5			X
	Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	14				X
	Bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	8			X
	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	3				X
	Luis piquigrueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	5	3			X
	Mot mot	<i>Eumomota supersiliosa</i>	2				X
	Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	5	6			X
	Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3				X
	Parula norteña	<i>Parula americana</i>	2				X
	Pepe	<i>Psilorhinus morio</i>	6				X
	Perico frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	12		X		X
	Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	9	8	X		X
	Piranga roja	<i>Piranga rubra</i>	2				X
	Tirano	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5				X
	Tirano salvador	<i>Tyrannus. Couchi</i>	1	5			X
	Titira puerquito	<i>Tytira semifasciata</i>	1				X
	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	1				X
	Tordo ojo rojo	<i>Molothrus aeneus</i>	1				X
	Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	3	3			X
	Vireo yucateco	<i>Vireo magister</i>	2				X
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	7	20			X
	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	11				X
		Subtotal	171	118			
Mamíferos	Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	4	3			X
	Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	3			X
	Murciélago	<i>A. intermedius</i>	2				X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	3				X
	Murciélago frutero de cola corta	<i>Carollia sowelli</i>	1				X
	Murciélago perro mayor	<i>Peropteryx macrotis</i>	1				X
	Rata arrocera	<i>Oryzomys couesi</i>	2				X
	Ratón yucateco	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	3	4			X
	Tejón, coati, pizote	<i>Nasua narica</i>	6	10			X
	Tlacuache	<i>Didelphis marsupialis</i>	2	3			X
	Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	2				X
	Venado	<i>Mazama temama</i>		1			X
	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	2			X
	Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	1				X
		Subtotal	31	26			
Reptiles	Ameiva arcoíris	<i>Holcosus undulatus</i>	3				X
	Bejuquillo verde	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	1			X
	Chipojo	<i>Anolis sagrei</i>	2				X
	Chipojo	<i>Anolis sericeus</i>	6				X
	Cuija, besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	6				X
	Culebra corredora	<i>Masticophis mentovarius</i>	1				X
	Culebra lagartijera común	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1				X
	Culebra rayada yucateca	<i>Coniophanes schmidtii</i>	1				X
	Eslizón listado del sureste	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	2				X
	Iguana rayada, garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>	9	4	X		X
	Nauyaca real	<i>Bothrops asper</i>	2				X
	Oxcan, boa	<i>Boa imperator</i>	2	1	X		X
	Pochitoque	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2		X		X
	Ranera oliva	<i>Leptophis mexicanus</i>	5	2	X		X
	Roño	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3				X
Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	5			X	

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente	
	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2		X		X	
	Subtotal		52	13				
Anfibios	Rana arborícola	<i>Smilisca baudinii</i>	3	4			X	
	Rana arborícola trompuda	<i>Scinax staufferi</i>	2				X	
	Rana lechosa	<i>Trachycephalus venulosa</i>	1				X	
	Ranita de hojarasca	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	7	3			X	
	Sapo costero	<i>Incillius valliceps</i>	2				X	
	Sapo marino	<i>Rhinella marina</i>	1	1			X	
	Subtotal		16	8				
	Total		270	165				

Del total de las especies presentes (74), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo mayor misma presencia en el área de la cuenca (unidad de análisis) con un total de 171 individuos, en tanto que en el predio se observan 118 y se comparten 29. Para los mamíferos presentes en la unidad de análisis (SAR) se observaron 31 y en el predio del proyecto son 26, y del mismo modo se comparten 7, así también para los reptiles solo se reportan 52 para la unidad de análisis y 13 para el predio del proyecto y de igual forma se comparten 5, Para el caso de los anfibios se reportan 16 para la unidad de análisis y 8 para el predio del proyecto y se comparten 3.

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que la unidad de análisis y el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde la fauna puede desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias.

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto no se registraron sitios particulares o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el predio.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio.

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se avecinan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido Ciudad Mayakoba colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, colonias; la Guadalupana, El Peten, con los Fraccionamientos El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey. Al norte del proyecto aún se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro de ciudad Mayakoba estos sitios naturalmente son donde la fauna se desplazará o transitará una vez que inicien las actividades autorizadas. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas se presentan en el capítulo correspondiente garantizando su aplicación.

Análisis de diversidad e IVI

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.22 y 1.40, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.86 y 0.88 respectivamente.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Rana arborícola	<i>Smilisca baudinii</i>	3	0.1875	-2.415	-0.453	4	0.500	-1.000	-0.500
Rana arborícola trompuda	<i>Scinax staufferi</i>	2	0.125	-3.000	-0.375				
Rana lechosa	<i>Trachycephalus venulosa</i>	1	0.0625	-4.000	-0.250				
Ranita de hojarasca	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	7	0.4375	-1.193	-0.522	3	0.375	-1.415	-0.531
Sapo costero	<i>Incillius vallyceps</i>	2	0.125	-3.000	-0.375				
Sapo marino	<i>Rhinella marina</i>	1	0.0625	-4.000	-0.250	1	0.125	-3.000	-0.375
		16			-2.225	8			-1.406
					2.585				1.585
					-0.861				-0.887

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis (SAR) se puede ver. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75 seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75 y en tercer lugar la rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*) con 12.50. En tanto que para el predio del proyecto se puede ver a a

la rana arboricola (*Smilisca baudinii*) con 50 suguida por la y ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 37.50, finalmente el Sapo marino (*Rhinella marina*) con 12.50.

Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el resultado es de 2.03, considerándose como poco diverso, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad “J” nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.92 y 0.87, por otra parte, la promovente aplicará un programa de rescate y reubicación.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Ameiva arcoíris	<i>Holcosus undulatus</i>	3	0.058	-4.115	-0.237				
Bejuquillo verde	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	0.019	-5.700	-0.110	1	0.077	-3.700	-0.285
Chipojo	<i>Anolis sagrei</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Chipojo	<i>Anolis sericeus</i>	6	0.115	-3.115	-0.359				
Cuija, besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	6	0.115	-3.115	-0.359				
Culebra corredora	<i>Masticophis mentovarius</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Culebra lagartijera común	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Culebra rayada yucateca	<i>Coniophanes schmidtii</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Eslizón listado del sureste	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Iguana rayada, garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>	9	0.173	-2.531	-0.438	4	0.308	-1.700	-0.523
Nauyaca real	<i>Bothrops asper</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Oxcan, boa	<i>Boa imperator</i>	2	0.038	-4.700	-0.181	1	0.077	-3.700	-0.285
Pochitoque	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Ranera oliva	<i>Leptophis mexicanus</i>	5	0.096	-3.379	-0.325	2	0.154	-2.700	-0.415
Roño	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	0.058	-4.115	-0.237				
Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	0.077	-3.700	-0.285	5	0.385	-1.379	-0.530
Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
		52			-3.765	13			-2.038
					4.087				2.322
					-0.921				-0.878

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que, de las tres especies encontradas en la unidad de análisis (SAR), la mayor abundancia la registra el a la iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) cuya especie es la más abundante con un valor de 17.33 en comparación con la cuija, besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el chipoyo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente. en tanto que para el predio del proyecto se puede ver al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 38.46, en comparación la Iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) que presenta un 30.76 y la ranera oliva (*Leptophis mexicanus*) con 15.38 respectivamente.

Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de aves, tanto para el predio de la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto esta se considera como de alta diversidad presentando 4.90 y 3.48 respectivamente, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J” para ambos predios se considera alto, (0.93 y 0.89), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Agulilla caminera	<i>Rupornis magnirostris</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	5	0.042	-4.561	-0.193
Bolsero de altamira	<i>I. gularis</i>	4	0.023	-5.418	-0.127				
Bolsero dominico	<i>I. dominicensis</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				
Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	4	0.034	-4.883	-0.166
Cabezón degollado	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Carpintero enano	<i>M. pygmaeus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	2	0.017	-5.883	-0.100
Carpintero frentiamarilla	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	0.023	-5.418	-0.127				
Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	8	0.068	-3.883	-0.263
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	13	0.110	-3.182	-0.351
Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	26	0.220	-2.182	-0.481
Chotacabra zumbón	<i>Chordeiles minor</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Coa	<i>T. caligatus</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Coa cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	2	0.017	-5.883	-0.100
Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5	0.029	-5.096	-0.149				
Cucu	<i>Piaya cayana</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	0.041	-4.610	-0.189	5	0.042	-4.561	-0.193
Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	14	0.082	-3.610	-0.296				
Luis	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	8	0.068	-3.883	-0.263

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				
Luis piquigrueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	3	0.025	-5.298	-0.135
Mot mot	<i>Eumomota supersiliosa</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	6	0.051	-4.298	-0.219
Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				
Parula norteña	<i>Parula americana</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Pepe	<i>Psilorhinus morio</i>	6	0.035	-4.833	-0.170				
Perico frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	12	0.070	-3.833	-0.269				
Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	9	0.053	-4.248	-0.224	8	0.068	-3.883	-0.263
Piranga roja	<i>Piranga rubra</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Tirano	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149				
Tirano salvador	<i>T. couchi</i>	1	0.006	-7.418	-0.043	5	0.042	-4.561	-0.193
Titira puerquito	<i>Tytira semifasciata</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tordo ojo rojo	<i>Molothrus aeneus</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	3	0.025	-5.298	-0.135
Vireo yucateco	<i>Vireo magister</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	7	0.041	-4.610	-0.189	20	0.169	-2.561	-0.434
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	11	0.064	-3.958	-0.255				
		171	1			118			
									-3.488
									5.248
									-0.935
									3.907
									-0.893

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a las aves se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) las tres especies con más alto valor son. valor la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18 seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el zopilote (*Coragyps atratus*), con 6.43, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más alto valor son: la Chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 22.03, seguido por el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 16.94 y en tercer lugar se ubican la Chachalaca (*Ortalis vetula*) con 11.01 entre otros.

Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de mamíferos para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el

resultado es de 2.49, por otra parte, hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94 y 0.88, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

Nombre común	Nombre científico	CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	4	0.129	-2.954	-0.381	3	0.115	-3.115	-0.359
Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	3	0.115	-3.115	-0.359
Murciélago	<i>A. intermedius</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	0.097	-3.369	-0.326				
Murciélago frutero de cola corta	<i>Carollia sowelli</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
Murciélago perro mayor	<i>Peropteryx macrotis</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
Rata arrocera	<i>Oryzomys couesi</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Ratón yucateco	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	3	0.097	-3.369	-0.326	4	0.154	-2.700	-0.415
Tejón, coati, pizote	<i>Nasua narica</i>	6	0.194	-2.369	-0.459	10	0.385	-1.379	-0.530
Tlacuache	<i>D. marsupialis</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	3	0.115	-3.115	-0.359
Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Venado	<i>Mazama temama</i>					1	0.038	-4.700	-0.181
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	2	0.077	-3.700	-0.285
Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
		31				26			-2.490
									2.807
									-0.887

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67 en tanto que para el predio del proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el Tejón (*Nasua narica*) con el 48.48, seguido por el Tlacuache (*Didelphis marsupialis*), y el raton yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) con 12.12 y en tercer lugar la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y el cereque (*Dasyprocta punctata*) con 9.09. Algunas de estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegado a ser una molestia como es el caso del Tejón (*Nasua narica*).

UN ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS TASA DE EROSIÓN DE LOS SUELOS, ASÍ COMO LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA, EN EL ÁREA SOLICITADA RESPECTO A LAS QUE SE TENDRÁN DESPUÉS DE LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN FORESTAL;

El agua, el suelo, la fauna y vegetación son patrimonio de todos los mexicanos y su conservación ha sido reconocida como un asunto de seguridad nacional. El cuidado de los suelos en las zonas forestales resulta ser una acción prioritaria para lograr la completa recuperación de los bosques y selvas de México, pues sin suelos fértiles, el agua no se retiene y la vegetación no puede desarrollarse (CONAFOR-SEMARNAT, 2004).

El suelo es un recurso natural básico que sirve de enlace entre los factores bióticos y abióticos de los ecosistemas terrestres. Actualmente es considerado un recurso no renovable; su pérdida constituye un problema para las generaciones actuales y futuras.

En México la erosión hídrica y eólica se presenta en 158.8 millones hectáreas, con pérdidas promedio de 2.75 toneladas de suelo por hectárea por año (CONAZA, 1993).

La erosión se define como el proceso físico que consiste en el desprendimiento, transporte y deposición de las partículas del suelo (Kirkby, 1984). Si este proceso se lleva a cabo en condiciones naturales se denomina erosión geológica, pudiendo ser considerada en tal caso como una forma más de conformación de relieve. Al respecto Figueroa (1975) reporta tasas de erosión de 0.001 kg/m²/año para un bosque templado denso y 0.002 kg/m²/año en un pastizal amacollado. Sin embargo, si la tasa de erosión se incrementa por las actividades humanas, se manifiesta la erosión acelerada o inducida, la cual se presenta cuando el hombre modifica la superficie terrestre, manipulando la capa arable y cobertura vegetal en los terrenos agrícolas, promoviendo la sobreutilización de los agostaderos o al deforestar áreas arboladas o de arbustos.

El procedimiento básico para controlar la erosión a nivel regional, consiste en llevar a cabo la clasificación y evaluación de tierras, seleccionar un sistema de uso adecuado y cuando sea necesario diseñar medidas de conservación (Kirkby y Morgan, 1984). Uno de los factores importantes en este proceso, es la evaluación del riesgo a la erosión el cual tiene como objeto identificar aquellas áreas, donde la productividad sostenible de un uso específico de tierra es amenazada por una pérdida excesiva de suelo (Zárate y Anaya, 1992).

El conocimiento del riesgo a la erosión, permite realizar el pronóstico del estado del recurso en determinado lapso de tiempo y establecer las bases para la proyección de opciones futuras en la planeación del uso y manejo del suelo (Loredo-Osti *et al*; 2007).

El estado de degradación en que se encuentran los suelos de uso agropecuario y forestal, se estima por medio de las pérdidas de suelo que ocurren en los terrenos. De este modo es posible determinar si el uso que se está dando a los suelos es el correcto. Cuando la tasa de erosión es mayor que la tasa de formación del suelo, es señal de que el manejo está originando su degradación y se hace necesario realizar prácticas y obras de conservación del suelo y de esa forma contribuir al desarrollo sostenible de los recursos naturales. La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación.

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar en campo, 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.

Para utilizar este modelo predictivo (EUPS), 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 estudio se aplicará una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en México (Martínez-Ménez, 2005).

Para conocer la erosión hídrica geológica o natural y la erosión potencial que traería el proyecto denominado "Village II" y tomar las previsiones necesarias a fin de que el proyecto sea sostenible, se realiza el presente estudio predictivo de estimación de la pérdida de suelo aplicando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) Simplificado.

Metodología

Para la estimación de la pérdida de suelo se utilizó el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005).

La **EROSIÓN ACTUAL** se estima utilizando la ecuación (4.1), que considera los factores inmodificables R K LS. Los factores de protección como son la vegetación presente actualmente (C), las prácticas y obras de manejo (P) para reducir las pérdidas de suelo se pueden modificar.

$$E = R K L S C P \quad (4.1)$$

Dónde:

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

La **EROSIÓN POTENCIAL** se estimó con la siguiente ecuación:

$$E_p = R K L S \quad (4.2)$$

Nota: Los factores R, K y LS se consideran como inmodificables.

Aplicando las ecuaciones anteriores se pudieron estimar los diferentes escenarios de erosión bajo diferentes condiciones. De esta forma, se calculó la erosión natural (sin CUSTF y bajo las condiciones actuales), la erosión potencial (con CUSTF y sin medidas antierosivas) y la erosión con medidas antierosivas, tal como se puede observar en los siguientes apartados:

Resultados

⁵ Martínez-Ménez M. (2005). Estimación de la Erosión del Suelo. En: Curso-Taller: Desarrollo de capacidades orientadas al aprovechamiento del suelo, agua y vegetación. SAGARPA-INCA Rural-COLPOS. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>.

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada una de las variables y factores que la compone; 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 presenta una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en México (Martínez-Méñez, 2005). A continuación, se presentan la manera de cómo fueron calculados y obtenidos cada uno de los factores que componen la ecuación arriba señalada:

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 ecuación siguiente:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Dónde:

m= Masa de lluvia

v= Velocidad de caída de las gotas de lluvia.

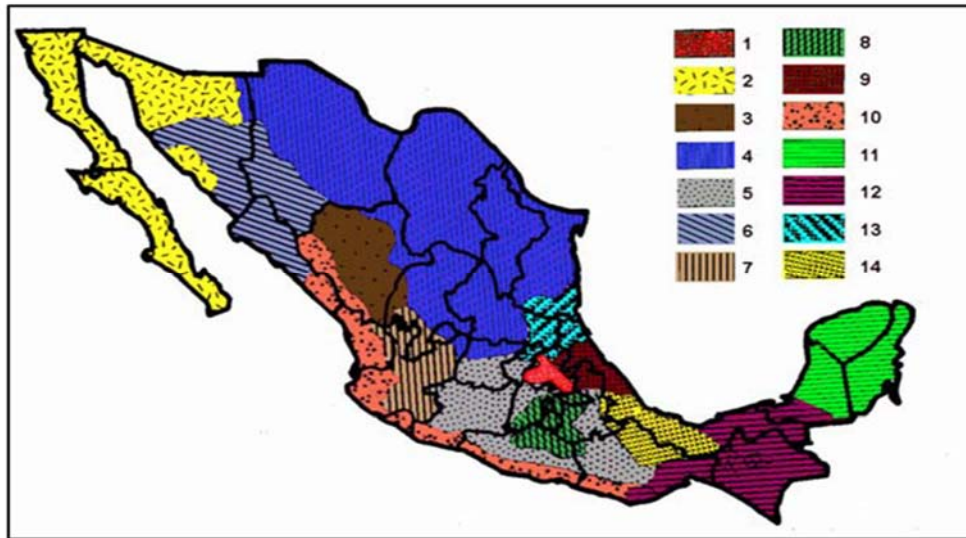
Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería $\sum EI_{30}$ o sea el valor de erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento, se estima por evento como $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$ donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de E_c 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).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación media anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país mostradas en la siguiente Figura.

Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia "R" en la República Mexicana.

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



Fuente: www.sagarpa.gob.mx/sdr/apoyos/publicaciones/dctos_excell/01estim-erosion.xls

Mapa de regiones diferentes valores de Erosividad de la lluvia en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación media anual y con un modelo lineal muy simple estimarlo. Para estimar el valor de erosividad de la lluvia para la región (Región XI. Península de Yucatán) en donde se encuentra el área de estudio se puede aplicar la siguiente ecuación:

$$R = 3.7745p + 0.004540p^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región o área de estudio.

De **MANERA PARTICULAR**, en el área de estudio la **precipitación media anual histórica para la zona es de 1331.2 mm.**

Con base a la ecuación lineal y el volumen de precipitación media anual antes presentado se obtiene el valor de R que sería:

$$R = 3.7745 (1331.2) + 0.004540 (1331.2)^2$$

$$R = 13,069.92 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

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 estime el valor de erosionabilidad (K).

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0-0.5	0.5-2.0	2.0-4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena 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 arcilloso	0.028	0.025	0.021
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenoso fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenoso muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.042	0.033
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcilloso	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla		0.013-0.029	

Fuente:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>

Lo anterior fue confirmado, obteniendo el valor del Factor de Erosionabilidad (K) en función de la unidad del suelo y su textura superficial. Para el caso del área de estudio el tipo de suelo es el Leptosol Lítico (Litosol); por lo que teniendo en cuenta lo anterior y tomando como base la siguiente tabla de valores de K, se obtuvo el valor un valor de K= 0.020, tal como sigue:

Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de las unidades y subunidades de suelo y su textura (Morgan 1985).

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
A	Acrisol	0.026	0.040	0.013
Af	Acrisol férrico	0.013	0.020	0.007
Ag	Acrisol gléyico	0.026	0.030	0.013
Ah	Acrisol húmico	0.013	0.020	0.007
Ao	Acrisol órtico	0.026	0.040	0.013
Ap	Acrisol plántico	0.053	0.079	0.026
B	Cambisol	0.026	0.040	0.013
B (c, d, e, k)	Cambisol (crómico, dístrico, éutrico, cálcico)	0.026	0.040	0.013
Bf	Cambisol férrico	0.013	0.020	0.007
Bg	Cambisol gléyico	0.026	0.040	0.013
Bh	Cambisol húmico	0.013	0.020	0.007
Bk	Cambisol cálcico	0.026	0.040	0.013
B (v, x)	Cambisol (vértico, xérico)	0.053	0.079	0.026
C (h, k, l)	Chernozem (háplico, cálcico, lúvico)	0.013	0.020	0.007

Unidades y subunidades de suelo de acuerdo a la clasificación de la FAO		Textura		
Símbolo	Nombre	Gruesa	Media	Fina
D (d, g, e)	Podzoluvisol (dístrico, gléyico, éutrico)	0.053	0.079	0.026
E	Rendzina	0.013	0.020	0.007
F (a, h, p, o)	Ferrasol (ácrico, húmico, plíntico, ócrico)	0.013	0.020	0.007
G	Gleysol	0.026	0.040	0.013
Gc	Gleysol calcárico	0.013	0.020	0.007
G (d, e)	Gleysol (dístrico éutrico)	0.026	0.040	0.013
G (h, m)	Gleysol (húmico, mólico)	0.013	0.020	0.007
G (p, x)	Gleysol (plíntico, gélico)	0.053	0.079	0.026
Gv	Gleysol vértico	0.053	0.079	0.026
H (c, g, h, l)	Feozem (calcárico, gléyico, háplico, lúvico)	0.013	0.020	0.007
I	Litosol	0.013	0.020	0.007
J	Fluvisol	0.026	0.040	0.013
Jc	Fluvisol calcárico	0.013	0.020	0.007

Por último, los valores anteriores también fueron confirmados usando la fórmula de la ecuación del nomograma de Wischmeier citado por Mannaerts (1999):

$$K=(1/7.594)*[(2.1*10^{-4}*(12-OM)*M^{1.14}+3.25(s-2)+2.5(p-3)]/100$$

Dónde:

K = Factor de erodabilidad del suelo (t./ha.MJ*ha/mm*hr)

OM = Materia orgánica (%)

S = Código de la estructura del suelo

P = Código de permeabilidad

M = Producto de las fracciones del tamaño de las partículas primarias ó (% limo + % arena muy fina)*(100 - % arcilla)

Los datos requeridos para el uso de la ecuación anterior son las siguientes:

Características físicas del suelo presente en el área de estudio.

Tipo de suelo	Profundidad (cm)	Estructura	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Clase textural	Permeabilidad	Materia Orgánica (%)
Leptosol Lítico	0-10	Media Granular gruesa	61	14	25	Migajón Arenoso	Moderadamente rápida	10

Fuente: Duch-Gary (1988⁶).

Códigos por clase de estructura y permeabilidad del suelo.

Código	Clase de estructura	Tamaño (mm)
1	Granular muy fina y grumosa muy fina	<1
2	Granular fina y grumosa fina	1-2
3	Granular media, grumosa media y granular gruesa	2-10
4	Laminar, prismática, columnar, masiva, bloques y granular muy gruesa	>10

⁶ Duch-Gary J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 427 p.

Código	Clasificación	Conductividad hidráulica (cm/hr)
1	Muy rápido	>12.5
2	Moderadamente rápida	6.0-12.5
3	Moderada	2.0-6.0
4	Moderadamente lenta	0.5-2.0
5	Lenta	0.125-0.5
6	Muy lenta	<0.125

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

De acuerdo a los datos presentados anteriormente y aplicando la ecuación lineal para calcular el Factor K se obtuvo un valor de Erodabilidad del suelo de **0.02 t./ha.MJ*ha/mm*hr**.

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, tal como se puede observar a continuación:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Dónde:

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).

De acuerdo a las curvas de nivel del predio indican los siguientes valores para estos parámetros (altura más alta del terreno (H_a), altura más baja del terreno (H_b) y la longitud):

Ha (m)	Hb (m)	LONGITUD (m)
14.00	10.00	3,700

Como puede observarse el nivel de la parte alta es de 14.00 m y la elevación en la parte baja es de 10.00 m; por lo que, la diferencia en elevaciones es de 4.00 m. Por otro lado, la longitud del terreno es de 3,700 m. Con todo lo anterior y aplicando la formula, entonces la pendiente media del terreno es de:

$$S = 14.00 - 10.00 / 3,700$$

$$S = 0.001. \text{ Esto es; } S = 0.1 \%$$

Para calcular el LS (el factor de grado y longitud de la pendiente) se puede utilizar la siguiente formula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.2

Considerando los valores de longitud de la pendiente de 3,700 m, la pendiente media del terreno de 0.1 % y m de 0.2, el valor de LS resulta como sigue:

$$LS = (3,700)^{0.2} (0.0138 + 0.00965 (0.1) + 0.00138 (0.1)^2)$$

$$LS = 0.1$$

NOTA: La fórmula anterior para el cálculo del factor topográfico LS fue propuesta en el modelo predictivo de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005) y se basa en modelos predictivos pioneros para estimar la pérdida de suelo como el de Wischmeier y Smith (1978).

Para visualizar la validez y la aplicabilidad de la formula anterior para el cálculo del factor topográfico LS, a continuación, se presenta el resultado obtenido aplicando las fórmulas y ecuaciones de Wischmeier y Smith (1978):

FACTOR TOPOGRÁFICO LS DE WISCHMEIER Y SMITH (1978):

$$LS = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m (0.065 + 0.045s + 0.0065s^2)$$

Dónde:

LS= Factor topográfico del terreno estudiado

X= Longitud de la ladera (en metros)

m= Constante que depende de la inclinación de la pendiente

s= Inclinación del terreno en porcentaje

Datos obtenidos del terreno estudiado:

X= 3,700 m

m= 0.2

s=0.1

Sustituyendo los datos de campo y considerando las formula de Wischmeier y Smith (1978) se obtiene el siguiente resultado:

$$LS= 0.1$$

Con lo anterior, queda patente la aplicabilidad y validez de la fórmula de LS utilizada por el método predictivo de EUPS) simplificada de Martínez-Ménez (2005).

CALCULO DE LOS ESCENARIOS DE PERDIDA DE SUELO:

- **Estimación de la Erosión Actual (Sin proyecto y con cubierta forestal).**

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02, que LS es igual a 0.1, que C es igual a 0.01 (referente a la presencia de vegetación nativa y suelo natural con nivel de productividad moderada) y P es igual a 1.00 (no existe en la zona obras y prácticas de protección del suelo y del agua) como fueron determinados previamente. Por lo que, para estimar la erosión anual actual (Erosión natural) es necesaria determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas (que en nuestro caso no existe actualmente, ya que no requiere de cierto modo al no tener pendientes muy inclinadas en la región sino un terreno plano) para reducir la erosión, de tal forma que si usamos la ecuación (4.1) podemos obtener la erosión actual que sería de:

$$Ea = (13,069.92) (0.02) (0.1) (0.01) (1.00)$$

$$Ea = 0.1421 \text{ t/ha año}$$

Con base a lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año es de 0.142 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0142 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

Esta condición natural es clara y coherente, debido que, en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.

- **Estimación de la Erosión Potencial (Con Proyecto, sin vegetación y sin medidas antierosivas).**

Considerando que R es igual a 13,069.92, que K es igual a 0.02 y que LS es igual a 0.1 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (4.2), de la siguiente manera:

$$Ep = (13,069.92) (0.02) (0.1)$$

$$Ep = 14.2129 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que de llevarse a cabo el CUSTF (no existir cobertura vegetal) por el proyecto (suelo desnudo) y no se tengan prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 14.21 t/ha por año de suelo, lo que significa que anualmente se pierda una lámina de suelo de 1.4213 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo).

- **Estimación de la Erosión con medidas antierosivas.**

Al llevarse a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y establecer un uso diferente al forestal, es importante plantear la aplicación de medidas antierosivas o medidas para la protección y conservación del suelo y el agua en el área del proyecto. Lo anterior con la finalidad de contribuir a la protección del suelo y la captura del agua en la región, todo con miras en la sustentabilidad de los proyectos.

Por lo anterior el proyecto plantea medidas antierosivas consistentes en el establecimiento de un Factor de protección de la vegetación (C) y Factor de prácticas mecánicas (P), tal como siguen:

Factor de protección de la vegetación (C).- El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote o parcela con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0. 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 siguiente tabla:

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maiz	0.54	0.62	0.80
Maiz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maiz 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 maiz 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	
Maiz - 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		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno y en las áreas destinadas para tal fin, existirá después del establecimiento del proyecto una vegetación secundaria (producto de la sucesión de la vegetación de selva mediana subperennifolia, por la reforestación con plantas nativas que se llevaría a cabo en las áreas propuestas por el proyecto) como la que actualmente se encuentra presente; pero con un nivel de productividad baja (C= 0.10). Asimismo, en los suelos totalmente desprovistos de vegetación y desnudos presentes dentro de las áreas de conservación del proyecto serán elegidos como sitios para la reubicación de suelo orgánico recuperado de las áreas de CUSTF, en donde se llevará a cabo de igual modo la labranza de conservación (los residuos triturados de la vegetación del área sometida a CUSTF serán dispuestos sobre el suelo desnudo en las áreas elegidas para la reforestación) para de último aplicarse actividades de reubicación de plantas nativas mediante técnicas de reforestación con el objetivo de coadyuvar la protección del suelo y formación de la misma en la región.

Con todo lo anteriormente propuesto es de indicarse el siguiente valor de C:

C = 0.10 Bosque natural con nivel de productividad baja

Factor de prácticas mecánicas (P).- Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para alcanzar pérdidas de suelo que estén por debajo de los niveles máximas permisibles en el país.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varía de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para

diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco, tal como se puede observar a continuación:

Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

PRACTICA	VALOR DE P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7% de pendiente)	0.50
Terrazas (7-13% de pendiente)	0.60
Terrazas (mayor de 13%)	0.80
Terrazas de Banco	0.10
Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo, cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica (en caso de aplicar para la región) existe un efecto combinado. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y, como última instancia se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua.

También es importante mencionar que las obras señaladas en la tabla de arriba no aplican en la región por una serie de particularidades entre las más importantes: la ausencia de pendientes pronunciadas y la ausencia de corrientes de agua superficial; por lo que, con base a lo anterior es de indicarse que no se realizaran ninguna de las obras arriba señaladas. Por lo que el valor de P sería la siguiente:

P = 1.00 Ninguna obra de protección y conservación del suelo y del agua

Sustituyendo los valores de C y P en la ecuación lineal de erosión del suelo permite tener el siguiente valor de erosión:

$$Em = (13,069.92) (0.02) (0.1) (0.10) (1.00)$$

$$Em = 1.4213 \text{ t/ha año}$$

Como se puede observar, en caso **de llevarse a cabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 1.42 t/ha*año** en el área del proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.1421 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del CUSTF no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año. Por lo tanto, en ningún momento estará provocando la degradación del suelo de la región.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio por hectárea y área de CUSTF.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	0.1421	0.8905
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	14.2129	89.0494
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	1.4213	8.9049

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo seria en una tasa de 8.9049 t/ año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo por motivo de CUSTF en la región.

Para poder visualizar la pérdida neta (diferencia neta entre erosión potencial y la erosión natural) del suelo por motivo de CUSTF y a mitigar se presenta lo siguiente:

Pérdida neta del suelo por motivo del CUSTF y volumen a mitigar.

ESCENARIO	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)	
DIFERENCIA NETA DE PERDIDA DE SUELO	14.0708	88.1589	A MITIGAR

Asimismo, en la tabla anterior se puede observar que en el área pretendida para el CUSTF se espera una pérdida neta de suelo en un volumen de 88.1589 toneladas*año (89.0494-0.8905= 88.1589 t/6.26 ha*año) y este será el volumen a MITIGAR para que el proyecto sea sostenible y viable ambientalmente.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (6.26 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha. año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.4213 ton.ha. año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 134.41 ton/año de suelo (Leptosol Lítico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el área del proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES	PREVENCIÓN DE LA PÉRDIDA POTENCIAL ANUAL DEL SUELO			
	t/ha*año	t/6.26 ha*año	t/3.19 ha*año	t/9.46 ha*año
RECUPERACIÓN DEL SUELO EN ÁREAS DE CUSTF Y REUBICACIÓN EN ÁREAS REFORESTACIÓN (MITIGACION)	14.2129	89.05		
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	14.2129		45.36	134.41

CONCLUSIÓN.

De acuerdo a lo antes planteado, se puede indicar que la erosión natural actual (sin CUSTF y proyecto) en el área pretendida para el Cambio de Uso del Suelo es de 0.8905 ton.año, la erosión potencial (con CUSTF y sin medidas antierosivas) presenta un valor de erosión promedio de 89.0494 ton.año y por último, la erosión con medidas (con CUSTF con y medidas antierosivas para protección del suelo y del agua) presentó un valor de pérdida de suelo de tan solo 8.9049 ton.año que está por debajo del valor máximo permitido de pérdida de suelo en el país. Asimismo, la pérdida neta del suelo del área de CUSTF con un volumen de 88.1589 toneladas*año (89.0494-0.8905= 88.1589 t/6.26 ha*año) queda finalmente mitigada mediante la aplicación de las diferentes medidas antierosivas y de protección del suelo y del agua. Esta mitigación en la pérdida de suelo permite el seguimiento en la protección y conservación del suelo en un volumen de 134.41 toneladas por año y por ende, hace del proyecto totalmente sostenible y viable desde el punto de vista ambiental.

LA CALIDAD, CAPTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA.

De acuerdo a los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es sensiblemente plano (0-2.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evapotranspiración (que es absorbida por las plantas y suelos) satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo, dirigiéndose desde los sitios de recarga (desde el centro de la región peninsular) hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido

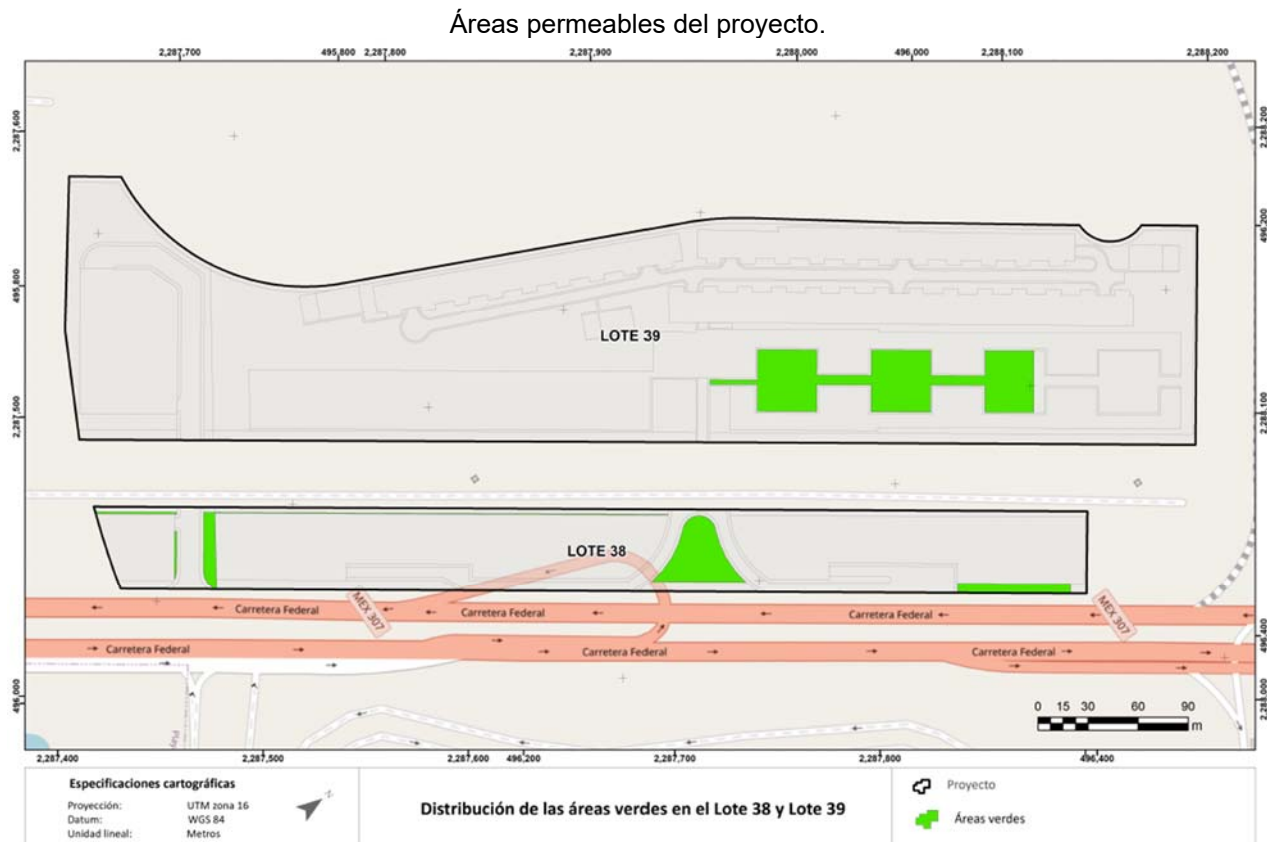
a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

De acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 Ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 6.26 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.00358842383% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 3.19 has que quedarán en pie formando parte del proyecto.

Adicionalmente, no toda la superficie que se solicita como cambio de uso de suelo será aprovechada ya que el proyecto contará con áreas permeables tal y como se muestra en la siguiente figura.



No obstante, lo anterior, se considera pertinente llevar a cabo una valoración de los precoces de infiltración.

Metodología

Para la estimación del volumen de **infiltración del agua** en el área de estudio se utilizó la siguiente ecuación lineal:

$$\text{Infiltración} = (P - ETR) At - Ve$$

Dónde:

P= Precipitación ($m^3/m^2/año$)

ETR= Evapotranspiración ($m^3/m^2/año$)

Ve= Volumen de escurrimiento ($m^3/año$)

At= Área de la parcela de estudio (m^2)

VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LA INFILTRACIÓN.

PRECIPITACIÓN.

La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc. (Bateman, 2007).

Para obtener los datos climatológicos de **PRECIPITACIÓN** y **TEMPERATURA** del área de estudio se requirió consultar la base de datos de la Estación Meteorológico 00023163 PLAYA DEL CARMEN para el periodo de 1951-2010, que es la más cercana al área de estudio.

EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR).

Se denomina evapotranspiración al conjunto de pérdidas físicas (evaporación) y biológicas (transpiración de las plantas) del suelo en vapor de agua. Se expresa en mm por unidad de tiempo. Depende de factores de orden climático (radiación, humedad del aire, viento), relativos a las plantas (cubierta vegetal) y edáficos (tipo de suelo, estado de humedad del suelo); por lo que, es conveniente distinguir entre evapotranspiración efectiva (cantidad de agua realmente trasferida a la atmosfera) y evapotranspiración potencial (cantidad máxima, teórica, de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación y constantemente abastecido de agua). En relación con las precipitaciones recogidas, la ETP se usa como un indicador de humedad o aridez climática (http://www.ign.es/espmmap/mapas_clima_bach/pdf/Clima_Mapa_08texto_corregido.pdf).

Para el cálculo de la **EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETR)** se utilizó el Método de Thornthwaite.

Los cálculos de Thornthwaite (1948) están basados en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas (Almorox-Alonso, 2007).

Este método calcula el uso consuntivo mensual como una función de las temperaturas medias mensuales mediante las siguientes fórmulas:

Método de Thornthwaite:

$$ETP = 16 \left[10 \left(\frac{T}{I} \right) \right]$$

Dónde:

ETP= Evapotranspiración potencial (mm)

T= Temperatura media (°C)

I= Índice de calor

$$\alpha = 0.000000675 I^3 - 0.0000771 I^2 + 0.01792 I + 0.49239$$

El índice de calor se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I = \sum_{j=1}^{12} ij$$

Dónde:

$$i = (T/5)^{1.514}$$

VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO.

El valor del **VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (Ve)** se calculo mediante la utilización de la siguiente formula:

$$Ve = (P) (At) (Ce)$$

Dónde:

Ve= Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

P= Precipitación anual (m³)

Ce= Coeficiente de escurrimiento anual

At= Área total para el drenaje del suelo o parcela de estudio (m²)

Una vez con los datos de los parámetros necesarios para el cálculo de la infiltración en el área de estudio se procedió a aplicar la ecuación lineal presentada al inicio, cuyos resultados más importantes se presenta a continuación:

RESULTADOS.

La estación meteorológica de PLAYA DEL CARMEN permitió tener los siguientes valores de **PRECIPITACIÓN** para el área de estudio:

En la siguiente tabla se muestra los registros de precipitación mensual y anual media registradas a través de monitoreos en la estación 00023163 PLAYA DEL CARMEN en un lapso de tiempo de 59 años (1951-2010) para el área de estudio (<https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=qroo>).

Registros de la precipitación media anual del área de estudio.

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ENERO	61.2
FEBRERO	50.5
MARZO	28.1

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)
ABRIL	51.2
MAYO	78.1
JUNIO	153.0
JULIO	126.3
AGOSTO	126.3
SEPTIEMBRE	168.8
OCTUBRE	284.3
NOVIEMBRE	130.3
DICIEMBRE	73.1
ANUAL	1,331.2 mm = 1.3312 m³

Como se mencionó en párrafos anteriores, la precipitación pluvial anual media para la zona del proyecto es de 1,331.2 mm (1.3312 m³/m²/año). Los meses con mayor precipitación pluvial ha sido octubre, septiembre y junio con una precipitación media mensual de 284.3, 168.8 y 153.0 mm, respectivamente. Mientras que los meses con menos precipitación han sido marzo, febrero y abril con 28.1, 50.5 y 51.2 mm.

Los valores de **EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (ETP)** fueron calculados de la siguiente manera:

Temperatura media mensual y anual del área de estudio.

MES	TEMPERATURA MEDIA (°C)
ENERO	22.8
FEBRERO	23.4
MARZO	24.3
ABRIL	26.1
MAYO	27.3
JUNIO	27.9
JULIO	28.0
AGOSTO	28.0
SEPTIEMBRE	27.9
OCTUBRE	26.3
NOVIEMBRE	24.4
DICIEMBRE	23.4
ANUAL	25.8

Las temperaturas medias mensuales de la tabla anterior sirvieron para calcular el índice de calor, cuyo resultado se puede observar a continuación:

Cálculo del índice de calor (I) para el área de estudio.

MES	T	i
ENERO	22.8	9.95
FEBRERO	23.4	10.35

MES	T	i
MARZO	24.3	10.95
ABRIL	26.1	12.21
MAYO	27.3	13.07
JUNIO	27.9	13.50
JULIO	28.0	13.58
AGOSTO	28.0	13.58
SEPTIEMBRE	27.9	13.50
OCTUBRE	26.3	12.35
NOVIEMBRE	24.4	11.02
DICIEMBRE	23.4	10.35
ANUAL	I	144.39

Una vez obtenidas y aplicadas las variables anteriores se pueden obtener los siguientes parámetros y variables de interés:

Variables obtenidas y utilizadas en el cálculo del ETP del área de estudio en donde se pretende el CUSTF.

VARIABLES	
T	25.8
I	144.4
α	3.5
ETP	122.6 mm = 0.1226 m³

El resultado del cálculo del **VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO (Ve)** indica lo siguiente:

Los valores del Coeficiente de escurrimiento utilizados para el presente estudio fueron de $C_e = 0.30$ para las áreas actualmente forestales con cobertura de Vegetación secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia y suelo Leptosol Lítico con textura media y plana; mientras, que para las cubiertas superficiales que se tendrán en el área de CUSTF (áreas selladas con pavimento y concreto) tendrán un valor de $C_e = 0.65$, tal como como sigue:

Coefficientes de escurrimiento (C_e) de diferentes materiales en el área de captación.

USO DEL SUELO Y PENDIENTE DEL TERRENO	TEXTURA DEL SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60

USO DEL SUELO Y PENDIENTE DEL TERRENO	TEXTURA DEL SUELO		
	GRUESA	MEDIA	FINA
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

Coefficientes de escurrimiento (Ce) de diferentes materiales en el área de captación.

Tipo de captación	Ce
Cubiertas superficiales	
<i>Concreto</i>	0.6-0.8
<i>Pavimento</i>	0.5-0.6
<i>Geomembrana de PVC</i>	0.85-0.90
Azotea	
<i>Azulejos, teja</i>	0.8-0.9
<i>Hojas de metal acanaladas</i>	0.7-0.9
Orgánicos (hojas con barro)	<0.2
Captación en tierra	
<i>Suelo con pendientes menores al 10%</i>	0.0-0.3
<i>Superficies naturales rocosas</i>	0.2-0.5

Como se puede notar, para este caso, se utilizaron dos **Ce=0.30** cuando el suelo se encuentra cubierto por vegetación forestal de selva mediana subperennifolia, pendiente plano de 0.1% y suelo con textura media. El otro valor de **C=0.65** cuando se recubre dicha superficie con pavimento y concreto por las obras tales, como de caminos y obras civiles del proyecto pretendido.

De todos los datos anteriormente presentados se obtuvieron las siguientes variables importantes para el cálculo del Ve:

P= 1,331.20 mm (1.3312 m³)

Ce= 0.30 (Áreas forestales con suelo de textura media y plana)

Ce= 0.65 (Suelo sellado con Pavimento y Concreto)

At= 62,653.95 m²

Las variables anteriores sirvieron para el cálculo del volumen de escurrimiento (Ve) en el área de CUSTF aplicando la siguiente formula:

$$Ve = (P)(At)(Ce)$$

Los resultados de la aplicación de la formula anterior se encuentran en las siguientes tablas:

Volumen medio anual de escurrimiento (m³) en área de CUSTF antes del proyecto y después del establecimiento del proyecto.

CONDICIÓN	VOLUMEN MEDIO ANUAL DE ESCURRIMIENTO (m ³)
ÁREA PRETENDIDA PARA EL CUSTF (FORESTAL-ANTES DEL PROYECTO)	25,021.48
ÁREA SOMETIDA A CUSTF (CONCRETO Y PAVIMENTO)	54,213.21

De acuerdo con lo anterior, se plantean los escenarios que se presentarían en las infiltraciones en el área pretendida para el CUSTF bajo el escenario sin el proyecto y con el proyecto sin tomar en cuenta las medidas de protección y conservación del agua, tal como se puede observar:

Escenarios de la Infiltración actual en el área de CUSTF pretendida (Sin proyecto) y con el proyecto (Con CUSTF y establecimiento de Obras de Pavimento y Concreto).

PARÁMETROS			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	DIFERENCIA NETA
P	1.33	m ³ /m ² /año			
ETR	0.12	m ³ /m ² /año			
At	62,653.95	m ²			
Ve (ÁREA FORESTAL)	25,021.48	m ³			
Ve (CONCRETO Y PAVIMENTO)	54,213.21	m ³			
INFILTRACIÓN (m³/año)			50,701.83	21,510.11	29,191.73

La diferencia neta entre el volumen de infiltración con cobertura vegetal forestal (sin proyecto) y con suelo sellado con pavimento y concreto (con proyecto y sin medidas de protección y conservación del agua) es de 29,191.73 m³/año. Este último volumen representaría la pérdida neta de agua que se estaría dejando de percibir por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo con obras de pavimento y concreto. Asimismo, este sería el volumen que SE TIENE QUE MITIGAR con la finalidad de hacer del proyecto sustentable y viable ambientalmente.

Para mitigar lo anterior, el proyecto mantendrá áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa típica de la región; aunado a lo anterior, en ciertas partes de las áreas de CUSTF se seguirán llevando a cabo infiltración del agua en menor volumen. En conjunto todas estas prácticas prevendrán la pérdida en la captación de agua por infiltración de 47,335.63 m³/año, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el área del proyecto.

CONDICIÓN	PERDIDA DE INFILTRACIÓN DE AGUA (m ³ /Año) en 6.26 ha	REPRESENTATIVIDAD (%)
TOTAL DE INFILTRACIÓN A MITIGAR	29,191.73	100.00
MEDIDA DE MITIGACIÓN		
INFILTRACION QUE SE SEGUIRA DANDO EN EL ÁREA SELLADA POR EL PROYECTO	21,510.11	73.69
INFILTRACION MITIGADA CON LA PRESENCIA DE AREAS DE CONSERVACIÓN	25,825.52	88.47
TOTAL, MITIGADO	47,335.63	162.15

Como se puede observar con las medidas de mitigación aplicadas por el proyecto permitirán aminorar y mitigar completamente perdida de la infiltración de agua por motivo del CUSTF y sellamiento del suelo.

CONCLUSIÓN.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 50,701.83 m³/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 21,510.11 m³/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 29,191.73 m³/año.

Con la finalidad de hacer de este proyecto en uno sustentable y viable ambientalmente se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF (29,191.73 m³/año) por el proyecto "Village II". Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar completamente la pérdida neta de infiltración por motivo de CUSTF permitiendo tener un seguimiento en la prestación del servicio ambiental de captación de agua en cantidad importante con un volumen de 47,335.63 m³/año. Es decir, permitirá que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN EN METROS CÚBICOS, POR ESPECIE Y POR PREDIO, DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Principios metodológicos para obtener valores dasométricos.

Formulas empleadas para la obtención de área basal y volumen total árbol, indicando el coeficiente mórfico y factor empleado, presentando sustento bibliográfico.

Dentro de la metodología aplicada para el cálculo de los volúmenes correspondientes se ha empleado el programa selva que como se ha explicado fue diseñado por el INIFAP Regional Sureste para procesamiento de datos de Inventarios Forestales de la Península de Yucatán con una **confiabilidad del 95%**.

El programa Selva versión 2001 además de los archivos para manejar el programa contiene fórmulas de regresión que requiere cada especie para obtener sus parámetros dasométricos, cuenta también con los archivos abiertos que contiene las claves para las especies tipo de suelo y forma de los árboles en estos archivos se define también el número de fórmulas que corresponde a cada especie lo que puede ser modificado de acuerdo a la necesidad del usuario.

Las fórmulas de regresión empleadas para los cálculos son las definidas por el inventario nacional para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Por otra parte, a fin de dar cumplimiento se presenta las fórmulas solicitadas

Área basal

De acuerdo a la fracción IV del artículo 2 del Reglamento de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable el Área basal, suma de las secciones transversales de los árboles en una superficie determinada, medida a partir del diámetro del tronco a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, expresada en metros cuadrados por hectárea;

De acuerdo al Manual Técnico Forestal (información básica, métodos y procedimientos) Acuerdo México-Alemania pag. 42. El área basal (A.B) es la superficie que ocupa un árbol en una altura

de 1.30 metros. La suma de las áreas basales de todos los individuos en una hectárea (área basal por hectárea) es un índice de densidad del bosque.

$$r = \text{radio}; d_{ap} = \text{diámetro a altura de pecho (1.30 m);}$$

$$A.B. = r^2 \times \pi = \frac{d_{ap}^2}{4} \times 3.1416 = d_{ap}^2 \times 0.7854$$

Volumen total árbol indicando el coeficiente mórfico y factor empleado.

De acuerdo al numeral 3.18 de la NOM-152.SEMARNAT-2006, el volumen total árbol (VTA) se refiere al volumen de madera y corteza del árbol, incluyendo fuste, puntas y ramas.

Por otra parte, para calcular las existencias volumétricas obtenidas en el muestreo de campo, se utilizó el Programa de Cómputo SELVA 20017 diseñado para selvas tropicales de la península de Yucatán, por personal técnico del INIFAP y que procesa los parámetros silvícolas de diámetro normal y alturas total y de fuste limpio, procesándolos mediante fórmulas de regresión para las principales especies.

Cada uno de los grupos de ecuaciones cubre a determinadas especies, las que se consideraron en función de sus características tecnológicas y de crecimiento; estas ecuaciones y agrupamientos de especies fueron realizadas por los profesionales forestales que realizaron los inventarios forestales en los Estados del sur sureste del país

Ecuaciones de regresión para los grupos tecnológicos
(Fuente: SARH Campeche, 1985⁸; Tabasco, 1985⁹; Yucatán, 1985¹⁰)

GRUPO	MODELO MATEMÁTICO VT = (C ₀ +C ₁ Log (D))+ C ₂ Log (HT)
I	C ₀ = -9.64583328; C ₁ = 1.79389367; C ₂ = 1.03915044
II	C ₀ = -10.6001321; C ₁ = 1.98160359; C ₂ = 1.03695598
III	C ₀ = -9.53415154; C ₁ = 1.85980581; C ₂ = 0.96989346
IV	C ₀ = -9.84923104; C ₁ = 1.91175328; C ₂ = 1.04455238
V	C ₀ = -9.988284891 C ₁ = 1.92178549; C ₂ = 1.04714889
VI	C ₀ = -10.09141259 C ₁ = 1.93246219; C ₂ = 1.06194865
VII	C ₀ = -9.98357915 C ₁ = 1.95005045; C ₂ = 1.05153755
VIII	C ₀ = -8.81312542 C ₁ = 1.56449274; C ₂ = 1.08361129
IX	C ₀ = -9.60981068 C ₁ = 1.82854720; C ₂ = 1.01082458
X	C ₀ = -9.56438150 C ₁ = 1.82330413; C ₂ = 1.01741981
XI	C ₀ = -9.52774573 C ₁ = 1.76329569; C ₂ = 1.0816879
XII	C ₀ = -9.83322527; C ₁ = 1.92412457; C ₂ = 1.00970142
XIII	C ₀ = -9.41737421; C ₁ = 1.76385327; C ₂ = 1.04067809

⁷ Patiño, V. F., Torres, L. J.L., Piña, Ch, F., Gómez, D. A. y Escalante, R. P. J., 2001. Selva 2001, Programa de computo para procesar la información de inventarios forestales de especies tropicales.

⁸ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche, SARH. Publicación Especial No.56, México, D.F. 91 pp.

⁹ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Tabasco, SARH. Publicación Especial No.54, México, D.F. 86 pp.

¹⁰ SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Yucatán, SARH. Publicación Especial No.55, México, D.F. 95 pp.

Ceiba	$C_0 = -10.22563374$; $C_1 = 1.92362277$; $C_2 = 1.14061993$
Balché	$C_0 = -9.82447804$; $C_1 = 1.93162616$; $C_2 = 1.01919725$
Bojón	$C_0 = -9.20446857$; $C_1 = 1.70136976$; $C_2 = 1.07521396$
Calophyllum	$C_0 = -9080750322$; $C_1 = 1.87831474$; $C_2 = 1.07425292$
Dialium	$C_0 = -9.98279857$; $C_1 = 1.97250941$; $C_2 = 1.03206162$

Donde: Vol = Exp (($C_0 + C_1 \text{ Log (D) } + C_2 \text{ Log (HT)}$)); Vol = Volumen; VT = volumen Total; C_0 , C_1 , y C_2 son los coeficientes de regresión; D = Diámetro normal; HT = Altura total y Log = Logaritmo natural.

Mediante el programa de cómputo, se obtuvo el cálculo de las existencias reales por especie a nivel de árbol individual y se calcularon en función a la superficie muestreada, los valores por hectárea. El programa calcula también la varianza y el error estándar de las observaciones levantadas con una confiabilidad del 95%.

En México, el Inventario Nacional Forestal obtuvo las ecuaciones de regresión para algunas especies, con las que es posible obtener el volumen total árbol para individuos de algunas especies, estas ecuaciones de regresión se utilizaron para estimar los volúmenes de las especies que se muestran a continuación, mediante el Programa Selva IV, utilizado en Campeche y Quintana Roo (Patiño et al, 2000)

ECUACIONES DE REGRESIÓN PARA ALGUNAS DE LAS ESPECIES LOS GRUPOS TECNOLÓGICOS

Cedro (*Cedrela odorata*)

$$VT = \text{EXP} (-9.64583328 + 1.79389367 \log (D) + 1.03915044 \log (HT))$$

$$(R_2 = 0.98403294)$$

Caoba (*Swietenia macrophylla*)

$$VT = \text{EXP} (-10.06001321 + 1.98160359 \log (D) + 1.03695598 \log (HT))$$

$$R_2 =$$

Ramón (*Brosimum alicastrum*)

$$VT = \text{EXP} (-9.53415154 + 1.85980581 \text{ Log (D) } + 0.96989346 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Chicozapote (*Manilkara zapota*)

$$VT = \text{EXP} (-9.84923104 + 1.91175328 \text{ Log (D) } + 1.04555238 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Chaca (*Bursera simaruba*)

$$VT = \text{EXP} (-9.88284891 + 1.92178549 \text{ Log (D) } + 1.04714889 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Jobo (*Spondioas mombin*)

$$VT = \text{EXP} (-10.09141259 + 1.93246219 \text{ Log (D) } + 1.06194865 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Tamay, Trementino (*Zuelania guidonia*)

$$VT = \text{EXP} (-9.98357915 + 1.9500045 \text{ Log (D) } + 1.05153755 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Chechem negro (*Metopium brownie*)

$$VT = \text{EXP} (-8.81312542 + 1.56449274 \text{ Log (D) } + 1.08361129 \text{ Log (HT)})$$

$$R_2 =$$

Kinsah, Uinic (*Hipomane mancinella*)

$$VT = EXP (-9.60981068 + 1.82854720 \text{ Log (D)} + 1.01082458 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Tzalam (*lysiloma latisiliquum*)

$$VT = EXP (-9.56438150 + 1.82330416 \text{ Log (D)} + 1.01741981 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Amapola (*Pseudobombax ellipticum*)

$$VT = EXP (-9.52774573 + 1.76329569 \text{ Log (D)} + 1.08168791 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Kanchunup (*Thouinia paucidentata*)

$$VT = EXP (-9.83322527 + 1.92412457 \text{ Log (D)} + 1.00970142 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Papelillo (Aseis yucatanensis)

$$VT = EXP (-9.41737421 + 1.76385327 \text{ Log (D)} + 1.04057089 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Ceiba (*Ceiba pentandra*)

$$VT = EXP (-10.22563374 + 1.92362277 \text{ Log (D)} + 1.14061993 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Balche (*Lonchocarpus castilloi*)

$$VT = EXP (-9.82447804 + 1.931626 \text{ Log (D)} + 1.01313725 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Bojón, (*Cordia alliodora*)

$$VT = EXP (-9.20446857 + 1070136976 \text{ Log (D)} + 1.07521396 \text{ Log (HT)})$$

R2 =

Donde: Vol = Exp (C0 + C1 Log (D) + C2 Log (HT))

Vol = Volumen; **VT** = volumen Total; **C0**, **C1**, y **C2** son los coeficientes de regresión
D = Diámetro normal; **HT** = Altura total y **Log** = Logaritmo natural

VII.2. Metodología para el cálculo de volúmenes maderables.

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del Cambio de Uso de Suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 6.26 hectáreas para el establecimiento del Proyecto, fue un muestreo sistemático siguiendo 3 brechas establecidas con integración de 12 sitios circulares concéntricos de 500 m² cada uno sobre la vegetación existente.

Se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Esta integración de sitios se realizó en forma sistemática y consecutiva, con la finalidad de tener información de los diferentes tipos de vegetación existentes, su situación actual, así como su georreferenciación. Esta información se proporciona en las fichas de datos de campo procesadas (**Anexo 7**).

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica, diámetros a la altura del pecho (DAP) que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen a derribarse.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

Visita al área de estudio.

Esta se realizó usando los accesos al área de estudio utilizando los planos topográficos correspondientes al trazo y las medidas del predio y documentación legal del mismo, así como información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

Ubicación de accesos y rodalización del área.

Con el apoyo de la cartografía topográfica escala 1:50,00 y el plano topográfico correspondiente se ubicaron y marcaron los accesos al predio. La rodalización y caracterización en general del predio se realizó de forma directa con el apoyo de la cartografía, disponible, (imagen google earth) además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

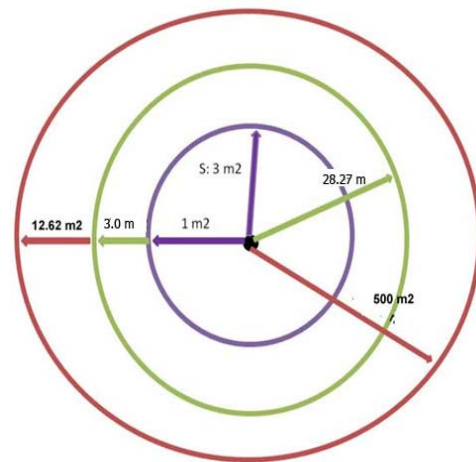
Intensidad de muestreo.

Como se ha mencionado el conjunto de predios cuenta con una superficie total de 11.19 hectáreas, de las cuales se afectará 6.26 has de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea, por lo que, considerando la ubicación del conjunto de predios accesos al mismo y la superficie a afectar la intensidad de muestreo fue la siguiente:

Se levantó datos en una superficie de 6,000 m² (0.6 has) lo que hace una intensidad de muestreo del 9.58% con relación a la superficie total que se afectará (6.26 hectáreas) del proyecto y del 5.36% con respecto a la superficie total del lote (11.19 has).

Tamaño del sitio y levantamiento de datos.

La toma de datos de campo se realizó del 08 al 10 de marzo de 2022 y acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área del predio del proyecto, se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 3 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:



Los sitios circulares tienen un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio muestreado para la selva en general fue de 500 m², en estos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 5 cm. de diámetro y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio

En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se mencionan lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.

Georreferenciación de las líneas y sitios de muestreo

Para cada línea y sitio en particular se establecieron sus coordenadas geográficas por medio de un GPS GARMIN V.5, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q.

El GPS, sistema de posicionamiento global asistido por satélites civiles permite la ubicación precisa de puntos en el planeta.

Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo del conjunto de predios.

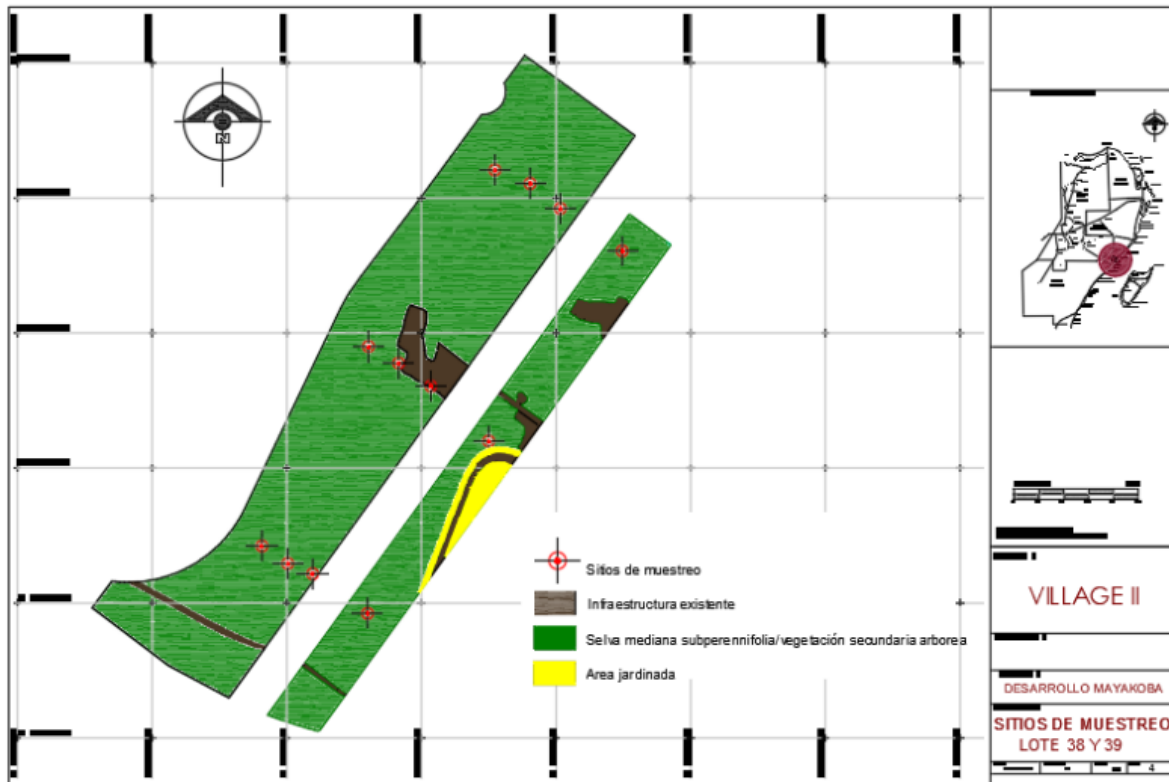
Predio	Faja	Sitio	Coordenadas UTM	
			X	Y
38	1	1	496028	2287600
39	1	2	495975	2287638
		3	495951	2287648
		4	495926	2287665
38	2	1	496145	2287766
39	2	2	496089	2287819
		3	496058	2287841
		4	496029	2287857
38	3	1	496274	2287949
39	3	2	496214	2287990
		3	496185	2288014
		4	496151	2288027

Procesamiento de datos.

El procesamiento de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste), este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea fórmulas de regresión para los cálculos de los DAP las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios, de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010, además de que estos resultados se presentan por medio de tablas, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

Plano de sitios de muestreo del predio.



Justificación de la representatividad del muestreo. (anexo digital formato Excel).

De acuerdo con lo especificado en la Norma Oficial Mexicana NOM-SEMARNAT-152-SEMARNAT-2006, en la cual indica que el inventario realizado deberá tener una confiabilidad mínima del 95% y un error de muestreo máximo del 10% a nivel predial, se tienen varios parámetros estadísticos que nos pueden indicar si un muestreo es suficiente para representar a la población bajo estudio.

Para este caso, se considera el tamaño de muestra (n), que indica el número de sitios necesarios y el error de muestreo ($e\%$), que se refiere al porcentaje de error ocurrido durante dicho muestreo.

Para el cálculo del **error de muestreo** (E) se utilizó la siguiente formula:

$$E\% = \frac{t(CV)}{\sqrt{n}}$$

Donde:

t = T de Student.

CV = Coeficiente de variación.

n = Muestra realizadas.

E% = Error del muestreo (%).

Aplicando la formula anterior al muestreo del predio, se obtuvo el siguiente resultado:

$$e = \frac{1.7959 * 17.134}{\sqrt{12}} = 8.88 \%$$

Por lo que, podemos inferir que de acuerdo a los datos obtenidos se tiene un error máximo del **8.88%**, siendo mucho menor a lo requerido en la normatividad vigente, cumpliendo de esta manera, con la misma.

Con respecto al **tamaño de muestra**, se utilizó la siguiente formula

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

Donde:

n = *Tamaño óptimo de muestra.*

$t^2_{(n-1)(\alpha/2)}$ = *Valor elevado a cuadrado de t de Student.*

s^2 = *Varianza de la muestra.*

E = *Máximo error de muestreo permisible (10%).*

Aplicando la formula anterior al muestreo del predio, se obtuvo los siguientes resultados:

Cálculo del tamaño de muestra en el predio.

Promedio	Varianza	Desviación estandar	t de Student	Muestra	Error permitido	Tamaño de muestra
16.0408	7.5543	2.7485	1.7959	12	8.88	12

$$n = \frac{1.7959^2 * 17.134^2}{8.88^2} = 12 \text{ sitios}$$

Como podemos observar, aplicando una **confiabilidad del 95%** y un **error permisible del 8.88%**, de acuerdo a la variación del diámetro promedio de los sitios muestreados, y de acuerdo a la fórmula utilizada, **se considera suficiente levantar 12 sitios**, para el caso del presente estudio se realizó el levantamiento de la misma cantidad de sitios, por lo que, se da cumplimiento a los lineamientos especificados en la NOM-152-SEMARNAT-2006.

Resultados.

En este apartado, se presenta las tablas finales de los volúmenes a derribar m3vta, resultado de la sumatoria del arbolado a partir de 5 cm (estrato arbustivo) y 10 cm (estrato arbóreo), por lo que a continuación se presentan los resúmenes de cómo se obtiene los volúmenes a través del programa

selva 2001 y Excell tanto de la muestra como por la hectárea y la superficie total del cambio de uso de suelo mismo que está sustentado en el **anexo digital cálculo de volumen** y que se integra a dicho documento.

Con base en el análisis de los datos recabados de los sitios de muestreo, fue posible obtener la estimación del número de individuos por especie, área basal (m²) y volumen total por hectárea y por superficie de cambio de uso de suelo, del arbolado a partir de 5 cm de diámetro por lo que en la siguiente tabla se indica el número de individuos, área basal y volumen por hectárea y por superficie de afectación, (6.26 has).

Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, Arbolado mayor de 10 cm (estrato arbóreo).

Nombre común	Nombre científico	Datos de Inventario (6,000 m2)			Promedio/ Ha		
		No. Ind.	AB m2	M3r vta	No. Ind.	AB m2	M3r vta
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.01	0.02	2	0.02	0.04
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	7	0.14	0.67	12	0.24	1.12
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.04	0.21	3	0.06	0.36
Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	4	0.06	0.33	7	0.10	0.55
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	1	0.01	0.03	2	0.01	0.04
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	6	0.07	0.32	10	0.12	0.53
Canlol	<i>Senna atomaria</i>	2	0.03	0.13	3	0.04	0.21
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	17	0.27	1.16	28	0.45	1.93
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	4	0.12	0.63	7	0.19	1.06
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	1	0.01	0.06	2	0.02	0.10
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.01	0.03	2	0.01	0.05
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	1	0.03	0.17	2	0.06	0.28
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	5	0.07	0.29	8	0.12	0.48
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	3	0.12	0.37	5	0.20	0.62
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	24	0.61	2.95	40	1.01	4.92
Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	1	0.01	0.05	2	0.02	0.09
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	7	0.10	0.51	12	0.17	0.85
Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	7	0.07	0.39	12	0.12	0.65
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	15	0.16	0.86	25	0.26	1.43
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	1	0.01	0.03	2	0.02	0.05
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	10	0.13	0.60	17	0.22	1.01
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	6	0.08	0.44	10	0.14	0.73
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	6	0.08	0.31	10	0.14	0.52
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	80	2.81	13.13	133	4.69	21.89
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	1	0.06	0.27	2	0.10	0.44
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	11	0.21	0.73	18	0.35	1.22
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	17	0.41	2.04	28	0.68	3.40
Total		241	5.74	26.74	404	9.56	44.57

Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, arbolado menor de 10 cm (estrato arbustivo).

Nombre común	Nombre científico	Datos de inventario 336 m2			Promedio por Ha		
		No. Ind.	AB m2	M3vta	No. Ind.	AB m2	M3vta
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	2	0.01	0.02	60	0.17	0.55
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.00	0.02	30	0.11	0.48
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1	0.00	0.01	30	0.11	0.27
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	2	0.01	0.02	60	0.20	0.56
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	1	0.00	0.01	30	0.08	0.42
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	0.00	0.01	30	0.08	0.24
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	1	0.00	0.01	30	0.11	0.32
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	1	0.00	0.00	30	0.06	0.13
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	1	0.01	0.02	30	0.15	0.61
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	2	0.01	0.02	60	0.17	0.49
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3	0.01	0.04	89	0.41	1.25
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	2	0.00	0.01	60	0.12	0.40
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.00	0.02	60	0.12	0.49
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	3	0.01	0.04	89	0.26	1.12
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	4	0.01	0.03	119	0.26	1.00
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	2	0.00	0.01	60	0.14	0.40
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	6	0.02	0.06	179	0.46	1.71
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.01	0.02	30	0.15	0.72
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	3	0.01	0.02	89	0.20	0.65
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	2	0.01	0.06	60	0.38	1.78
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.00	0.01	30	0.06	0.27
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1	0.00	0.01	30	0.06	0.18
Tres marías	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.00	0.01	30	0.08	0.30
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.01	0.02	30	0.15	0.57
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.00	0.01	30	0.06	0.18
Total		46	0.14	0.51	1375	4.15	15.09

Una vez obtenidos los resultados de las tablas anteriores, se procede a realizar la sumatoria de ambas tablas por especie, número de individuos, área basal y Volumen m3r vta del arbolado a partir de 5 cm (ambos estratos). En promedio por hectárea y la superficie total de cambio de uso de suelo. Por lo que este es el que se presenta en la siguiente tabla:

Selva mediana subperennifolia vegetación secundaria arbórea

Volúmenes a derribar para la selva mediana subperennifolia, por la superficie total del proyecto. Para el estrato arbustivo y arbóreo.

Nombre común	Nombre científico	Promedio por Ha			Total, a derribar en 6.26 has		
		No. Ind.	AB m2	M3vta	No. Ind	AB m2	M3vta
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	62	0.19	0.59	388	1.19	3.69
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	12	0.24	1.12	75	1.50	7.01
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.06	0.36	19	0.38	2.25

Nombre común	Nombre científico	Promedio por Ha			Total, a derribar en 6.26 has		
		No. Ind.	AB m2	M3vta	No. Ind	AB m2	M3vta
Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	7	0.10	0.55	44	0.63	3.44
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2	0.01	0.04	13	0.06	0.25
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	40	0.23	1.01	250	1.44	6.32
Canlol	<i>Senna atomaria</i>	3	0.04	0.21	19	0.25	1.31
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	58	0.56	2.20	363	3.51	13.77
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	60	0.20	0.56	376	1.25	3.51
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	37	0.27	1.48	232	1.69	9.26
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	2	0.02	0.10	13	0.13	0.63
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	32	0.09	0.29	200	0.56	1.82
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	30	0.11	0.32	188	0.69	2.00
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	30	0.06	0.13	188	0.38	0.81
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.06	0.28	13	0.38	1.75
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	8	0.12	0.48	50	0.75	3.00
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	30	0.15	0.61	188	0.94	3.82
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	5	0.20	0.62	31	1.25	3.88
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	100	1.18	5.41	626	7.39	33.87
Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	2	0.02	0.09	13	0.13	0.56
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	101	0.58	2.10	632	3.63	13.15
Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12	0.12	0.65	75	0.75	4.07
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	60	0.12	0.40	376	0.75	2.50
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	60	0.12	0.49	376	0.75	3.07
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	89	0.26	1.12	557	1.63	7.01
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	119	0.26	1.00	745	1.63	6.26
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	60	0.14	0.40	376	0.88	2.50
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	204	0.72	3.14	1277	4.51	19.66
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	30	0.15	0.72	188	0.94	4.51
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	91	0.22	0.70	570	1.38	4.38
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	77	0.60	2.79	482	3.76	17.47
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	40	0.20	1.00	250	1.25	6.26
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	40	0.20	0.70	250	1.25	4.38
Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	30	0.08	0.30	188	0.50	1.88
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	163	4.84	22.46	1020	30.30	140.60
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	2	0.10	0.44	13	0.63	2.75
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	18	0.35	1.22	113	2.19	7.64
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	28	0.68	3.40	175	4.26	21.28
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	30	0.06	0.18	188	0.38	1.13
Especies		1779	13.71	59.66	11140	85.87	373.45

Destino final de los productos resultantes del cambio de uso del suelo

Cabe señalar que el volumen total obtenido será de 373.45 m³vta, de madera contabilizados a partir de los 5 cm de diámetro y todo este volumen de madera será acumulado en un área temporal para que posteriormente por medio de maquinaria especializada (astilladoras) será triturado todo el volumen y posteriormente, este material vegetal será almacenado de forma temporal, para posteriormente ser utilizado como sustrato orgánico para las áreas verdes del proyecto.



Anexo fotográfico

Medición y marcaje de los árboles en el sitio de muestreo en el predio.



Toma de datos de campo en el predio. Y georreferenciación de los sitios de muestreo



PLAZO PROPUESTO Y LA PROGRAMACIÓN DE LAS ACCIONES PARA LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

Programa general de trabajo

El programa general de trabajo para el desarrollo del Proyecto compagina y hace viable todo el proceso de urbanización del predio apegado a los lineamientos urbanos y al crecimiento programado para la ciudad de Playa del Carmen, según el Programa de Desarrollo Urbano vigente.

La etapa de cambio de uso de suelo del proyecto se involucra diversas acciones para su desarrollo, por lo que se plantea en un horizonte estimado en 10 años. Por lo que previendo los plazos y la actual situación económica la empresa **promoviente solicita un plazo de ejecución del cambio de uso de suelo de 10 años, contados a partir de la autorización del proyecto** ya que en cada una de los años propuestos existe actividades de preparación del sitio.

A continuación, se presenta el Diagrama de Gantt modificado con la programación del proyecto a 10 años. Como se puede observar en el diagrama, se considera primero actividades como el rescate de flora y fauna, desmonte, despalme, relleno, nivelación, introducción de servicios entre otros.

Programa general de trabajo del proyecto en el que se especifica las actividades de preparación del sitio.

Etapa de Preparación del Sitio	10 años									
Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gestión de permisos	X	X								
Capacitación a los trabajadores (programa de educación ambiental).		X	X	X	X		X		X	X
Instalación del vivero temporal		X								
Trazo de las áreas de desmonte.		X								
(Marcado y rescate de especies vegetales) Rescate de vegetación.		X								
Rescate de especies animales (rescate de fauna).		X	X	X						
Remoción de vegetación.		X	X	X						
Limpieza y despalme.		X	X	X						
Triturado de los residuos				X	X					
Relleno y Nivelaciones.		X	X	X	X	X				
Programa integral de manejo residual.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Reforestación								X	X	X
Seguimiento de las especies reforestadas									X	X

Programación de las acciones para la ejecución del cambio de uso del suelo.

Etapa de Preparación del sitio.

Como se ha mencionado al inicio de este capítulo, la empresa promoviente tiene considerado un Programa General de Trabajo que implica un período de 10 años para su realización. Como indica en la tabla arriba señalada, este período incluye diversas acciones previas al desmonte de cada una de las acciones que integran el proyecto.

Las actividades requeridas durante esta etapa en general (preparación del sitio), consistirán básicamente en el trazo, el desmonte parcial, rescate de flora y fauna, desmonte, despalme, relleno, compactación, nivelación del terreno para el área de la vialidad e infraestructura de

servicios, como son el sistema de drenaje pluvial y sanitario, y red eléctrica, la red telefónica entre otros.

Capacitación a los trabajadores.

En apego a los lineamientos establecidos por los instrumentos normativos municipales y con el afán de generar conciencia entre los trabajadores el promovente previo al inicio de las labores la empresa responsable del programa de educación ambiental del proyecto impartirá pláticas sobre las diversas acciones que se desarrollaran en el nuevo proyecto, así como de las restricciones que este tendrá en relación a los recursos de flora y fauna y manejo de residuos.

Trazo de las áreas de desmonte.

Una vez que se cuente con los permisos y licencias emitidas por las diferentes instancias (Federal, Estatal y Municipal), se procederá a realizar las acciones de cambio de uso del suelo, lo que incluye en primer término la delimitación física de la poligonal del predio, mediante lo cual se evitará realizar afectaciones a las propiedades de terceros y que se ubican aledañas al polígono del proyecto. Además, se delimitarán las áreas que habrán de ser destinadas a su aprovechamiento y para la edificación de los elementos del proyecto. Así como aquellas destinadas como zonas de conservación.

Para el desarrollo de estas actividades habrá de participar una brigada de topógrafos conformada cuando menos por 3 personas quienes se encargarán de realizar el trazo y balizado preciso de ubicación de los diferentes componentes del proyecto. Para ello se utilizarán bancos de nivel y se trazarán los principales ejes verificados con un levantamiento topográfico del terreno y que se cumpla con lo proyectado.

Las actividades correspondientes al trazo y balizado se realizarán con equipo de posicionamiento satelital para determinar las poligonales de las áreas de aprovechamiento, mismas que serán delimitada a través de una serie de brechas de 1 m de ancho, mismas que serán realizadas por medio de herramientas manuales y utilizando hachas y machetes.

Las brechas serán balizadas con postearía de madera de 1.5 m de altura previamente identificada para determinar el área y trompos de 40 cm de largo que quedarán enterrados en un 90% de su longitud y que son colocados en cada vértice del trazo realizado.

De manera adicional, se podrá colocar de cintas plásticas que delimitarán las áreas que serán verdes e incorporadas al diseño del proyecto como áreas de conservación y las áreas que serán desmontadas para la construcción de la infraestructura.

Marcado y rescate de especies vegetales.

En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementará una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementará la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados serán transportados a su sitio definitivo de transplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas destinadas para su aprovechamiento mismo que será movido de acuerdo al avance del desmonte

Es importante mencionar que para este proyecto en particular se ha propuesto un programa de rescate de flora el cual contiene lo siguiente:

Especie y número de individuos propuestos para su rescate de acuerdo a la Norma Oficial.

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			Propuesta No. de Individuos Por ha	Propuesta total 6.26 has
		Semilla	Planta /ha	Vareta /ha		
Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>		X		4	25
Total					4	25

Otras especies silvestres nativas

Nombre común	Nombre científico	Forma de colecta			No. de Individuos Por ha	Propuesta total 6.26 has
		Semilla	Estaca	Planta		
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>		X	X	20	125
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>			X	5	31
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>			X	5	31
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>			X	5	31
For de mayo	<i>Plumeria rubra</i>			X	4	25
guano blanco	<i>Sabal yapa</i>				4	25
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>			X	10	63
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>			X	3	19
Total					56	350

Ahuyentación y Rescate de especies animales.

Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales y durante todo el periodo en el que se realice las actividades constructivas, un especialista en manejo de fauna silvestre deberá recorrer las áreas propuestas para el desmonte. Lo anterior, con la finalidad de efectuar el rescate de la fauna silvestre principalmente las consideradas por la Norma Oficial y las de poca movilidad, la cual debe ser rescatada y trasladada a las áreas de conservación del proyecto para evitar su afectación o muerte.

Luego de ser capturado, cada organismo deberá ser identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto. En este caso y considerando las condiciones del predio en donde predomina una vegetación en proceso de recuperación, no se espera que exista un número significativo de organismos a ser reubicados. Esta aseveración se basa en el hecho de que la Aves son el grupo más frecuente en la zona. Además de que los organismos de cierto tamaño como tejones, y mapaches se desplazan y huyen rápidamente ante presencia humana. Así, se prevé que las acciones del rescate de especies de fauna se concentrarán en aquellos organismos de poca movilidad y de tamaño pequeño.

En todos los casos se emplearán técnicas adecuadas de captura y transporte, según el grupo al que pertenezca la especie (aves, anfibios, reptiles y mamíferos), para reubicarlos en las zonas que aseguren al máximo su sobrevivencia. Asimismo, se considera que todos los organismos que sean rescatados deberán ser liberados en la misma localidad, (áreas de conservación del proyecto) para evitar promover cambios en el comportamiento de las distintas especies. A continuación, se presenta el método de rescate por grupo zoológico.

Anfibios y reptiles.

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleará el método de búsqueda generalizada que consiste en recorrer la zona de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del área, teniendo como ayuda el uso de guías de campo de anfibios y reptiles de la región. (Anfibios y reptiles de Sian ka'an 2008). Los muestreos se efectuarán en dos diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas, los recorridos se efectuaron a partir de las 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y de 7:00 p.m a 9 p.m. Los registros se efectuarán por medio de registros visuales, búsqueda directa y la utilización de los ganchos herpetológicos. Para el caso de anfibios se incluirá el registro auditivo, ya que estos tienen un canto característico.

Aves.

Las aves se muestrearán siguiendo el método de transecto sobre las brechas realizadas y a través de conteos por contacto visual en distancia ilimitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizarán los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Mamíferos.

Para el caso de los mamíferos se realizarán recorridos y monitoreos puntuales a lo largo del predio de interés, utilizando las brechas y caminos como transectos para muestrear. Se registrarán las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Así también se contará con el apoyo de la guía de campo Mamíferos de la Península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearán para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas serán medidas y comparadas con un manual de identificación (Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México 2000).

De manera general, para todas las clases se tomará nota de las especies que se observen por los trabajadores de campo en la zona, como referencia de las especies que no se pudieran registrarse de forma directa o indirecta durante el tiempo de muestreo.

Colocación de trampas Sherman y Tomahawk

Se instalarán una serie de trampas de las denominadas Sherman y Tomahawk (se ubicará su posición con GPS) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto.

Desmante y limpieza del terreno.

Una vez que hayan concluido las actividades de rescate de flora y fauna, se podrá dar inicio con las actividades de desmante de los espacios autorizados dentro del predio del proyecto. Lo cual se realizarán con el apoyo de cuadrillas de trabajadores y con la participación de maquinaria pesada, misma que trabajará de manera exclusiva en las áreas autorizadas para el proyecto. En muchos de los casos, se empleará maquinaria ligera ya que la vegetación es de origen reciente con dominancia de arbustos y árboles de baja talla.

Con el objeto de mantener control de las acciones del personal que lleve a cabo estas actividades, la empresa promovente vigilará la prestación de servicios de los contratistas, a fin de prevenir y corregir oportunamente cualquier posible desviación en las actividades de remoción, o en caso, de daño de zonas de vegetación aledañas. En todo este proceso, el desmante del predio será dirigido por personal debidamente capacitado y de acuerdo a los criterios ambientales que se emitan en las disposiciones oficiales, así como las descritas en el Documento Técnico Unificado del proyecto.

De igual manera, los individuos arbóreos de mayor talla que requieran ser derribados se direccionarán hacia las zonas de remoción de vegetación, por lo que en ningún caso se permitirá que este se dirija al interior de las zonas de conservación. En el caso de los troncos de árboles, estos serán seccionados de acuerdo a las dimensiones que permitan su traslado por trabajadores hacia zonas de acopio temporal y su posterior trituración

Desde luego que estas maderas podrán ser utilizadas como postes y andamios por el proyecto, por sus características de una selva mediana y de no ser así serán enviadas al área de trituración. El sitio de almacenamiento tendrá un acceso restringido para evitar que puedan presentarse accidentes o posibles incendios por descuido o negligencia.

Nivelación.

Después de realizada la limpieza y despalle del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimita físicamente el área de trabajo y se realizan las actividades de relleno y nivelación necesarias para dar forma a las plataformas donde se construirán los edificios, así mismo se trabajará en las actividades para la introducción de los diferentes servicios, entre otras.

Programa integral de manejo residual.

El cambio de uso de suelo en terrenos forestales donde se llevará a cabo el desarrollo complementario conllevará la generación de residuos líquidos y sólidos. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo y al manto freático y con el objetivo principal de que las medidas de prevención y mitigación comprometidas en el Documento Técnico Unificado del proyecto sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Programa Integral de Manejo de Residuos.

Para ello el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto se pretende llevar a cabo en un periodo de 1 año. Es importante mencionar que este programa general de trabajo forma parte del sistema de manejo ambiental del macroproyecto Ciudad Mayakoba y estará enfocado para el cambio de uso de suelo que tendrá una vigencia de 1 año para lo cual dicho programa se aplicará en cuanto haya actividad de desmante.

La implementación del CUSTF del proyecto conllevará la generación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos que se enlistan en la siguiente tabla y que el promovente se compromete a dar atención durante el tiempo que dure el CUSF.

Emisiones Atmosféricas:

Las actividades para llevar a cabo el desarrollo del proyecto requieren de la operación de maquinaria pesada y equipo de construcción que consumen gasolina o diésel para su funcionamiento, los cuales generarán emisiones a la atmósfera como gases de combustión (ej. bióxido de carbono) y polvos por la remoción, transporte y acomodo de materiales pétreos. Asimismo, por la circulación de dicha maquinaria y tránsito vehicular se generarán altos niveles sonoros.

Residuos Líquidos.

Durante el CUSTF serán generadas aguas residuales domésticas (excretas) del personal de la construcción, cuya producción será variable y directamente relacionada con el número de trabajadores presentes en el sitio del proyecto. Asimismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte serán generados derrames de hidrocarburos, lubricantes, aceites, grasas y estopas.

Residuos Sólidos.

En relación con este tipo de residuos será generada materia vegetal producto del desmonte y la limpieza del terreno. Asimismo, se producirán materiales de desecho producto de los trabajos de nivelación topográfica, establecimiento de terraplenes y construcción. Finalmente, será producida basura doméstica proveniente del uso y consumo de alimentos del personal contratado constituidos principalmente de restos de alimentos, envolturas de celofán, plástico y cartón, recipientes o envases de cartón, cristal, aluminio o latas.

Generación de residuos durante el CUSTF del proyecto.

Clasificación de Residuos		Tipo de Residuos
Residuos Sólidos Urbanos	Orgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Restos de Alimentos
	Inorgánicos	<ul style="list-style-type: none"> • Plásticos, papel, cartón, latas, vasos, vidrio, empaques de unicel, aluminio
	Sanitarios	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas Residuales Sanitarias
Bioresiduos		<ul style="list-style-type: none"> • Residuos Vegetales Desmonte • Remoción capa fértil Despalme
Peligrosos		<ul style="list-style-type: none"> • Derrames de Hidrocarburos • Lubricantes • Aceites, grasas y estopas
Emisiones a la Atmósfera		<ul style="list-style-type: none"> • Gases de combustión maquinaria y vehículos • Partículas en suspensión • Altos niveles sonoros por circulación de maquinaria

Reforestación

Tomando en consideración los capítulos IX y X del artículo 141 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable de fecha DOF 09/12/2020 (Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo) y a las Normas Oficiales Mexicana 059-SEMARNAT-2010 el promovente se compromete a aplicar el programa de rescate y reubicación de la flora que será

afectada por el establecimiento del proyecto. Así como de aquellas especies de interés que puedan ser susceptibles de ser rescatadas.

El Programa de Rescate, Reubicación y Manejo de las Especies de Flora Silvestre consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las especies que serán afectadas por el cambio de uso de suelo del proyecto, tiene como objetivo contribuir a las medidas de mitigación que promueven la restauración de factores funcionales en el ecosistema una vez que se generará un impacto.

De acuerdo al programa de rescate presentado en el capítulo correspondiente a este estudio, una vez restablecidas en el vivero temporal, estas se reforestarán dentro del área verde natural y áreas jardinadas que se consideren más viables y ornamentales para el paisajismo del proyecto a razón de una densidad de plantas siguientes; para el caso de la especie Maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*). será de 25 plantas por hectárea en total, en tanto que para las otras especies será en total de 56 plantas por hectárea.

Las siembras de estas plantas no llevarán una plantación tradicional de marco real o tres bolillos, ya que éstas se podrán sembrar en pasillos, áreas jardinadas o espacios en donde no interfieran con cableados o tuberías y se considera viable una distancia entre planta de 2 metros en plantas adultas y de 1 metro en plantas juveniles.

Seguimiento de las especies reforestadas

De la producción del vivero, el material vegetal será reforestado dentro del área verde natural y áreas jardinadas que se consideren más viables y ornamentales para el paisajismo del proyecto brindándoles el mantenimiento que requieren en su proceso de adaptación para aumentar sus posibilidades de sobrevivencia.

Finalmente, el promovente manifiesta su compromiso a dar seguimiento a dichas especies reforestadas a fin de garantizar la sobrevivencia en un 80% en el periodo siguiente de lo que dure el Cambio de Uso de Suelo. Así mismo se presentarán los avances en los informes correspondientes, así como un informe de finiquito una vez que se concluya las actividades.

SERVICIOS AMBIENTALES QUE SERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO;

Análisis de servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto, conforme a los señalados en el artículo 7 Fracción LXI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable:

De acuerdo a la Fracción LXI, del Artículo 7, de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2021)¹¹, los Servicios Ambientales son definidos como: “beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto y que proporcionan beneficios al ser humano”.

Por otra parte, se han considerado como los más importantes los que se anotan a continuación:

- La provisión del agua en calidad y cantidad.

¹¹ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. DOF del 5 de junio de 2018. Texto vigente: Última reforma publicada 26-04-2021.

- 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.

Considerando que el proyecto que se presenta, se desea desarrollar en un conjunto de predios que cuentan con una superficie de total de 11.19 Ha, de las cuales se pretende realizar el cambio de uso de suelo en 6.26 Ha. Se tiene que se reducirá en cierta medida los espacios arbolados, así como de los procesos de sucesión natural que se realizan en la zona, por lo que es preciso destacar los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el desarrollo de las actividades que conllevan el cambio de uso del suelo.

Importancia de los servicios ambientales en el contexto de la cuenca hidrológica forestal y del área de influencia del proyecto.

La subsistencia y el desarrollo de toda sociedad dependen del aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales. Sin embargo, el ser humano en su carrera por conquistar y poseer, ha provocado la extinción de muchas especies animales y vegetales y ha deteriorado su entorno natural en muchos casos de manera irreversible. Por ello, cada vez es mayor la importancia de fomentar la conciencia sobre la relación que existe entre los recursos naturales, la salud planetaria y la especie humana. Hoy, la naturaleza y su conservación son pilares del desarrollo sustentable y revisten importancia vital para ciudadanos, pueblos y gobiernos.

De los varios tipos de servicios ecosistémicos, el agua es uno de los más concretos y medibles y, en el caso de Quintana Roo está muy ligado con el mantenimiento de los diferentes tipos de selvas en la región. Se trata de un servicio de aprovisionamiento y se relaciona con otros servicios como la conservación de ecosistemas y su diversidad biológica, así como la captura de carbono. Ayuda, al mismo tiempo, a la aplicación del principio precautorio de deforestación evitada, que busca mantener las condiciones originales de las comunidades naturales nativas y prescindir de los costos que implicarían la reforestación y la restauración ecológica cuando las selvas han sido perturbadas.

La conversión de usos del suelo tiene repercusiones en la conservación de áreas naturales. En síntesis, el avance y crecimiento de las agroindustrias y el turismo han resultado en un proceso acelerado de cambio de uso de suelo en Quintana Roo que impacta a los ecosistemas, el acuífero subterráneo, los sistemas lagunares, los arrecifes, las poblaciones de fauna y flora silvestres y, en gran medida, los medios de vida de las comunidades campesinas, así como la calidad de vida de la población de la región. Por su parte, en el centro y norte de la entidad se encuentran las mayores superficies con capacidades calificadas como muy altas por su desempeño hidrológico.

Revertir escenarios como éste, donde se combinan tasas elevadas de crecimiento demográfico, urbanización y consumo creciente de agua en regiones concentradas, así como disfunciones regionales y pérdida de ecosistemas originales, implica abrir varios frentes en el quehacer público,

que incluyan la gestión territorial y proyectos específicos de manejo de recursos particulares. Por lo que se deberán enfocar acciones en la búsqueda de soluciones efectivas de orden ambiental, social y económico como:

Tanto para la cuenca (SAR) como para el predio de interés existen servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto, conforme a los señalados en el artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, fracción LXI. Es por ello que en este apartado se habrán de describir, analizar y proponer medidas de mitigación el cual hacen que el proyecto de interés no generará procesos dolosos y se considera que bajo estos términos el proyecto puede ser viable.

Medidas de mitigación de acuerdo con los servicios ambientales que se analizan.

La provisión del agua en calidad y cantidad.

En el área sujeta a cambio de uso de suelo que requiere el proyecto (6.26 Ha), de acuerdo a la información proporcionada por la estación meteorológica más cercana al mismo (Playa del Carmen) presenta precipitaciones del orden de los 1,332.1 mm (CONAGUA, 2010). Además, en la región no existen corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano (0-2.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta de la evapotranspiración (la que es absorbida por las plantas y suelos), habrá de saturar el terreno, colma el bajo relieve y se infiltrará en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que facilitan el drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos y toda esta recarga se dirige hacia la zona litoral para su descarga que es de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas. Por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 50,701.83 m³/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 21,510.11 m³/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 29,191.73 m³/año.

Con la finalidad de hacer de este proyecto en uno sustentable y viable ambientalmente se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF (29,191.73 m³/año) por el proyecto "Village II". Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar completamente la pérdida neta de infiltración por motivo de CUSTF permitiendo tener un seguimiento en la prestación del servicio

ambiental de captación de agua en cantidad importante con un volumen de 47,335.63 m³/año. Es decir, permitirá que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden del 28.50%, que quedará en pie formando parte del proyecto y que este representa una superficie de 3.19 Ha del total del predio.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 Ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal presentada en la siguiente tabla, se distribuyen distintos tipos de vegetación los cuales se registran a continuación:

Uso del suelo y vegetación del municipio de Solidaridad.

Uso de suelo y vegetación	Área en m ²	Hectáreas	% Municipal
Selva Mediana subperennifolia	1,245,868,591.44	124,586.86	58.54
Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia	498,629,901.97	49,862.99	23.43
Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con agricultura nómada (hubches)	290,145,945.79	29,014.59	13.63
Sin vegetación aparente	48,442,198.38	4,844.22	2.28
Sabana	19,481,953.83	1,948.20	0.92
Manglar	15,542,158.96	1,554.22	0.73
Selva baja subcaducifolia	6,683,821.75	668.38	0.31
Vegetación halófila	2,243,711.69	224.37	0.11
Cuerpo de agua	1,016,226.51	101.62	0.05
TOTAL	2,128,054,510.31	212,805.45	100.00

Fuente: "Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050".

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85 has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 6.26 hectáreas, lo que representa tan solo un 0.003588423% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 3.19 has que quedarán en pie formando parte del proyecto.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo **no afectará la capacidad de captación ni se provocará la disminución de la misma**, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la captación de agua no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por los desarrollos turísticos ubicados en la Riviera Maya y el crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. **Sin embargo, se realizarán acciones tales como:**

- Evitar las descargas sanitarias al subsuelo mediante la contratación de sanitarios portátiles para uso obligatorio de los trabajadores a razón de uno por cada 25 trabajadores.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.

Además, el Proyecto considera la captación de aguas pluviales mediante la construcción de pozos de absorción en las vialidades y conducirlos al subsuelo, los que considerarán lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007. (DOF del 18 de agosto de 2009), la NOM-003-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero de 1997) y la NOM-004-CNA-1996 (DOF del 3 de febrero y 8 de agosto de 1997). Además de la captación de lluvia que se hará en las áreas verdes y de conservación consideradas por el Proyecto

Con referencia a la calidad del agua en la zona, se considera que, por el desarrollo del proyecto, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea por lo que ésta alcanza un volumen disponible de alrededor de los 3,256 Mm³. De este valor tan solo se utiliza cerca de los 423 Mm³, lo que corresponde con un 13% del total de agua disponible (González-Canto, 2006). Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO₅),
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante, lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. En este sentido, en el desarrollo del proyecto se deberá considerar:

- De acuerdo con el manual de *Operación y mantenimiento de pozos profundos para acueductos* (1999)¹², se considera que la distancia mínima que debe existir entre un pozo de extracción y una letrina, un tanque séptico o un pozo de absorción es de 50 m. Asimismo, la distancia mínima que debe existir con un relleno sanitario, basurero, un tanque enterrado con tóxicos es de 500 m. En cuanto al manejo de aguas residuales se cuenta con la Planta de Tratamiento Sastun ja (operada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado) se ubica a 7 km al suroeste, misma que da el manejo adecuado de los

¹² http://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_pozos/index.html#

efluentes que se generan desde los conceptos habitacionales que existen en la zona; mientras que el relleno sanitario se ubica a 13 km al noroeste. Por lo que en la zona de alguna manera se considera que se lleva a cabo el uso de suelo propio para el desarrollo de la vida natural, Es por ello que las condiciones para la infiltración y la buena calidad del agua de lluvia, prácticamente no han sido modificadas previamente a la planeación del proyecto.

- En relación al proyecto que se propone y para evitar al máximo las situaciones que pudieran ser fuente de contaminación de las aguas subterráneas durante la etapa de preparación del sitio (que es cuando se llevará a cabo el CUSTF), se habrá de llevar a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 25 trabajadores, mismos que requerirán de labores de mantenimiento; además de realizar de manera adecuada la disposición final de dichas aguas. Este servicio se llevará a cabo a través de una empresa especializada en la limpieza de estos equipos y todos los efluentes serán enviados a una planta de tratamiento.
- Asimismo, en el desarrollo de las actividades de CUSTF se habrá de generar residuos sólidos urbanos, lo que refiere desechos orgánicos, producto de alimentos de los trabajadores; como son: sobrantes de alimentos, envolturas de papel, cartón, etc. Así como inorgánicos; como son: latas (aluminio y acero), vidrio, plástico, etc. Por lo que se deberá aplicar un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocarán el número de depósitos de basura que se requieran, los cuales estarán rotulados de acuerdo a su propósito y favorecer con ello su separación y reciclamiento. Al respecto se debe referir que la promovente deberá tramitar y obtener la anuencia de la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA), para desarrollar su propio programa de manejo de los residuos y de aquellos de manejo especial.
- De manera complementaria, se deberá supervisar que se lleve a cabo el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos, con el fin de evitar accidentes al tiempo de operación dentro del predio del proyecto y que pudieran corresponder con el derrame de combustible, grasas, aceites, acumuladores, etc. Se debe de espera que estas acciones se realicen fuera de la zona donde se llevará a cabo el cambio de uso del suelo, es decir, en talleres especializados la mayoría de los cuales se ubica en la propia ciudad de Playa del Carmen y de alguna manera garantizar el manejo adecuado de las piezas mecánicas, aceites, grasas, etc.
- Adicionalmente, para llevar a cabo el CUSTF no se requiere de efectuar ningún tipo de excavación o alumbramiento del acuífero, por lo que no existirá ninguna situación que ponga favorezca la percolación directa o indirecta de contaminantes al subsuelo y manto freático de la zona.
- Por otra parte, y en caso de algún derrame accidental de cualquier producto contaminante, rápidamente se deberá retirar del sitio, se colocarán materiales absorbentes y se deberá retirar todo el sustrato que pudiera estar contaminado. Además, a todos estos desechos

se les debe dar tratamiento como residuos peligrosos, por lo que se confinarán en depósitos que cuenten con tapa, señalamientos adecuados, así como un lugar específico para su almacenamiento temporal. Su disposición final será con alguna de las empresas autorizadas que operan en la localidad.

- De manera adicional, es importante señalar que durante las etapas de construcción y operación del proyecto se habrá de conservar una superficie de 3.19 Ha del de predio, misma que habrá de preservar su cobertura de vegetación natural de selva mediana con desarrollo secundario. Situación que contribuirá a la continuidad en la recarga natural del acuífero, lo que habrá de favorecer las condiciones existentes actualmente y que permiten la existencia de un agua subterránea apta para el consumo humano o animal.



Haciendo un énfasis **en relación a la modificación de la calidad del agua, se considera que por el desarrollo del Proyecto este servicio no se verá afectado negativamente.** Por lo que, mediante el adecuado seguimiento y la continuidad de las acciones referidas, se podrá garantizar la continuidad de la infiltración del agua y su proceso de purificación natural en su recorrido por el subsuelo hasta integrarse al manto freático.

La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.

Introducción

Las selvas son valoradas por su diversidad y alta productividad (Martínez-Ramos et al., 2007), por lo cual, es fundamental conocer su potencial en la captura de biomasa y carbono (Acosta, Pérez, Romero, 2017), ya que juegan un papel importante en el ciclo global del Carbono (Ngo et al., 2013).

Los bosques en crecimiento tienen la capacidad de fijar y almacenar Carbono a través de la acumulación de biomasa en sus estructuras vivas, mientras que los bosques viejos, sirven como sumideros de carbono.

De acuerdo a estudios realizados en México, cuando las condiciones son favorables, la tasa de acumulación de Carbono es de aproximadamente 3.60 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (Orihuela-Belmonte et al., 2013) y en peores condiciones, la acumulación de Carbono es de 1.52 Mg ha⁻¹ año⁻¹ (Read y Lawrence, 2003)

Las plantas absorben CO₂ de la atmósfera y emiten oxígeno. Es un proceso que forma parte de su ciclo vital. Se trata de un mecanismo que ayuda al clima, sobre todo en situaciones como la actual, porque **los árboles actúan como un ‘secuestrador’ natural de dióxido de carbono.** Tras absorberlo, queda atrapado en las ramas, el tronco y las raíces, y así el ejemplar va creciendo. De hecho, cuando más CO₂ hay en la atmósfera, mejor les va a los bosques (y en las últimas décadas se han dado un buen atracón). Ese gas hace, en resumen, las funciones de fertilizante para los vegetales.

La cuantificación de las reservas de Carbono aún son inciertas (Houghton, 2001), ya que varía en función del suelo, clima, tipos de árboles, estructura y composición arbórea, densidad de la madera, uso de la tierra y la edad del bosque (Cairns et al., 2000).

Por lo anterior, las estimaciones de la biomasa forestal son una prioridad para evaluar las variaciones de las reservas de Carbono en los bosques tropicales (Chave et al., 2004), así como

la cantidad potencial de CO₂ que puede ser liberado o extraído de la atmosfera (Clark y Clarck, 2000).

Objetivo

Estimar la biomasa área y de las raíces y el carbono total almacenado (aéreo y de las raíces) en el predio denominado “ Villagell Ciudad Mayakoba”, que se encuentra ubicado dentro del Complejo Ciudad Mayakoba, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Antecedentes de uso de relaciones alométricas para estimar biomasa y carbono

El carbono es secuestrado por la vegetación mediante los procesos de fotosíntesis y queda almacenado en aproximadamente un 50% en la biomasa, sobre todo en la vegetación leñosa (arbórea), tanto en fuste, ramas, follaje y raíces (Dávalos et al., 2008).

Como la biomasa es una variable difícil de estimar, hoy día no existe una metodología que se use de forma y menos en las zonas tropicales. Sin embargo, existen investigaciones puntuales en donde se han desarrollado ecuaciones alométricas (Chou y Gutiérrez, 2012).

Existen dos métodos para estimar la biomasa de un bosque. El método destructivo y consiste en cortar los árboles y pesar la biomasa directamente secando la madera. El método indirecto que consiste en estimar la biomasa de manera indirecta por medio de modelos de regresión que estimen la biomasa en función de variables fáciles de medir en campo (Brown, 1997).

La estimación de la biomasa en la parte aérea se obtiene con el uso de ecuaciones que permiten estimar el peso seco en función del diámetro de cada árbol; ya que pesar todos los árboles sería una tarea muy difícil. Estas ecuaciones se llaman alométricas que relacionan diámetros, altura, densidad, copa, etc. (INECC, 2019).

Una vez que obtienes el valor de la biomasa aérea, se procede a estimar la contenida en la parte subterránea. Como ahí no podemos medir variables, pero es sabido que existe una relación entre el peso del árbol en su parte aérea con su parte subterránea que es de alrededor de un factor de 0.3. El IPCC recomienda consultar en el Cuadro 4.4 (relación biomasa subterránea / biomasa aérea) del capítulo 4 del volumen 4 de las directrices (IPCC; https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf)

Torres y Guevara (2002) propones una ecuación general para estimar la biomasa aérea de árboles <10 cm de diámetro normal, para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde: Ba = Biomasa aérea (kg), VTA = Volumen total (m³).

Brown (1997) desarrollo un ecuación alométrica general para estimar biomasa en selvas secas, generando la ecuación siguiente: $B = e^{-1.96.2.32Ln(Dn)}$

Para bosques tropicales, podemos citar los trabajos de Cairns et al. (2003), quienes desarrollaron ecuaciones para especies arbóreas para diámetros < a 10 cm y para \geq a 10 cm (siguiente Cuadro). Las ecuaciones son de la forma: $B = \beta_0 + \beta_1 Dn^2 At$

Ecuaciones de biomasa para especies más abundantes en el Ejido la Pantera, Quintana Roo, México.

	Modelo	Especie	B ₀	B ₁	R ²	Autor
Individuos con >10 cm	$B = \beta_0 D n^2 A t$	<i>Alseis yucatanensis</i>		0.0301	0.91	Cairms et al, 2003
		<i>Brosimum alicastrum</i>		0.0336	0.97	Cairms et al, 2003
		<i>Manilkara zapota</i>		0.0447	0.98	Cairms et al, 2003
		<i>Pouteria campechiana</i>		0.0358	0.94	Cairms et al, 2003
		<i>Pouteria unilocularis</i>		0.0465	0.96	Cairms et al, 2003
		<i>Trichilia minutiflora</i>		0.0465	0.97	Cairms et al, 2003
Individuos con <10 cm	$B = \beta_0 + \beta_1 D n^2 A t$	<i>Alseis yucatanensis</i>	0.0867	0.0429	0.99	Cairms et al, 2003
		<i>Manilkara zapota</i>	0.0034	0.0482	0.89	Cairms et al, 2003
		<i>Pouteria unilocularis</i>	0.8322	0.0429	0.95	Cairms et al, 2003
		<i>Trichilia minutiflora</i>	0.4125	0.0421	0.96	Cairms et al, 2003
		<i>Talisia olivaeformis</i>	0.3627	0.0322	0.72	Cairms et al, 2003
		<i>Croton arboreus</i>	0.0493	0.048	0.98	Cairms et al, 2003
		<i>Croton lundell</i>	0.2385	0.058	0.99	Cairms et al, 2003
		<i>Eugenia sp</i>	0.178	0.0638	0.92	Cairms et al, 2003

Vargas, Allen y Allen (2007) en la Reserva Ecológica el Eden, Quintana Roo, Mexico, desarrollaron ecuaciones de biomasa y carbono para bosque tropicales en función de la edad, para lo cual ajustaron el modelo lineal: $Y = \beta_0 + \beta_1 A$, el logarítmico, $Y = \beta_0 + \beta_1 \ln(A)$ y uno exponencial, $Y = e^{\beta_0 + \beta_1/A}$. En el siguiente cuadro se observan los parámetros obtenidos para los diferentes tamaños de árboles, tipo de árboles y horizontes del suelo para biomasa y carbón.

Donde: Y: biomasa o carbón, A= Edad (años) y β 's= Parámetros a ser ajustados por regresión.

Parameters e indicadores de ajuste de los modelos ajustados para biomasa y carbón de diferentes etapas sucesionales en un bosque seco tropical.

Componente	Modelo	B ₁	B ₂	R ²	P-valor
Biomasa					
Biomasa total	Lineal	25.56	2.78	0.959	<0.0001
	Richards	0.25	0.567	0.906	<0.0001
Total AGB	Richards	0.27	0.840	0.974	<0.0001
Árboles >30 cm	Lineal	-3.31	0.393	0.803	<0.0001

Componente	Modelo	B ₁	B ₂	R ²	P-valor
Biomasa					
Árboles 10-29.9 cm	Lineal	-12.372	1.865	0.973	<0.0001
Árboles 5-9.9 cm	Logarítmico	7.289	7.265	0.400	0.027
Árboles < 1 cm	Lineal	6.376	-0.116	0.375	0.034
Árboles muertos	Lineal	-0.783	0.147	0.775	<0.0001
Lianas	Lineal	-2.410	0.032	0.915	0.03
Palmas	Lineal	0.069	0.008	0.700	0.038
Plántulas	-	-	-	-	ns
Total BGB	Exponencial	3.364	-1.852	0.967	<0.0001
	Richards	0.143	0.677	0.869	<0.0001
Horizonte Oi	Exponencial	2.334	-2.315	0.920	<0.0001
Oe > 2 mm	logarítmico	0.198	0.627	0.866	<0.0001
O1 < 2 mm	Exponencial	1.629	-1.744	0.704	0.001
Raíces finas	Exponencial	1.575	-1.131	0.531	0.007
Carbón					<0.0001
Carbón total	logarítmico	13.527	32.799	0.966	<0.0001
	Richards	0.033	0.466	0.967	<0.0001
Total AGC	Exponencial	4.007	-7.097	0.982	<0.0001
	Richards	0.027	0.840	0.974	<0.0001
Total BGC	Exponencial	4.338	-1.311	0.934	<0.0001
	Richards	0.089	0.443	0.901	<0.0001
Horizonte Oi	Exponencial	1.506	-2.327	0.928	<0.0001
Oe > 2 mm	logarítmico	-0.037	0.067	0.870	<0.0001
Oe < 2 mm	Exponencial	0.610	-2.966	0.901	0.01
Raíces finas	Exponencial	0.757	-1.089	0.501	<0.0001
Horizonte Oa (OC)	Exponencial	4.190	-1.237	0.905	ns
Carbón (%)					0.001
Horizonte Oi	-	-	-	-	0.04
Oe > 2 mm	Exponencial	3.680	-0.403	0.787	ns
Oe < 2 mm	Exponencial	3.544	-0.839	0.661	0.03
Raíces finas	-	-	-	-	ns
Horizonte Oa (OC)	Exponencial	3.222	-0.981	0.466	

Donde: OC, Carbono orgánico; AGC=Carbono aéreo; BGC=Carbono subterráneo.

Rodríguez-Laguna et al. (2008) en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México, estimaron la biomasa de los componentes de los árboles a partir de la densidad básica de las especies y generaron una ecuación alométrica de tipo potencial para estimar el carbono presente en tallos, ramas, follaje y raíces en función del diámetro normal. La ecuación es de la firma: $B = a_0 D^{a_1}$. Donde B es el peso seco total de la biomasa aérea (kg), D es el diámetro a 1.3 m (cm) y a_0 y a_1 son los coeficientes de la regresión. La biomasa radicular se estimó con un factor de conversión de biomasa aérea a biomasa radicular de un 0.2. El carbono se obtuvo aplicando un factor de conversión de biomasa a carbono de 0.5. En el siguiente Cuadro se observan los estadísticos de las ecuaciones para las especies analizadas.

Coefficientes de determinación, valor de F y parámetros de regresión del modelo potencial para estimar biomasa en árboles individuales por especie.

Especie	N	R ²	F	Parámetros	
				a_0	a_1
<i>Bauhinia divaricata</i>	33	0.93	246.5	0.197575	2.34002
<i>Brosimum alicastrum</i>	56	0.92	339.5	0.479403	2.0884
<i>Bursera simaruba</i>	43	0.95	453.1	0.064808	2.46998
<i>Cestrum dumetorum</i>	17	0.98	513.5	0.181077	2.29418
<i>Dendropanax arboreus</i>	10	0.95	101.1	0.037241	2.99585
<i>Mimosa albida</i>	44	0.96	611.2	0.23855	1.92242
<i>Guazuma ulmifolia</i>	105	0.98	4280.6	0.232435	2.21906
<i>Harpalyce arborescens</i>	16	0.92	92.4	0.401524	1.83808
<i>Mirandaceltis monoica</i>	16	0.95	148.3	0.062394	2.71448
<i>Nicotina glauca</i>	24	0.95	263.0	0.182197	2.22818
<i>Phoebe tampicensis</i>	24	0.97	553.8	0.222776	2.33953
<i>Piscidia piscipula</i>	30	0.95	283.8	0.064066	2.62323
<i>Psidium guajava</i>	18	0.99	967.0	0.246689	2.24992
<i>Quercus spp.</i>	19	0.97	345.0	0.038424	2.82139
<i>Ceanothus caeruleus</i>	15	0.97	303.9	0.311733	2.04754
<i>Robinsonella discolor</i>	24	0.99	1407.3	0.23736	2.16175
<i>Sargentia gregii</i>	11	0.97	223.0	0.078545	2.58952
<i>Tilia houghtii</i>	10	0.99	5104.8	0.048454	2.58164
<i>Trichilia havanensis</i>	20	0.99	1535.8	0.130169	2.34924

Puc (2014) ajustó la ecuación de Schumacher y Holling Type III que estimó la acumulación de biomasa y carbono aéreo en bosques tropicales secundarios de diferentes edades (siete, 15, 25, 35, 46 años) después del abandono de tierras agrícolas, y un rodal maduro en el sur de Quintana Roo, México. La biomasa se correlacionó positivamente con la edad del rodal durante la sucesión secundaria. Las ecuaciones obtenidas que estima la biomasa en función de la edad se muestran en el siguiente cuadro.

Parámetros y estimadores de las ecuaciones de Schumacher y de Holling Type III para predecir la biomasa aérea en rodales con diferentes edades en el sur de Quintana Roo.

Parámetro	Estimador	E. Std.	CME	Valor T	PR> T	R ² adj.
a) $Biomasa\ aérea = \beta_0 * \exp^{\beta_1 * Edad}$						
β_0	255.1482	26.2819	1527.0	9.71	<0.0001	0.72
β_1	12.37672	2.9229		4.23	0.0007	
b) $Biomasa\ aérea = (\beta_0 * Edad^2)(\beta_1^2 + Edad^2)$						
β_0	221.2757	17.9006	1270.8	12.36	<0.0001	0.77
β_1	15.39783	2.7921		5.51	<0.0001	

Biomasa aérea (Kg), β_0, β_1 = estimadores de regresión, Edad= edad del rodal, E. std. Error estándar de los parámetros, CME=cuadrado medio del error de los parámetros, adj= ajustada

Puc (2014) reporta otras ecuaciones para estimar biomasa en selvas tropicales, mismas que son propuestas por Cairns et al. (2003), Hughes et al. (1999), Putz (1983) y Restrepo et al. (2003), las cuales se presentan en el Cuadro siguiente.

Ecuaciones de biomasa para especies en bosque tropicales.

Individuos con >10 cm	Modelo	Especie	B ₀	B ₁	R ²	Autor
Individuos con dn ≥ 10 cm	$B = [e^{\beta_0 + \beta_1 \ln Dn^{2At}}] + \left(\frac{0.0939}{2}\right)$	Todas las especies	0.46	0.037	0.99	Cairns et al, 2003
	$B = \beta_0 + \beta_1 \ln(Dn)$		2.173	0.868	0.9	Cairns et al, 2003
Individuos con dn ≤ 10 cm	$B = [e^{\beta_0 + \beta_1 \ln Dn^2}] * (1.4 * 10^6)$	Todas las especies	4.9375	1.0583	0.93	Hughes et al. 1999
Todas dimensiones	$B = \beta_0 + \beta_1 \ln(Dn)$	Lianas	0.12	0.19	0.81	Putz 1983
Todas dimensiones	$B = \beta_0 + \beta_1 \ln(Db) + 0.17L$	Palmas	1.805	1.283		Restrepo et al. 2003

Puc et al. (2019), usando el enfoque aditivo se ajustaron simultáneamente en función de variables dasométricas y a densidad de la madera las ecuaciones de biomasa por componente estructural del árbol; fuste, ramas y follaje, ajustando a nivel árbol de manera independiente la biomasa total árbol y se obtuvieron ecuaciones para 22 especies de diámetros-pequeños en bosques secundarios de la península de Yucatán.

$$AGB_{stem} = f(WD, DBH, TH, \beta) + \epsilon$$

$$AGB_{branch} = f(WD, DBH, TH, \beta) + \epsilon$$

$$AGB_{foliage} = f(WD, DBH, TH, \beta) + \epsilon$$

$$AGB_{total-tree} = f(WD, DBH, TH, \beta) + \epsilon$$

Donde: AGB = Biomasa aérea (kg); β = vector de regresión a ser estimados, DBH =diameter normal (cm), TH = altura total (m), WD = Densidad de la madera (g.cm⁻³) para cada especie.

Ecuaciones de biomasa y ajuste estadístico por componentes para árboles pequeños en bosque tropical secundario del sureste de la península de Yucatán.

Biomass equation	RMSE	R ²	Biomass equation	RMSE	R ²
<i>Coccoloba diversifolia</i>			<i>Chrysophyllum ruminatum</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.124681)(DBH^2TH)^{0.899394}$	1.66	0.97	$AGB_{st} = \exp(-3.605036)(DBH^2TH)^{0.881845}$	1.34	0.98
$AGB_{br} = \exp(-5.709513)(DBH^2TH)^{1.388475}$	1.90	0.85	$AGB_{br} = \exp(-4.202349)(DBH^2TH)^{0.853029}$	0.88	0.95
$AGB_{fl} = \exp(-4.430226)(DBH^2TH)^{0.779748}$	0.40	0.88	$AGB_{fl} = \exp(-4.086912)(DBH^2TH)^{0.779748}$	0.45	0.87
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.99	0.98	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.81	0.98
<i>Melastoma depressum</i>			<i>Psidium acrocarpum</i>		
$AGB_{st} = \exp(-2.860974)(DBH^2TH)^{0.882281}$	1.07	0.98	$AGB_{st} = \exp(-3.257887)(DBH^2TH)^{0.881845}$	2.37	0.93
$AGB_{br} = \exp(-4.024928)(DBH^2TH)^{0.891281}$	1.27	0.88	$AGB_{br} = \exp(-3.778556)(DBH^2TH)^{0.882281}$	1.68	0.92
$AGB_{fl} = \exp(-3.149323)(DBH^2TH)^{0.891281}$	0.47	0.87	$AGB_{fl} = \exp(-5.490508)(DBH^2TH)^{1.06122}$	0.70	0.58
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.99	0.97	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.26	0.98
<i>Pithecellobium pectinatum</i>			<i>Lonchocarpus rigosus</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.215632)(DBH^2TH)^{0.812482}$	1.00	0.99	$AGB_{st} = \exp(-3.509758)(DBH^2TH)^{0.897225}$	1.43	0.98
$AGB_{br} = \exp(-4.672663)(DBH^2TH)^{0.894812}$	2.44	0.66	$AGB_{br} = \exp(-4.530371)(DBH^2TH)^{1.027884}$	1.41	0.92
$AGB_{fl} = \exp(-4.849774)(DBH^2TH)^{0.798482}$	0.48	0.70	$AGB_{fl} = \exp(-4.900705)(DBH^2TH)^{0.897225}$	0.20	0.94
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	3.32	0.95	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.51	0.99
<i>Pouteria campechiana</i>			<i>Zanthoxylum</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.795674)(DBH^2TH)^{1.008886}$	1.93	0.96	$AGB_{st} = \exp(-3.832639)(DBH^2TH)^{1.002784}$	1.84	0.96
$AGB_{br} = \exp(-3.151849)(DBH^2TH)^{0.771280}$	1.53	0.84	$AGB_{br} = \exp(-4.422181)(DBH^2TH)^{1.002784}$	1.00	0.92
$AGB_{fl} = \exp(-4.304817)(DBH^2TH)^{0.771280}$	0.44	0.75	$AGB_{fl} = \exp(-5.434142)(DBH^2TH)^{0.87712}$	0.23	0.86
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.42	0.97	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	3.05	0.95
<i>Swartzia cubensis</i>			<i>Licania campechiana</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.749144)(DBH^2TH)^{1.028441}$	0.97	0.98	$AGB_{st} = \exp(-3.393522)(DBH^2TH)^{0.891811}$	0.75	0.98
$AGB_{br} = \exp(-3.722729)(DBH^2TH)^{0.847892}$	1.04	0.82	$AGB_{br} = \exp(-4.731634)(DBH^2TH)^{1.137687}$	1.49	0.95
$AGB_{fl} = \exp(-4.472306)(DBH^2TH)^{0.847892}$	0.18	0.86	$AGB_{fl} = \exp(-4.314631)(DBH^2TH)^{0.847892}$	0.63	0.94
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.45	0.98	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.10	0.98
<i>Stereosma glaucum</i>			<i>Croton rufosplendens</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.209234)(DBH^2TH)^{0.887711}$	1.04	0.95	$AGB_{st} = \exp(-3.439344)(DBH^2TH)^{0.887711}$	1.77	0.96
$AGB_{br} = \exp(-5.767766)(DBH^2TH)^{1.386302}$	1.40	0.83	$AGB_{br} = \exp(-3.486505)(DBH^2TH)^{0.887711}$	1.16	0.95
$AGB_{fl} = \exp(-3.876313)(DBH^2TH)^{0.791128}$	0.37	0.81	$AGB_{fl} = \exp(-3.716394)(DBH^2TH)^{0.887711}$	0.36	0.88
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.83	0.96	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.98	0.98
<i>Brosimum alicatum</i>			<i>Zarzaparrilla guatemalensis</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.318339)(DBH^2TH)^{0.821847}$	0.66	0.99	$AGB_{st} = \exp(-3.358934)(DBH^2TH)^{0.821847}$	2.13	0.95
$AGB_{br} = \exp(-4.113012)(DBH^2TH)^{0.897394}$	1.54	0.88	$AGB_{br} = \exp(-3.980664)(DBH^2TH)^{0.821847}$	1.18	0.91
$AGB_{fl} = \exp(-3.886258)(DBH^2TH)^{0.794811}$	0.35	0.94	$AGB_{fl} = \exp(-3.3396)(DBH^2TH)^{0.821847}$	0.53	0.57
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.36	0.97	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.52	0.97
<i>Quercus combati</i>			<i>Lycium fastigiatum</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.73279)(DBH^2TH)^{0.898129}$	2.13	0.93	$AGB_{st} = \exp(-4.7631)(DBH^2TH)^{1.184138}$	2.29	0.90
$AGB_{br} = \exp(-5.004871)(DBH^2TH)^{1.382084}$	1.26	0.94	$AGB_{br} = \exp(-4.072008)(DBH^2TH)^{0.898129}$	1.79	0.76
$AGB_{fl} = \exp(-5.779851)(DBH^2TH)^{1.078448}$	0.45	0.85	$AGB_{fl} = \exp(-5.26503)(DBH^2TH)^{0.898129}$	0.58	0.60
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.46	0.99	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.11	0.96
<i>Lonchocarpus zoll</i>			<i>Vitex guatemalensis</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.210394)(DBH^2TH)^{0.888448}$	1.08	0.99	$AGB_{st} = \exp(-3.828804)(DBH^2TH)^{0.888448}$	1.83	0.93
$AGB_{br} = \exp(-3.707644)(DBH^2TH)^{0.888448}$	3.45	0.75	$AGB_{br} = \exp(-5.986197)(DBH^2TH)^{1.244088}$	1.20	0.94
$AGB_{fl} = \exp(-4.73622)(DBH^2TH)^{0.879347}$	1.05	0.35	$AGB_{fl} = \exp(-5.023044)(DBH^2TH)^{0.879347}$	0.86	0.75
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	5.13	0.92	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	0.68	0.99
<i>Diplolepis malpighioides</i>			<i>Pouteria umbellata</i>		
$AGB_{st} = \exp(-3.309925)(DBH^2TH)^{0.890248}$	1.12	0.98	$AGB_{st} = \exp(-3.27356)(DBH^2TH)^{0.890248}$	1.35	0.98
$AGB_{br} = \exp(-3.996604)(DBH^2TH)^{0.890248}$	2.29	0.77	$AGB_{br} = \exp(-3.986981)(DBH^2TH)^{1.003814}$	1.85	0.94
$AGB_{fl} = \exp(-3.276665)(DBH^2TH)^{0.890248}$	0.50	0.69	$AGB_{fl} = \exp(-3.887617)(DBH^2TH)^{0.748138}$	0.65	0.80
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.66	0.98	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	2.50	0.98
<i>Barrera simarubi</i>			<i>Cecropia peltata</i>		
$AGB_{st} = \exp(-4.409187)(DBH^2TH)^{1.070214}$	2.59	0.64	$AGB_{st} = \exp(-4.191628)(DBH^2TH)^{0.890248}$	0.43	0.98
$AGB_{br} = \exp(-4.045752)(DBH^2TH)^{0.890248}$	1.04	0.24	$AGB_{br} = \exp(-4.762545)(DBH^2TH)^{0.890248}$	1.05	0.84
$AGB_{fl} = \exp(-5.744795)(DBH^2TH)^{0.890248}$	0.12	0.88	$AGB_{fl} = \exp(-6.308533)(DBH^2TH)^{0.890248}$	0.13	0.83
$AGB_{total} = \sum AGB_i$	4.05	0.60	$AGB_{total} = \sum AGB_i$	1.49	0.95

DBH = diameter at breast height (cm); TH = total tree height (m); AGB_{st} = stem biomass estimate (kg); AGB_{br} = branch biomass estimate (kg tree⁻¹); AGB_{fl} = foliage biomass estimate (kg); AGB_{total-stem} = AGB_{st} + AGB_{br} + AGB_{fl} (kg); RMSE = root mean square error of the estimate, and Adjusted R² = proportion of variance explained by model corrected by the number of parameter estimates.

Gómez et al. (2021) generaron ecuaciones alométricas para estimar la biomasa en cinco especies individuales y en grupo de bosque seco tropical. Las ecuaciones generadas fueron del tipo exponencial basadas en el diámetro normal. Aunque las ecuaciones para cada especie difieren entre sí (p < 0.05), en forma agrupada mostraron un mejor ajuste del modelo (p < 0.05). La biomasa de todas las especies se predijo correctamente utilizando solo las medidas del área basal, pero aumentaron su precisión al agregar la densidad de madera específica al modelo. Las ecuaciones obtenidas son e la forma:

$$Y = aX^b \text{ y en su forma lineal de la forma } \ln(Y) = \ln(a) + b\ln(X)$$

Donde: Y=Variable dependiente (Biomasa), X=Variable independientes (Diámetro normal), a y b coeficiente a del modelo a ser estimados por regresión. Los valores obtenidos para las especies son los que se presentan en el siguiente Cuadro.

Valores de los parámetros en el modelo linealizado para cada especie.

Species	n	β_0	P	β_1	p	R ²	df
<i>A. cochliacantha</i>	8(26)*	-1.291	2.3x10 ⁻⁴	2.178	6.0x10 ⁻¹³	0.89	24
<i>C. multiflora</i>	8	-3.739	1.5x10 ⁻⁵	2.819	3.8x10 ⁻⁷	0.99	6
<i>E. schlechtendalii</i>	8(10)*	-3.101	1.6x10 ⁻³	2.333	5.3x10 ⁻⁵	0.88	8
<i>I. arborescens</i>	8	-4.005	2.4x10 ⁻³	2.653	1.0x10 ⁻⁴	0.93	6
<i>L. microphyllum</i>	8	-1.852	5.3x10 ⁻⁴	2.378	5.2x10 ⁻⁷	0.99	6

n, number of individuals sampled of each species; β_0 , value estimated from the ordinate to the intercept; β_1 , value estimated of the slope; df, degree of freedom of the model; p, significance level for each of the estimated parameters; *individual branches

Por su parte, para grupos de especies se obtuvieron los siguientes resultados.

Valores de los parámetros del modelo linealizado para grupo de especies.

Group/ subgroup	n	β_0	P	β_1	p	R ²	df	F ₀	F _t
All the species	60	-1.217	6.8x10 ⁻⁵	1.886	1.5x10 ⁻²⁰	0.668	58	45.75	> 1.60
LA	34	-1.399	1.1x10 ⁻¹⁰	2.225	6.8x10 ⁻²⁹	0.955	32	1.06	< 1.82
CEI	26	-3.515	9.5x10 ⁻⁹	2.652	6.1x10 ⁻¹⁶	0.908	24	6.39	> 2.07

LA subgroup, *L. microphyllum* y *A. cochliacantha*; CEI subgroup, *C. multiflora*, *E. schlechtendalii* and *I. arborescens*; n, number of individuals sampled of each species; β_0 , estimated value of the intercept; β_1 , estimated value of the slope; df, degree of freedom of the model; p, level of significance for the estimated parameters; F₀ = estimated value of F; F_t = F value from tables with a probability value of p = 0.05.

Uso de relaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en raíces

Para estimar la biomasa de las raíces se utilizó la fórmula que propone Rodríguez-Larramendi *et al* (2016) que, aunque fue propuesta para especies de coníferas y hojosas, es la única aproximación para estimar este componente, que a su vez se sustenta en lo que propone el IPCC para diferentes tipos de vegetación (IPCC, https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf) y es la siguiente:

$$Br = Ba \text{ (ton ha}^{-1}\text{)} * Fc$$

Donde: Br=Biomasa de las raíces (ton ha⁻¹),

Ba=Biomasa de la parte área del árbol,

Fc=Factor de expansión (0.30) para estimar Br como porcentaje de la Ba.

Estimación de la fracción de carbono en la biomasa

El cálculo del contenido de carbono se obtiene a partir de las existencias reales por hectárea y totales, una vez que se obtuvieron éstos datos, se rea las existencias vilumétricas y de biomas mediante el método propuesto por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1994) que sugiere la aplicación de diferentes factores de conversión del carbono almacenado en cada uno de los tipos de vegetación existentes.

En este caso, la fracción de carbono presente en la biomasa se estima como una proporción de la misma, la cual, tal como lo propones Clark *et al.* (2001), Vargas *et al.* (2009), Fonseca *et al.* (2011), Castañeda-González (2012), esta corresponde a un factor de conversión de 0.5 (Fc=0.5).

Metodología

Diseño de muestreo utilizado

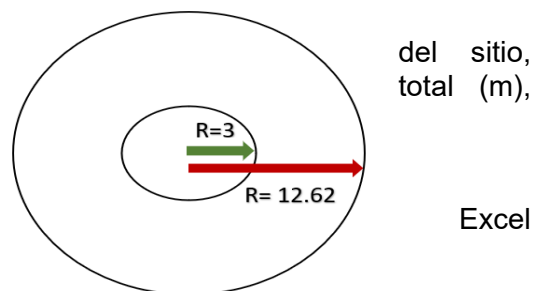
Para el inventario forestal se realizó un muestreo sistemático, con una red de sitios sucesivos localizados a lo largo de líneas paralelas trazadas con azimut de 310 grados aproximadamente (NW 50 grados). Las líneas de muestreo tienen una equidistancia lateral de 100 m entre líneas y de 50 m entre sitios. El centro del sitio se localiza sobre la línea de muestreo.

Forma y tamaño de los sitios

Se levantaron 12 sitios circulares de 500 m² (radio=12.62 m) y en cada sitio de muestreo se anidó un subsitio circular 28.27 m² (radio de 3 m). El primero abarca la totalidad de la superficie del sitio y en el mismo se miden todos los árboles con diámetro normal igual o mayor de 10 cm. En el subsitio de 28.27 m² se midieron los árboles con diámetro normal (DN) > de 5 cm a < 10 cm.

VARIABLES LEVANTADAS

En cada sitio levantado se registró la siguiente información: Predio, línea de muestreo, sitio, superficie número de árbol, especie, diámetro normal (cm), altura altura de fuste limpio (m) y condición del individuo.



Fórmulas y modelos

La base de datos se organizó y trabajó en el programa para la formación de la base de datos y el procesamiento de los datos y obtención de los parámetros estadísticos a nivel de especie, sitio y hectárea se realizó en un programa en lenguaje SAS (SAS Institute, 2015).

Cálculo del área basal

El área basal individual (AB m²) es la superficie de un corte transversal del árbol medido a la altura de pecho y también su cálculo se realiza mediante la siguiente expresión.

$$AB = 0.7854(DN^2)$$

Donde:

AB = Área basal (m²).

Cálculo del volumen

Las ecuaciones de volúmenes utilizadas para las especies fueron las fórmulas existentes del Sistema Biométrico de Quintana Roo, que tienen la siguiente expresión (Vargas-Larreta, 2017):

$$VFT = \alpha_0 DN^{\alpha_1} AT^{\alpha_2}$$

$$VFL = 0.6 * (\alpha_0 DN^{\alpha_1} AT^{\alpha_2})$$

$$VFT = \alpha_0 DN^{\alpha_1} AT^{\beta\alpha_2} + \beta_0 DN^2 +$$

Donde:

VFT = Volumen de fuste total (m³).

VFL = Volumen de fuste limpio (m³).

VTA = Volumen total árbol (m³).

DN = Diámetro normal (cm).

AT = Altura total (m).

Cuando no hay ecuaciones recientes, se usaron las del Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche, mismas que son utilizadas en el Programa Selva y que tienen la siguiente expresión (Patiño *et al*, 1994):

$$VFT = e^{\beta_0 + \beta_1 \ln(DN) + \beta_2 \ln(AT)}$$

$$VFL = 0.6 * (e^{\beta_0 + \beta_1 \ln(DN) + \beta_2 \ln(AT)})$$

$$VTA = 1.2 * (e^{\beta_0 + \beta_1 \ln(DN) + \beta_2 \ln(AT)})$$

Donde:

e= Base de los logaritmos neperianos.

Ln = Logaritmo natural.

Cálculo de biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de los árboles ≥ 10 cm de diámetro normal, se utilizó la ecuación general generada por Cairns *et al* (2003) para bosques de la Península de Yucatán y específicamente para el Ejido Graciano Sánchez, Quintana Roo, la cual tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

DN = Diámetro normal (cm).

AT = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapoló a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

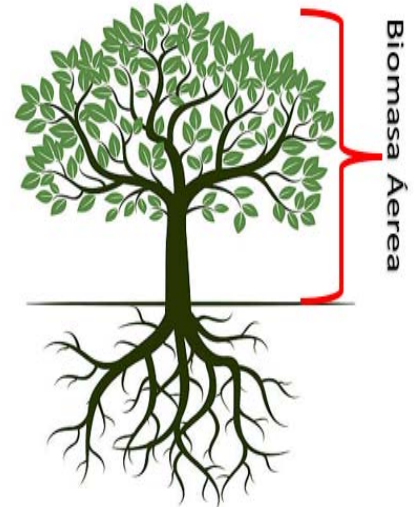
Dn = Diámetro normal (cm).

At = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:



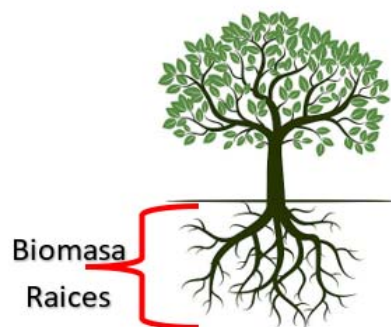
Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapoló a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).

Fracción de carbono en la biomasa aérea

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa por el factor 0.5, ya que, según resultados de varios autores, este valor representa la concentración promedio de carbono para especies de especies hojosas (Graciano-Ávila *et al*, 2019).



Cálculo del carbono almacenado en la parte aérea

El contenido de carbono almacenado se estimó con la expresión:

$$Ca = B (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

C = Contenido de Carbono (ton ha⁻¹).

B = Biomasa (ton ha⁻¹).

Fc = Fracción de carbono en la biomasa (0.5).

Cálculo de biomasa en raíces

Para estimar la biomasa de las raíces se utilizó la fórmula que propone Rodríguez-Larramendi *et al* (2016) que, aunque fue propuesta para especies de coníferas y hojosas, es la única aproximación para estimar este componente, que a su vez se sustenta en lo que propone el IPCC para diferentes tipos de vegetación (IPCC, https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf) y es la siguiente:

$$Br = Ba (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Br=Biomasa de las raíces (ton ha⁻¹).

Ba=Biomasa de la parte área del árbol.

Fc=Factor de expansión (0.30) para estimar Br como porcentaje de la Ba.

Fracción de carbono en la biomasa de las raíces

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa de las raíces por el factor 0.5 que representa la concentración de carbono promedio 8Rodríguez-Larramendi *et al*. (2016).

$$Cr = Br (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde: Cr = Contenido de carbono en raíces (ton ha⁻¹), Br = Biomasa en raíces (ton ha⁻¹), Fc = Fracción de carbono en la biomasa de raíces (0.5).

Cálculo de biomasa total

$$Bt = Ba + Br(\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Bt = biomasa total (ton ha⁻¹).

Fracción de carbono total

Una vez que se obtienen los valores de las fracciones de carbono en la parte aérea y de las raíces entonces se aplica la siguiente fórmula para la obtención del carbono total contenido y que es la siguiente:

$$Ct = Ca + Cr (\text{ton ha} - 1) * Fc$$

Donde:

Ct = carbono total (ton ha⁻¹).

Ca=Carbono aéreo.

Cr= Carbono de raíces

Fc=Fracción de carbono total

Resultados

En el cuadro se observan los promedios de las variables dasométricas para las especies presentes en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, así como las existencias del número de árboles, área basal y distribución de volúmenes, biomasa y carbono por especie y unidad de superficie. Por otra parte, se estiman los límites de confianza de las variables extrapoladas a hectárea de las variables de interés.

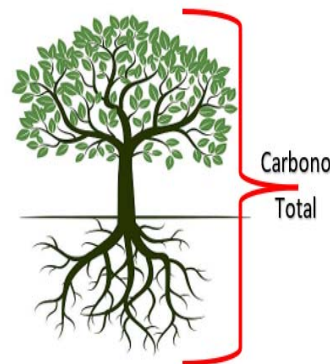
El volumen del predio es de 55.1442 m³ ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% las existencias pueden variar entre 64.6520 y 74.1594 m³ ha⁻¹.

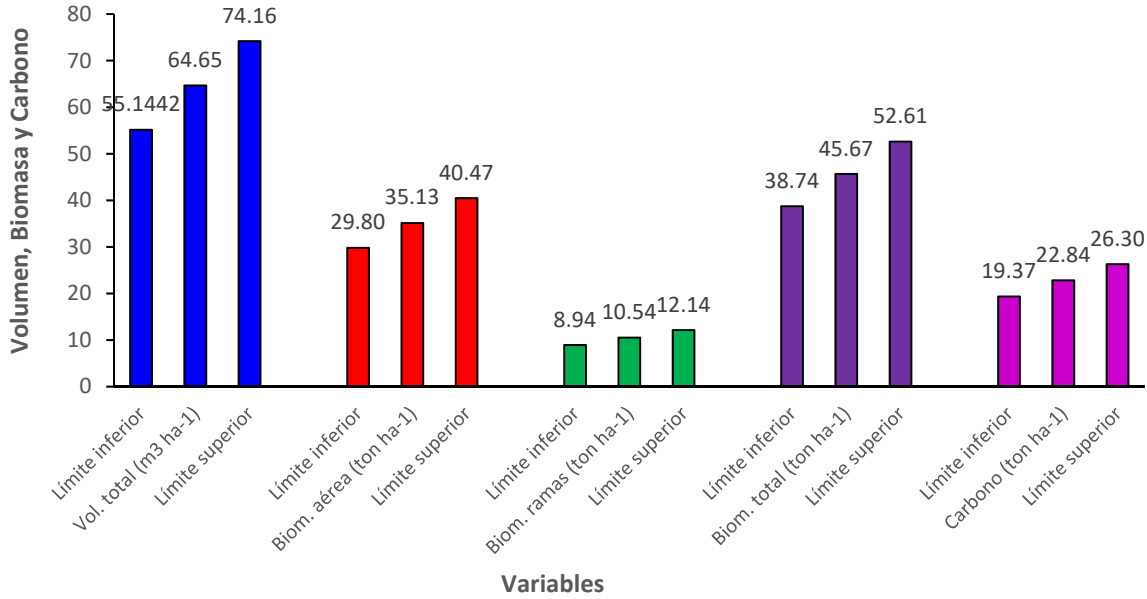
La biomasa aérea es de 35.1331 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 29.7987 y 40.4675 ton ha⁻¹.

La biomasa en raíces es de 10.5399 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 8.9396 y 12.1402 ton ha⁻¹.

La biomasa aérea total que se presenta en este predio tiene un promedio de 45.6730 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 38.7383 y 52.6078 ton ha⁻¹.

Por su parte, la fracción de carbono contenido, se estima en un promedio de 22.8365 ton ha⁻¹, pero, con una confiabilidad del 95% este contenido puede variar entre 19.3692 y 26.3039 ton ha⁻¹.

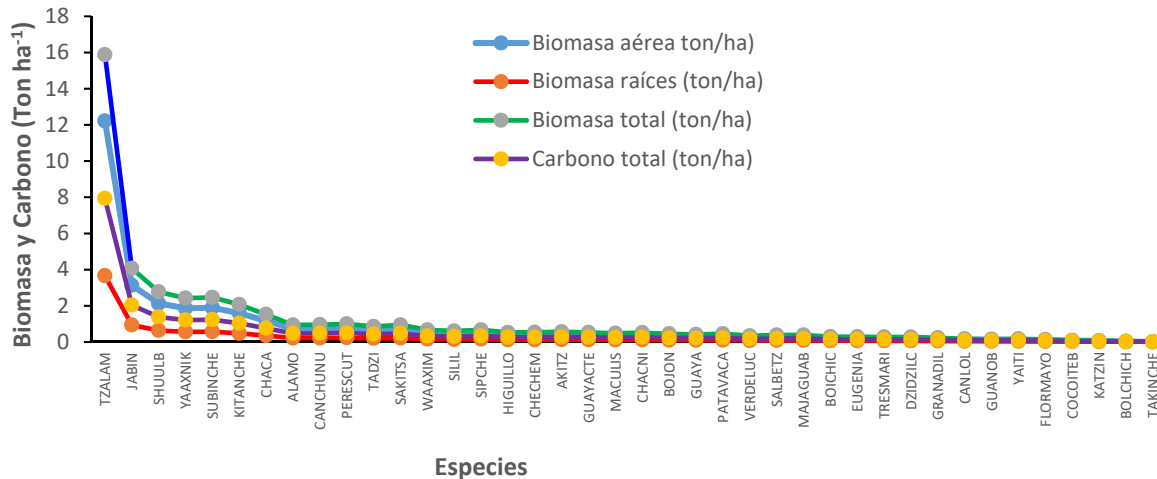




Volumen ($m^3 ha^{-1}$), Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Por todo lo anterior, dado que se tiene que el carbono almacenado durante estos últimos 32 años es de $22.84 ton ha^{-1}$, tomando en cuenta que en 1988 el huracán Gilberto dañó la zona norte del estado de Quintana Roo y en 1989 el gran incendio forestal arrasó completamente con toda la vegetación de la selva mediana subperennifolia existente en la zona. De esta forma, si se quiere estimar la tasa anual de captura de carbono por $ha año^{-1}$, la cantidad de carbono acumulado ($22.84 ton ha^{-1}$) en un periodo de 32, es de $0.714 ton ha^{-1} año^{-1}$.

De las 40 especies presentes en el área, 13 de ellas: Tzalam, Jabín, Shuul blanco, Ya'axnik, Subinché, Kitanché, Chaca, Álamo, Canchunup, Perescutz, Tadzí, Sakitsa y Waaxim concentran el 80.07 % del carbono almacenado, tal como se puede observar en la Figura siguiente.



Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en especies del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Escenarios de la captura de carbono

Comparación de los diferentes escenarios de la captura de carbono en 6.26 ha del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

ESCENARIO 1 (Sin cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales)	ESCENARIO2 (Con cambio de uso del Suelo de los Terrenos Forestales y sin medidas)	ESCENARIO3 (Cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales con Medidas de Mitigación) (6.26 ha + 0.48 ha)
4.470 (+)	4.470 (-)	4.812 (+)

Como se puede apreciar en el **primer escenario**, si no hay cambio de uso del suelo en los terrenos forestales en la superficie de 6.26 has, la captura de carbono seguirá dándose en forma natural en un promedio de 4.470 ton/año/6.26 has y por ha será de 0.714 Ton/ha/año, por lo que este escenario es positivo.

Para el **segundo escenario**, si se realiza el desmonte y no hay ninguna actividad que lo mitigue, entonces se estará perdiendo una captura anual de carbono de 4.470 ton/año /6.26 has y el escenario es negativo.

Para el **tercer escenario**, el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales en las 6.26 has con actividades de mitigación para la captura de carbono, en la que se contemplan la creación de áreas ajardinada con una superficie de 0.48 has, la propuesta de rescate de plantas por una cantidad de 400 individuos que van hacer reforestados en una superficie de 0.48 has (una distancia promedio de 3 X5 m) y como segunda propuesta, está la adquisición de un terreno de 200.62 has (de los cuales se compromete a la conservación de una superficie igual de 6.26 has) que se encuentra ubicado en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y que corresponde a una selva mediana subperennifolia y que su único objetivo es la conservación ecológica y que en total se tiene una captura total anual de carbono de 4.812 toneladas en las 6.74 has y su valor es positivo.

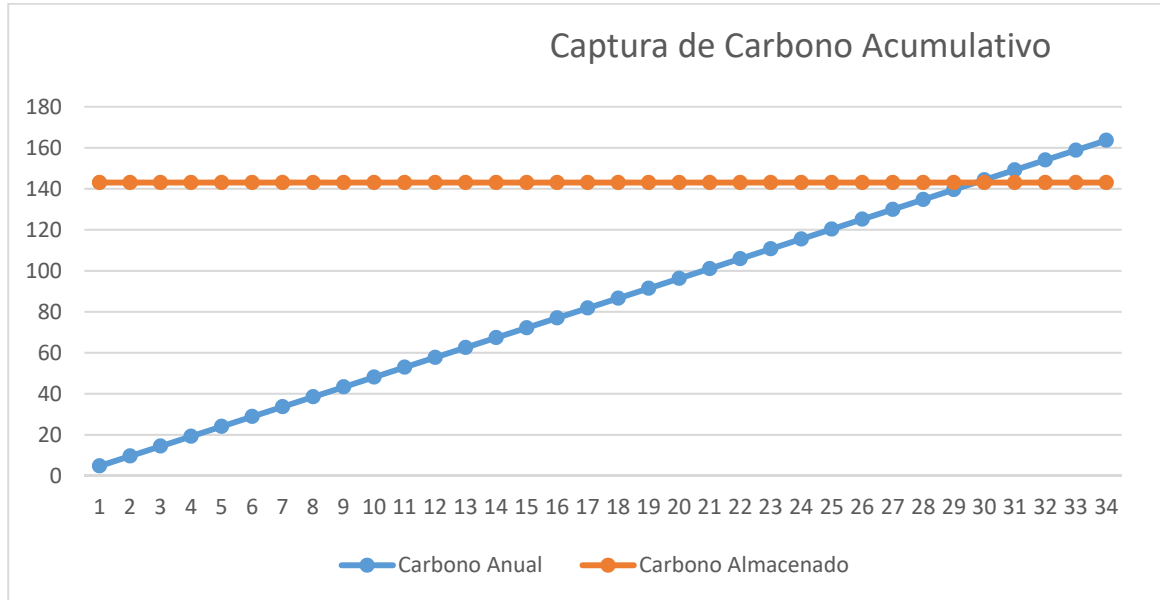
Diferentes escenarios del cambio de uso del suelo y captura de carbono.

Terrenos	Superficie (ha)	Captura anual de Carbono (ton ha ⁻¹)	Total de Carbono capturado (ton/año ⁻¹)
Área ajardinada	0.48	0.714	0.342
Predio La Esperanza-Limonos (200.06 has)*	6.26	0.714	4.470
Total			4.812

De las 200.06 has del predio, el promovente se compromete a cuidar y proteger una superficie de 6.26 has para la captura de carbono.

Conclusiones

Podemos decir que en las 6.26 ha propuestas para el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, se tiene almacenado un total de 143.04 ton de carbono (0.714 ton/ha/6.26 has/32 años) y con el cambio de uso del suelo se dejará de capturar en ellas un total de 4.470 ton año⁻¹ de carbono.



Por lo anterior y con estos compromisos de mitigación, se puede recuperar en un lapso de 30 años el carbono total que fue de 143.04 ton.

Para minimizar los efectos se habrán de aplicar las siguientes medidas de mitigación:

- El desplante del proyecto se deberá realizar dentro de las 6.26 Ha propuestas para el CUSTF y que han sido definidas de acuerdo a los planos arquitectónicos. Con la permanencia de 3.19 Ha de área naturales, se promoverá la captura de las emisiones de carbono.
- Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que el material producto del desmonte deberá ser triturado y composteado. Asimismo, en cuanto al consumo de alimento estos no deberán de ser preparados en el lugar, para ello se hará uso del comedor correspondiente dentro del área de trabajo. Además, en caso de utilizarse alguna fuente de gas se colocará un extractor de humos, y este deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.
- Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los materiales producto de desmonte, despalme, transporte de personal, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.

- De ser posible se dará preferencia a uso de vehículos que utilicen gas LP o natural como combustible debido a su menor concentración de CO₂. El gas LP es mayoritariamente metano, que es menos nocivo para la atmósfera que el combustible normal.
- Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del predio e instalaciones.
- Se deberá aplicar el Programa de rescate de flora nativa. Con esta medida se habrá de resguardar el germoplasma que contribuye en la captura de las emisiones de carbono.
- Se deberá establecer un vivero temporal donde se garantice la recuperación de las especies e individuos que sean rescatados y se alcance una sobrevivencia del 80%.
- Se deberá aplicar el Programa de Reforestación de aquellos espacios que así lo requieran, empleando todas los individuos y especies que hayan sido rescatadas dentro del predio.

La generación de oxígeno.

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de la fotosíntesis ellos absorben CO₂ y liberan O y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden "producir ni desechar" CO₂ ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación del carbono y del ciclo de Calvin. Sin embargo, para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO₂, por lo que también son fuentes de liberación de CO₂ en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO₂ y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven.

Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70% del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan el 30% restante. Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo, ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tienen más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos consumidores.

Por otra parte, se tiene que de acuerdo a datos proporcionados por el colegio Domingo Savio-Santa Rosa L P., las selvas liberan 6.26 toneladas de O₂ (oxígeno) por hectárea por año, por lo que, considerando estos datos, es innegable que el cambio de uso del suelo va a contribuir a la pérdida de la captura de O₂. Sin embargo, si se toma en cuenta que la superficie a desmontar no es una superficie netamente selvática y Si no que la vegetación existente en el lugar corresponde a una vegetación de Selva Mediana/vegetación secundaria entonces podemos considerar que la pérdida de O₂ por la superficie que representa (6.26 Ha) será de 41.75 toneladas por hectárea por año.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo no afectará la generación de O₂, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la pérdida de generación de O₂, no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por el desarrollo turístico de la Riviera Maya. Asimismo, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal

natural o de conservación del orden de los 3.19 Ha (28.50%) que quedará en pie formando parte del mismo. Adicionalmente, se debe citar que en la zona no existen fuentes fijas generadoras de contaminantes, por lo que las emisiones se reducen al tránsito de vehículos por las calles y carreteras de la región.

En resumen, se puede indicar que la construcción del proyecto en cuestión no afectará grandemente la producción de O₂ y que este efecto será mínimo, puntual y reversible, sobre todo con la ayuda de las actividades de reforestación planteadas por el proyecto dentro de la fracción del predio bajo estudio.

El amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales.

Durante el verano, en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados a inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán. Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h, con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular, para el estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Solidaridad ya que este se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán, el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona. Además, en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma en 2005, el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración, ya que se mantuvo prácticamente estacionado prácticamente 3 días.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países centroamericanos. No obstante, en el Estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos, debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando estos tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas donde no exista una población o infraestructura que pueda ser afectada. En todo caso, hacia las áreas cubiertas de vegetación natural, se habrán de ocasionar menores daños en términos

económicos. En todo caso, el medio terrestre contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del Proyecto, se considera que la remoción de vegetación forestal o de selva en una superficie de 6.26 Ha de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea será poco significativa para la mitigación de estos eventos. Lo anterior se sustenta en el hecho que de acuerdo con Jáuregui (1980) todos los huracanes y tormentas son de naturaleza destructiva y no existe barrera alguna que los pueda contener y que cuando han afectado la Entidad finalmente su recorrido se ha extendido al resto de los estados que conforman la Península de Yucatán e incluso la cruzan para salir a las aguas del Golfo de México y afectar de manera severa las costas no solo de nuestro país sino también de las de los Estados Unidos de Norteamérica.

De acuerdo con lo anterior, los huracanes son de naturaleza destructiva, aunque de acuerdo con Raynal Villaseñor (13), también aportan beneficios para el ser humano y el planeta como son:

- Lluvias para zonas que de otra forma morirían por las sequías.
- Fuerza del agua para limpiar ríos y arroyos.
- Posibilidad de recargar los acuíferos.
- Agua para llenar presas.
- Mantener equilibrio en el calor de los océanos
- Arrastrar nutrientes en el mar a zonas que lo necesitan

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del proyecto no provocará cambios en los factores climáticos que repercutan en la modificación de las manifestaciones de la atmosfera ya que estas pueden ser mucho más severas que cualquier alteración generada por el ser humano. Aunque se debe confirmar que por ser de carácter natural prontamente son asimiladas por los ecosistemas que hayan sido afectados.

La modulación o regulación climática.

Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la regulación de los factores climáticos extremos. Para la zona de la Riviera Maya (tramo Solidaridad – Puerto Morelos), los registros refieren que se ubica dentro de una zona de clima Aw1(x), mismo que se define como cálido subhúmedo. Dentro de este régimen y durante los meses de verano se llegan a alcanzar temperaturas extremas de hasta los 38 °C, razón por la cual las áreas naturales juegan un papel preponderante para minimizar los efectos de las altas temperaturas. Debido a que se requiere el desmonte de una superficie de 6.26 has para el establecimiento del Proyecto, el microclima de una zona cubierta por vegetación forestal promoverá la modificación de varios factores:

Incremento en la radiación solar. En la vegetación forestal, la densidad de la cubierta vegetal reduce el paso de la luz y el calor, situación que será modificada por el cambio de uso de suelo. Sin embargo, estos eventos tendrán menor impacto y repercusión de lo esperado debido a que la vegetación en mucho de los casos será sustituida por áreas ajardinadas con vegetación nativa.

¹³ <http://www.conacyt.gob.mx/comunicacion/Revista/198/Articulos/Huracanes/Huracanes02.htm>

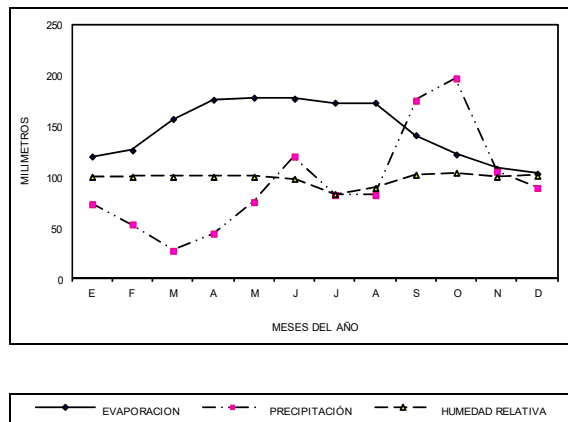
La disminución de las temperaturas máximas en verano: En los ecosistemas mejor conservados, la cubierta vegetal representado por un dosel arbóreo intercepta el paso de los rayos solares, atenúa la fuerza del viento y retarda la irradiación del calor del suelo. La transpiración de las plantas también resta calor al medio. Como en el caso anterior, se debería esperar que esta situación sea modificada por el cambio de uso de suelo para el desarrollo del proyecto, ya que el ecosistema presente y que se pretende afectar alcanza alturas de entre 8 y 10 m y se observa de forma homogénea.

La vegetación selvática reduce la fuerza del viento y, por lo tanto, disminuye la evaporación y su efecto desecador debido a los vientos secos. En estos ambientes, los árboles enfrentan unidos las inclemencias del clima, actuando en conjunto.

Con base en las consideraciones descritas y tomando en cuenta que el 90% de la superficie del municipio de Solidaridad a la que pertenece el proyecto se encuentra cubierto de vegetación característica de selva mediana, el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Además, y como se ha referido el conjunto de predios cuentan aún con amplias áreas de cobertura natural que atenúa el paso de los huracanes y la modulación o regulación climática en virtud a la gran capacidad de regeneración que tienen los ecosistemas tropicales.

En contrapartida a lo antes expuesto, se debe referir que en la zona existe la presencia de vientos de este y sureste, que han surcado a través de las aguas del mar Caribe, por lo que generan altos valores de humedad situación que contribuye a mitigar las altas temperaturas que pueden llegar a prevalecer en la zona. Por ello en un balance hídrico de la región se puede apreciar que durante los meses de primavera y verano existe evaporación mucho más alta, con un promedio de 178 mm, que los que se captan por medio de la precipitación pluvial, lo cual es ocasionado por las altas temperaturas que se presentan en la zona.

Para el final del verano y principio del otoño, en donde las lluvias se manifiestan en la región, se compensan de manera significativa los volúmenes de humedad perdidos por evaporación (un promedio de 120 mm), siendo ésta una contribución importante para la recarga del acuífero. Además, se puede observar que la humedad relativa media anual oscila alrededor del 94.4 %, misma que se mantiene casi constante a través del año, recibiendo además aportes de aire marítimo tropical provenientes del mar Caribe. En lo que se refiere a la humedad máxima y mínima extremas mensuales, éstas comprenden aproximadamente el 97% y el 60% respectivamente.



Valores de evaporación, humedad y humedad relativa en la zona costera de Quintana Roo.

Con base en las consideraciones anteriores, se observa que en la zona de interés aún se cuenta con grandes sectores cubiertos de vegetación de características selváticas, por lo que la modulación o regulación climática se encuentra mínimamente modificada y esta situación no variará dadas las dimensiones de los espacios que se habrán de transformar en andadores y edificaciones de distintas características. Además, también se señala que el aprovechamiento que propone el proyecto no pone en riesgo las condiciones climáticas puesto que la infraestructura por establecer es la mínima necesaria. Tanto más que el municipio se cuenta con amplísimas áreas que aún

cuentan con la cobertura de selva natural y que en conjunto refiere alrededor de 174,449.85 has (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Como en los casos anteriores, se puede indicar que la construcción del proyecto no provocará cambios en los factores climáticos que repercutan en el bienestar humano.

La protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.

Como se ha referido, el **Proyecto** se habrá de desplantar dentro de una superficie disponible de 11.19 Ha, de las cuales se pretende realizar el CUSTF en 6.26 Ha por ser terrenos que de acuerdo con los instrumentos de planeación (POEL del municipio de Solidaridad y PDU El Jesusito), son aptos para el desarrollo y la promoción de actividades habitacionales y que se cubren de una selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea. Asimismo, se deberá tener en cuenta que el proyecto contempla la conservación de 3.19 Ha de áreas verdes donde prevalecerá la cobertura natural de la selva mediana ya referida. Por lo que prevalecerán las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad de la región y se verán medianamente afectadas por el proyecto.

Asimismo, con la implementación de los Programas de Rescate de Flora y Fauna Silvestre, se establecerán lineamientos que evitarán el deterioro total del sitio. El hecho de rescatar especies con estatus incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, le permite al proyecto ofrecer la garantía de que la biodiversidad y germoplasma se habrá de preservar.

Además, y de acuerdo con los datos del inventario forestal y los muestreos realizados para la cuenca hidrológica forestal (SAR), en donde se han registrado la vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea, por lo que se reporta una diversidad de 72 especies distribuidas en 29 familias, 52 especies consideradas como árboles con una densidad de 1155 ind/ha, 11 como arbustivas con una densidad de 2214 ind/ha y 9 como herbáceas con una densidad de 13833 ind/ha.

Adicionalmente, se realizó el muestreo de la vegetación hacia el predio de interés, donde se refiere la distribución de 48 especies distribuidas en 24 familias de las cuales 32 corresponden al estrato arbóreo con 456 ind/ha, 8 como arbustivas con 478 ind/ha. y 8 herbáceas con 12500 ind/ha.

En este caso, se considera que la diversidad de la flora del inmueble de interés manifiesta una importante recuperación en su estructura, luego de las afectaciones históricas del paso de los distintos fenómenos hidrometeorológicos (Gilberto, 1988; Wilma, 2005, etc.), así como el desarrollo urbano (este último debidamente autorizado).

De acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro de los ecosistemas selváticos ubicados al norte de la ciudad de Playa del Carmen y el municipio de Solidaridad en lo general, mantienen una adecuada estructura horizontal y vertical del ecosistema y la diversidad que ello conlleva, puesto que los estudios realizados indica que prevalece un área cubierta por la selva mediana subperennifolia, así como variantes de la misma que presentan manifestaciones de la vegetación secundaria y que en conjunto dentro del municipio de Solidaridad, se alcanza una cobertura combinada de 203,464.44 Ha (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Con el propósito de estimar las afectaciones que el proyecto pudiera generar en el ecosistema predominante, se ha llevado a cabo la comparación en el valor del índice de diversidad donde se incluyen las especies arbóreas con un DAP igual y mayor a los 10 cm. Por lo que en la siguiente Tabla, se muestran los resultados encontrados.

Estrato arbóreo comparativa Shannon

Nombre común	Estrato arboreo Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
		Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	0.067	-3.907	-0.260	12	0.026
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	0.040	-4.650	-0.185	3	0.007	-7.248	-0.048
Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	7	0.015	-6.026	-0.092
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	2	0.004	-7.833	-0.034
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	0.033	-4.926	-0.162	12	0.026	-5.248	-0.138
Canlol	<i>Senna atomaria</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	0.087	-3.515	-0.307	30	0.066	-3.926	-0.258
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	0.012	-6.366	-0.077	3	0.007	-7.248	-0.048
Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	0.065	-3.945	-0.256	8	0.018	-5.833	-0.102
Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	13	0.011	-6.473	-0.073	2	0.004	-7.833	-0.034
Elemuy	<i>Mosanonna depressa</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	8	0.018	-5.833	-0.102
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	0.007	-7.174	-0.050				
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>					5	0.011	-6.511	-0.071
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	0.025	-5.316	-0.133	43	0.094	-3.407	-0.321
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	0.052	-4.267	-0.222				
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.014	-6.174	-0.086				
Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	0.003	-8.174	-0.028	2	0.004	-7.833	-0.034
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.009	-6.852	-0.059	17	0.037	-4.745	-0.177
Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	12	0.026	-5.248	-0.138
Naranja che	<i>Bonellia macrocarpa</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				

Estrato arboreo									
Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	5	0.011	-6.511	-0.071
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Ruda	<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Sak pich	<i>Senegalia polyphylla</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	0.111	-3.174	-0.352	35	0.077	-3.704	-0.284
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	105	0.091	-3.459	-0.314	2	0.004	-7.833	-0.034
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	7	0.015	-6.026	-0.092
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	20	0.044	-4.511	-0.198
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	0.046	-4.446	-0.204	12	0.026	-5.248	-0.138
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0.006	-7.366	-0.045	12	0.026	-5.248	-0.138
Tamay	<i>Casearia laetioides</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	0.086	-3.544	-0.304	135	0.296	-1.756	-0.520
Uchuche	<i>Diospyros salicifolia</i>	17	0.015	-6.086	-0.090				
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>					18	0.039	-4.663	-0.184
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	0.023	-5.419	-0.127	28	0.061	-4.026	-0.247
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	0.015	-6.086	-0.090	2	0.004	-7.833	-0.034
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.002	-9.174	-0.016				
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
		1155		H'=	-4.728	456	1.000	H'=	-3.913
				D. Max=	5.700			D. Max=	5.000
				J'=	-0.829			J'=	-0.783

Para el estrato arbóreo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, tanto para el SAR (unidad de análisis) como para el predio del proyecto, el resultado obtenido es de 4.72 y 3.91 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para ambos, y esto es entendible en virtud de que ambos reportan la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en proceso de recuperación. En cuanto a los datos de "J" sus valores para ambas se consideran altos con 0.829 y 0.783, lo que indica que las especies tienden a ser equitativas.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: el chechem (*Metopium brownei*) con el 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89, en tanto que para el predio del proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el son el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 54.45 seguido por el Jabin (*Piscidia piscipula*) con 23.58, y en tercer lugar, el ya'axnik (*Vitex gaumeri*) con 27.34, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente tabla se anotan los valores correspondientes para ambos predios.

Estrato arbustivo comparativa Shannon.

Nombre común	Nombre científico	CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
		Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255	89	0.186
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	286	0.129	-2.953	-0.381	60	0.126	-2.994	-0.376
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	768	0.347	-1.527	-0.530	30	0.063	-3.994	-0.251
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>					30	0.063	-3.994	-0.251
Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	30	0.063	-3.994	-0.251
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	60	0.126	-2.994	-0.376
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	89	0.040	-4.637	-0.186				
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	214	0.097	-3.371	-0.326	60	0.126	-2.994	-0.376
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255				
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	119	0.249	-2.006	-0.499
Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
		2214		H'=	-3.036	478	1.000	H'=	-2.830
				D.	3.459			D.	3.000
				Max=	3.459			Max=	3.000
				J'=	-0.878			J'=	-0.943

Asimismo, y para este estrato arbustivo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis los resultados de la prueba nos indican que presenta una alta diversidad (3.03), en tanto que para el predio del proyecto, presenta una baja diversidad (2.83) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre, y que de acuerdo a lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies para ambos predios y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas

son muy uniformes. En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.87 y 0.94. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: la eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y en tercer lugar el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia son: el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 56.01, seguido por el sakitsa (*Neomillspaughia emarginata*) con 50.06 y en tercer lugar el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) con 45.32, en general estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Estrato herbáceo comparativa Shannon.

Nombre común	Estrato herbáceo		CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
	Nombre científico	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	
Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	667	0.048	-4.374	-0.211					
Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>					278	0.022	-5.491	-0.122	
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	1389	0.111	-3.170	-0.352	
Chile de monte	<i>Capsicum annuum</i>					278	0.022	-5.491	-0.122	
Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274	1944	0.156	-2.685	-0.418	
Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3833	0.277	-1.852	-0.513	3333	0.267	-1.907	-0.508	
Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>					278	0.022	-5.491	-0.122	
Stizophyllum	<i>Stizophyllum riparium</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274					
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325					
Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368					
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	278	0.022	-5.491	-0.122	
Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368	4722	0.378	-1.404	-0.531	
		13833	1.000	H'=	-2.984	12500	1.000	H'=	-2.297	
				D.				D.		
				Max=	3.170			Max=	3.000	
				J'=	-0.941			J'=	-0.766	

En este estrato herbáceo, tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad, (2.98 y 2.29) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en ambos predios es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de "J" sus valores se consideran altos (0.94 y 0.76) respectivamente.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 67.26,

seguido por el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 54.19 y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron: el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 108.15, seguido por el sac ak (*Cydista potocina*) con 88.24 y en tercer lugar la paulinia (*Paulinia pinnata*) con 24.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.

Una consideración adicional, indica que para **la selva median subperennifolia conservada se ha estimado valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener para el estrato arbóreo del orden 4.0 para la selva antes del huracán Gilberto (Sánchez 1983) y de 3.8 para el mismo estrato después del paso de dicho fenómeno (Trejo, 2000). Para el caso, se han alcanzado valores muy similares a los reportados para la región.** De esta manera, la fase en la que se encuentra el ecosistema en la zona del proyecto conlleva una fuerte recuperación de diversidad florística en el estrato arbóreo.

En este caso, también se debe referir que en ambos ecosistemas (SAR e inmueble del proyecto) se distribuye prácticamente el mismo elenco de especies, considerando la relevancia de aquellas que más aportan al ecosistema como son: el el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 135 y 99, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con 128 y 35 ind/ha, y el silil (*Diospyros tetrasperma*) con 105 y 2 ind/ha

Algunas de las especies presentes en ambas localidades.

#	N. Común	N. Científico	SAR Ind/ha	Predio Ind/ha
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	12
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	3
3	Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	7
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	2
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	12
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>		3
7	Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	
8	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	30
9	Chacni	<i>Calypttranthes pallens</i>	14	3
10	Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	
11	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	8

#	N. Común	N. Científico	SAR lind/ha	Predio Ind/ha
12	Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3	
13	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	
14	Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	
15	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	13	2
16	Elemuy	<i>Mosanonna depressa</i>	9	
17	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	
18	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	2
19	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	8
20	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	
21	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>		2
22	Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	
23	Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	
24	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>		5
25	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	43
26	Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	
27	Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	
28	Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	
29	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	
30	Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	2
31	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	17
32	Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5	12
33	Naranja che	<i>Bonellia macrocarpa</i>	14	
34	Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	
35	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	5
36	Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	
37	Ruda	<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	
38	Sak pich	<i>Senegalia polyphylla</i>	3	
39	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>		3
40	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	35
41	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	105	2
42	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	7
43	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	9	20
44	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	12
45	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	12
46	Tamay	<i>Casearia laetioides</i>	9	
47	Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	
48	Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	
49	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	5	2
50	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	135
51	Uchuhe	<i>Diospyros salicifolia</i>	17	
52	Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	
53	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>		2

#	N. Común	N. Científico	SAR lind/ha	Predio Ind/ha
54	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>		18
55	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	28
56	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	2
57	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	
58	Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	
Total			1155	456

En este sentido, el desarrollo del proyecto no tendrá un efecto crítico sobre la diversidad de especies. Además de que se deberá propiciar su restablecimiento por lo que se contempla que el proyecto cuente con 3.27 Ha de áreas verdes que conservaran su cobertura natural de la selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea y se habrá de aplicar un programa de rescate de flora y otro de reforestación, lo que habrá de contribuir a lograr la conservación del germoplasma propio de los ecosistemas selváticos del norte de Quintana Roo.

Por otra parte, de acuerdo a los datos anteriores, se considera que la diversidad florística dentro de los ecosistemas selváticos ubicados a lo largo de la cuenca hidrológico forestal y el predio de interés mantienen una estrecha similitud, sin importar en algunas situaciones se haya perdido la estructura horizontal y vertical del ecosistema. Para poder determinar este parámetro, se ha aplicado el índice de similitud de Sorensen de acuerdo con el algoritmo que se expresa como:

$$I. \text{ Sorensen} = \frac{2C}{A + B} * 100$$

Donde:

C = especie presentes en ambos ecosistemas.

A = especies del ecosistema 1.

B = Especies del ecosistema 2.

En este caso, los valores indican que se registra una similitud del 69.04% entre los ecosistemas de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea del predio de interés y en relación a la cuenca hidrológico forestal. Por otra parte, y en el sentido general, se debe considerar que estos ecosistemas son correspondientes con distintas fases sucesionales la cual alcanza un poco más de 30 años y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005) así como los incendios generados en 1989 los cuales fueron identificado como un evento catastrófico que diezmó los ecosistemas de la zona norte del Estado.

Por otra parte, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto, se habrán **promover medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de flora y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.**

Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:

- Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del proyecto.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del proyecto

- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- En cuanto al personal que labore, en el proyecto quedará prohibida extraer de la zona del proyecto algún tipo de planta de ornato que pudiese encontrarse en el momento de realizar sus labores, así como de la fauna existente.
- Se Implementará un programa de rescate de la vegetación en las áreas de desmonte, dando atención a las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT -059-SEMARNAT-2010.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes y jardinadas del proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las obras de preparación del sitio, (a razón de 1 por cada 25 trabajadores),
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto, (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la flora).

En cuanto a la fauna, podemos que mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante década as, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del predio a continuación se presenta la tabla correspondiente a la fauna presente en ambos predios y del cual así se presenta en el siguiente análisis. **(anexo digital comparativa fauna).**

Tabla de especies comparativa de fauna Cuenca – predio.

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
Aves	Aguilla caminera	<i>Rupornis magnirostris</i>	1				X
	Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	5			X
	Bolsero de altamira	<i>I. gularis</i>	4				X
	Bolsero dominico	<i>I. dominicensis</i>	3				X
	Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	5	4			X
	Cabezón degollado	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	2				X
	Carpintero enano	<i>M. pygmaeus</i>	5	2			X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Carpintero frentiamarilla	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4				X
	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	5	8			X
	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	8	13			X
	Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	26			X
	Chotacabra zumbón	<i>Chordeiles minor</i>	2				X
	Coa	<i>T. caligatus</i>	1				X
	Coa cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	3	2			X
	Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5				X
	Cucu	<i>Piaya cayana</i>	2				X
	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	5			X
	Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	14				X
	Luis	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	8			X
	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	3				X
	Luis piquigrueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	5	3			X
	Mot mot	<i>Eumomota supersiliosa</i>	2				X
	Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	5	6			X
	Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3				X
	Parula nortea	<i>Parula americana</i>	2				X
	Pepe	<i>Psilorhinus morio</i>	6				X
	Perico frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	12		X		X
	Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	9	8	X		X
	Piranga roja	<i>Piranga rubra</i>	2				X
	Tirano	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5				X
	Tirano silvador	<i>T. couchi</i>	1	5			X
	Titira puerquito	<i>Tytira semifasciata</i>	1				X
	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	1				X
	Tordo ojo rojo	<i>Molothrus aeneus</i>	1				X
	Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	3	3			X
	Vireo yucateco	<i>Vireo magister</i>	2				X
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	7	20			X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	11				X
Subtotal			171	118			
Mamíferos	Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	4	3			X
	Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	3			X
	Murciélago	<i>A. intermedius</i>	2				X
	Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	3				X
	Murciélago frutero de cola corta	<i>Carollia sowelli</i>	1				X
	Murciélago perro mayor	<i>Peropteryx macrotis</i>	1				X
	Rata arrocera	<i>Oryzomys couesi</i>	2				X
	Ratón yucateco	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	3	4			X
	Tejón, coati, pizote	<i>Nasua narica</i>	6	10			X
	Tlacuache	<i>D. marsupialis</i>	2	3			X
	Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	2				X
	Venado	<i>Mazama temama</i>		1			X
	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	2			X
	Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	1				X
	Subtotal			31	26		
Reptiles	Ameiva arcoíris	<i>Holcosus undulatus</i>	3				X
	Bejuquillo verde	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	1			X
	Chipojo	<i>Anolis sagrei</i>	2				X
	Chipojo	<i>Anolis sericeus</i>	6				X
	Cuija, besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	6				X
	Culebra corredora	<i>Masticophis mentovarius</i>	1				X
	Culebra lagartijera común	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1				X
	Culebra rayada yucateca	<i>Coniophanes schmidtii</i>	1				X
	Eslizón listado del sureste	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	2				X
	Iguana rallada, garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>	9	4	X		X
	Nauyaca real	<i>Bothrops asper</i>	2				X
	Oxcan, boa	<i>Boa imperator</i>	2	1	X		X
	Pochitoque	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2		X		X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Ranera oliva	<i>Leptophis mexicanus</i>	5	2	X		X
	Roño	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3				X
	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	5			X
	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2		X		X
	Subtotal		52	13			
Anfibios	Rana arborícola	<i>Smilisca baudinii</i>	3	4			X
	Rana arborícola trompuda	<i>Scinax staufferi</i>	2				X
	Rana lechosa	<i>Trachycephalus venulosa</i>	1				X
	Ranita de hojarasca	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	7	3			X
	Sapo costero	<i>Incillius valliceps</i>	2				X
	Sapo marino	<i>Rhinella marina</i>	1	1			X
	Subtotal		16	8			
Total		270	165				

Del total de las especies presentes (74), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo mayor misma presencia en el área de la cuenca (unidad de análisis) con un total de 171 individuos, en tanto que en el predio se observan 118 y se comparten 29. Para los mamíferos presentes en la unidad de análisis (SAR) se observaron 31 y en el predio del proyecto son 26, y del mismo modo se comparten 7, así también para los reptiles solo se reportan 52 para la unidad de análisis y 13 para el predio del proyecto y de igual forma se comparten 5, Para el caso de los anfibios se reportan 16 para la unidad de análisis y 8 para el predio del proyecto y se comparten 3.

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que la unidad de análisis y el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde la fauna puede desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Sitios de anidación de aves, refugio, alimentación y reproducciones de las especies residentes, en riesgo, endémicas y migratorias.

Durante los trabajos de muestreo del predio del proyecto no se registraron sitios particulares o zonas de anidación, refugio y alimentación de individuos de una especie o de varias especies de aves. Por otra parte, la vegetación ofrece alimento a las especies de fauna (frutos, semillas, insectos, néctar, etc. Pero, tampoco se ha detectado alguna zona o sitio en el área del proyecto o en Ciudad Mayakoba que sobresalga por estos eventos. En todo caso se ha observado que las especies de fauna se alimentan, se refugian y anidan en todo el predio.

Patrones de distribución de las especies de mamíferos, reptiles, anfibios y aves predio.

No hay un estudio sobre los patrones de distribución de las especies vertebradas en el predio del proyecto. La fauna registrada en la zona tiene hábitos preferentemente silvestres. Es decir, la mayoría habita en la selva de la zona, pocas especies se acercan a las zonas urbanizadas. P ej. la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*), el abaniquillo pardo (*Anolis sagrei*), etc.

En este sentido Ciudad Mayakoba colinda al sur con algunas colonias de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, colonias; la Guadalupana, El Peten, con los Fraccionamientos El Cantil, Playa del Sol, Sacbe y más al oeste Cristo Rey. Al norte del proyecto aún se mantiene una sección con vegetación nativa así, como al noreste dentro de ciudad Mayakoba estos sitios naturalmente son donde la fauna se desplazará o transitará una vez que inicien las actividades autorizadas. Las medidas de mitigación y compensación que se pretende seguir para no afectar a la fauna en el proyecto Corazón ciudad Mayakoba derivado de las actividades autorizadas se presentan en el capítulo correspondiente garantizando su aplicación.

Análisis de diversidad e IVI

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.22 y 1.40, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.86 y 0.88 respectivamente.

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis (SAR) se puede ver. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75 seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75 y en tercer lugar la rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*) con 12.50. En tanto que para el predio del proyecto se puede ver a la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 50 seguida por la y ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 37.50, finalmente el Sapo marino (*Rhinella marina*) con 12.50.

Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el resultado es de 2.03, considerándose como poco diverso, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a

cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad “J” nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.92 y 0.87, por otra parte, la promovente aplicará un programa de rescate y reubicación.

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que, de las tres especies encontradas en la unidad de análisis (SAR), la mayor abundancia la registra el a la iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) cuya especie es la más abundante con un valor de 17.33 en comparación con la cuija, besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el chipoyo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente. en tanto que para el predio del proyecto se puede ver al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 38.46, en comparación la Iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) que presenta un 30.76 y la ranera oliva (*Leptophis mexicanus*) con 15.38 respectivamente.

Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de aves, tanto para el predio de la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto esta se considera como de alta diversidad presentando 4.90 y 3.48 respectivamente, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de “J” para ambos predios se considera alto, (0.93 y 0.89), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a las aves se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) las tres especies con más alto valor son. valor la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18 seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el zopilote (*Coragyps atratus*), con 6.43, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más alto valor son: la Chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 22.03, seguido por el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 16.94 y en tercer lugar se ubican la Chachalaca (*Ortalis vetula*) con 11.01 entre otros.

Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de mamíferos para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el resultado es de 2.49, por otra parte, hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94 y 0.88, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67 en tanto que para el predio del proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el Tejón (*Nasua narica*) con el 48.48, seguido por el Tlacuache (*Didelphis marsupialis*), y el raton yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) con 12.12 y en tercer lugar la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y el cereque (*Dasyprocta punctata*) con 9.09. Algunas de estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegando a ser una molestia como es el caso del Tejón (*Nasua narica*).

De manera complementaria, para el caso de la distribución de la fauna silvestre también se ha aplicado el índice de similitud de Sorensen de acuerdo con el algoritmo antes expresado:

$$I. Sorensen = \frac{2C}{A + B} * 100$$

En este caso, los valores indican que para el grupo de los anfibios se registra una similitud del 66.66%, para el grupo de los reptiles es de 45.45%, para el grupo de las aves es del 56.60 y para el grupo de los mamíferos es de 70%, entre la composición faunística registrada para los ecosistemas de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea del predio de interés. Por otra parte, y en el sentido general, se debe considerar que estos ecosistemas son correspondientes con distintas fases sucesionales la cual alcanza un poco más de 30 años y que se ha referido los efectos corresponden con el paso del Huracán Gilberto (1988) y Wilma (2005) así como los incendios generados en 1989 los cuales fueron identificado como un evento catastrófico que diezmó los ecosistemas de la zona norte del Estado. Además, se debe señalar que toda esta zona se encuentra influenciada por la ciudad de Playa del Carmen al suroeste y la carretera federal 307 Reforma Agraria Puerto Juárez que es el principal medio de comunicación terrestre en la región.

En relación a la fauna silvestre, se debe considerar que a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso de suelo para el desarrollo del Proyecto. Por lo que de manera contrastante se debe señalar que un alto porcentaje de las especies identificadas suele convivir muy cerca del ser humano como son el zanate (*Quiscalus mexicanus*), ceniztonle (*Mimus gilvus*) la ardilla (*Sciurus yucatanensis*), tlacuache (*Didelphis marsupialis*). Además, se **promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas no se vea afectados de manera dolosa, lo que incluye la aplicación del programa de rescate de fauna y de restauración de aquellos espacios con tendencia a un mayor grado de deterioro.**

Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:

- Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del proyecto.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del proyecto
- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- En cuanto al personal que labore, en el proyecto quedará prohibida extraer de la zona del proyecto algún tipo de planta de ornato que pudiese encontrarse en el momento de realizar sus labores, así como de la fauna existente.
- Se Implementará un programa de rescate de la vegetación en las áreas de desmonte, dando atención a las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT -059-SEMARNAT-2010, así como un programa de ahuyentación y en su caso el rescate de especies de fauna.

- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes y jardinadas del proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las obras de preparación del sitio, (a razón de 1 por cada 25 trabajadores),
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto, así como de molestar y/o capturar a la fauna. (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la fauna).

La protección y recuperación de suelos

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del área sujeta a cambio de uso de suelo (6.26 has), tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento natural o inducido, el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o desarrollos comerciales y/o en su caso se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación por estas acciones, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Como bien lo indican los resultados estimados para el proyecto (apartado sobre la erosión del suelo), los valores de erosión para los diferentes estados en los que se encontrará el predio a lo largo del proyecto y en este se presentan las tasas de erosión durante las diferentes etapas del proyecto en lo que corresponde a la condición actual y después del desmonte, ya que existe la vegetación como un obstáculo para que la lluvia o el viento ejerza una fuerza erosiva importante en el predio.

Con base a lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año es de 0.142 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0142 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo). Esta condición natural es clara y coherente, debido que, en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.

Como se puede observar, en caso **de llevarse a cabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 1.42 t/ha*año** en el área del proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.1421 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se

llegará a presentar como producto del CUSTF no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año. Por lo tanto, en ningún momento estará provocando la degradación del suelo de la región.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio por hectárea y área de CUSTF.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	0.1421	0.8905
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	14.2129	89.0494
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	1.4213	8.9049

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo sería en una tasa de 8.9049 t/ año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo por motivo de CUSTF en la región.

Para poder visualizar la pérdida neta (diferencia neta entre erosión potencial y la erosión natural) del suelo por motivo de CUSTF y a mitigar se presenta lo siguiente:

Pérdida neta del suelo por motivo del CUSTF y volumen a mitigar.

ESCENARIO	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)	
DIFERENCIA NETA DE PERDIDA DE SUELO	14.0708	88.1589	A MITIGAR

Asimismo, en la tabla anterior se puede observar que en el área pretendida para el CUSTF se espera una pérdida neta de suelo en un volumen de 88.1589 toneladas*año ($89.0494 - 0.8905 = 88.1589$ t/6.26 ha*año) y este será el volumen a MITIGAR para que el proyecto sea sostenible y viable ambientalmente.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (6.26 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.4213 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas

de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 134.41 ton/año de suelo (Leptosol Lítico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el área del proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES	PREVENCIÓN DE LA PÉRDIDA POTENCIAL ANUAL DEL SUELO			
	t/ha*año	t/6.26 ha*año	t/3.19 ha*año	t/9.46 ha*año
RECUPERACIÓN DEL SUELO EN ÁREAS DE CUSTF Y REUBICACIÓN EN ÁREAS REFORESTACIÓN (MITIGACION)	14.2129	89.05		
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	14.2129		45.36	134.41

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (6.26 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.3003 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 62.8325 toneladas*año de suelo (Leptosol Réndzico-Lítico) para la superficie conjunta que se distribuye en el predio bajo estudio.

Es claro que en condiciones naturales se puede dar un proceso de arrastre y pérdida de suelos, sin embargo, al realizar el proyecto se puede dar un incremento de esta pérdida en las primeras etapas, sin embargo, con la aplicación de medidas tendientes a reducir estos efectos, se reduce completamente es pérdida de suelos. Por lo que para garantizar que no se provocará la erosión de los mismos en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que en este caso es de 6.26 has, **por lo que se proponen acciones tales como:**

- Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto. Estos trabajos se realizarán en talleres establecidos para tal fin.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo, contaminándolo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para uso obligatorio de los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo. (a razón de 1 por cada 25 trabajadores).
- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.
- Los residuos sólidos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán manejados por empresas particulares contratadas para tal fin.
- Los residuos sólidos producto de la etapa de preparación del sitio que se genere por los trabajadores como papel, bolsas de plástico, latería, pet etc., serán colectados y transportados fuera del área del proyecto, éstos se depositarán en los centros de acopio municipales o en los lugares que para tal fin designen las autoridades.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto.

Paisaje.

El paisaje es otro de los componentes de los servicios ambientales que pudiera sufrir cierta alteración, en especial durante el período de desmonte y construcción de las edificaciones. Sin embargo, con el desarrollo del Proyecto, la estructura podrá tener un crecimiento ordenado lo que ha estado previsto a través del PPDU El Jesusito y del POEL del municipio de Solidaridad. De esta manera, el sitio en un contexto general quedará insertado como un nuevo escenario, con cualidades propias para la dotación de bienes y servicios a la comunidad, lo cual se considera necesario para poder acrecentar los efectos positivos que se darán sobre el entorno social como resultado de la realización del proyecto.

Desde el punto de vista recreacional, se debe referir que las condiciones de la vegetación son del todo aptas para el desarrollo del proyecto que tendrá fines habitacionales, ya que se ubican predominantemente dentro de la categoría de selva mediana y habrán de constituirse como un área de contemplación e inspiración de la naturaleza enfocado a usuarios que habrán de escoger estos espacios permitiéndoles convivir de manera respetuosa y muy cercana a la naturaleza.

Metodología para la evaluación de la calidad y fragilidad visual.

Para esta valoración se proponen dos métodos de evaluación de la calidad paisajística o visual que corresponden con la propuesta del Bureau of Land Management (BLM, 1980) de Estados

Unidos para la valoración de la calidad visual. Así como la valoración de la fragilidad en su complemento por la determinación de la capacidad de absorción según la metodología propuesta por Yoemans (1986). En el primer caso se pondera las características visuales básicas del plano inmediato y del plano de fondo y para cada componente de la calidad visual se asigna un puntaje según la realidad escénica. La suma total de dichos puntajes determina la calidad visual. Luego se asocia este resultado conceptual al estudio de la fragilidad visual mediante la cuantificación de la Capacidad de Absorción Visual.

Evaluación de la calidad visual

El BLM (op cit) propone la evaluación de la calidad del paisaje según una calificación en tres clases de la calidad visual, las clases propuestas para la calidad visual se presentan en la Tabla siguiente:

Clases de calidad visual.		
CLASE	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes	19 al 33
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales	12-18
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, Línea y textura.	0-11

En este marco se evalúa la calidad visual para cada una de las unidades homogéneas de forma de poder interpretar en un resultado las características intrínsecas de base.

Evaluación de la calidad del paisaje.				
PLA NO	COMPONEN TE VALORADO	CALIDAD VISUAL		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Segundo plano	Relieve	Muy montañoso. Existencia de rasgos singulares 5	Formas erosivas interesantes existencia de rasgos interesantes 3	Fondos planos, con suaves colinas. Inexistencia de particularidades. 1
	Vegetación	Gran variedad, grandes contrastes. 5	Alguna variedad, pocos contrastes. 3	Poca a ninguna variedad, no existencias de contrastes. 1
Segundo plano	Cuerpos de agua	Dominancia del paisaje, aparición clara y limpia, aguas blancas o espejos en reposo. 5	No dominancia, aguas en reposo o en movimiento. 3	Ausencia o existencias inapreciable. 0

	Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca y agua 5	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca, vegetación, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste; colores homogéneos. 1
	Rareza	Único o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna o vegetación excepcional. 6	El paisaje es característico, aunque similares a otros en la región. 2	El paisaje es común. 1
	Intervenciones humanas	Libre de actuaciones humanas estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. 3	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. 1	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad escénica. 0
Tercer plano	Horizonte visual	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. 5	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. 3	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad visual del conjunto. 0
	TOTALES	5	9	1
		CALIFICACIÓN PARA EL PAISAJE EN EL ENTORNO DEL PROYECTO		15

Adaptado del Bureau of Land Management de Estados Unidos.

De acuerdo con la valoración, la zona de interés se ubica dentro de una Clase B, es decir, se considera una Área de calidad media y cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales.

Evaluación de la fragilidad visual.

Conjuntamente a la evaluación de la calidad, se asocia la determinación de la fragilidad visual de los puntos de observación, esto es, se trata de cuantificar la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se introduce una nueva actividad en el horizonte.

Una propuesta habitual es la determinación de su inverso, la capacidad de absorción, que se determina siguiendo la metodología ampliamente aceptada propuesta por Yoemans (1986). La valoración se realiza a través de factores de los medios físico y biótico, los que se cualifican y combinan en la siguiente expresión:

$$CAV = P * (E+R+D+C+V)$$

Donde:

P = Pendiente.

E = Erosionabilidad capacidad de regeneración de la vegetación.

D = Diversidad de la vegetación.

C = Contraste de color de suelo roca.

V = Contraste suelo vegetación.

Para la evaluación de este parámetro se opta por realizar una evaluación conjunta del área en estudio, por considerar que las variables E, R, D y V poseen valores similares en cada unidad y el estudio independiente genera la predisposición de interpretar las pequeñas diferencias en los resultados en tanto se evalúa primariamente que es posible encontrar un resultado global que represente a toda el área. En este marco, la escala de referencia para la evaluación se muestra en la Tabla siguiente.

Escala de referencia para la estimación de la CAV.	
NOMINAL	NUMÉRICO
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	> 30

Además, la valoración de atributos se muestra en la Tabla siguiente.

Valoración de atributos de la CAV			
FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJE	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
Erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada de riesgo alto 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
Capacidad de regeneración de la vegetación	Potencial de regeneración bajo	Bajo	1
	Potencial de regeneración moderado	Moderado	2
	Potencial de regeneración alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales. prados y matorrales	Bajo	1
	Islas y bosque de galería, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
	Contraste visual bajo	Bajo	1

Valoración de atributos de la CAV			
FACTOR	CONDICIONES	PUNTAJE	
		NOMINAL	NÚMÉRICO
Contrastes de color suelo-vegetación(V)	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Contraste de color de suelo-roca	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3
Calificación para el paisaje en el entorno del proyecto		CAV	16

Yeomans 1988

Valoración:

$$CAV = 3 * (3+3+3+2+2) = 39$$

Los resultados de la valoración de la fragilidad visual del Proyecto, corresponden con una capacidad de absorción alta. Con esta base, la realización del proyecto se considera ambientalmente viable, siempre y cuando se ejecuten las disposiciones manifestadas en las medidas de mitigación expresadas en el presente estudio y de aquellos resultantes en materia de impacto ambiental. Así también deberá contemplarse la importancia de la zona como área prioritaria para la regulación del crecimiento urbano del municipio y para la conservación de los recursos naturales.

En resumen, se puede observar que los impactos sobre el medio que generará este proyecto son moderados para la zona en que éste se realizará. A lo cual coadyuvará enormemente al cumplimiento y apego a las medidas de mitigación y prevención de impactos, así como a la reglamentación y normatividad oficial existente.

Justificación del proyecto.

Si bien invariablemente todos los servicios ambientales que generan los ecosistemas en su estado natural son invaluable y de gran relevancia, debe tomarse en consideración que en el inmueble de interés la vegetación predominante ha sido previamente alterada por fenómenos hidrometeorológicos e incendios (1989), razón por la cual presentan características secundarias. Por ello, al final se tiene como una de las justificantes para el desarrollo del proyecto el hecho de que el predio se ubica dentro de la zona donde aún prevalecen características naturales, aunque la misma está destinada al desarrollo habitacional de acuerdo a los lineamientos establecidos en el PPDU El Jesusito y el POEL del municipio de Solidaridad.

Por lo tanto, la aplicación de estos instrumentos de planeación son el argumento principal que da validez al aprovechamiento para los fines señalados del inmueble de interés. Por lo que de nueva cuenta se refiere que se realizará el aprovechamiento de 6.26 Ha. Por otra parte, se habrá de destinar a la conservación una superficie de 3.19 Ha que necesariamente deberán conservar su cobertura natural actual.

ANÁLISIS QUE DEMUESTREN QUE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ECOSISTEMAS QUE SE VERÁN AFECTADOS POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO SE MANTENGA,

El predio del proyecto se ubica en la Cuenca 32A (Quintana Roo) y en específico la zona que comprende la porción norte (subcuenca “d”).

La cobertura vegetal del espacio que ocupa el proyecto está representada, por selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, con un número aproximado de 48 especies distribuidas en 24 familias en los tres estratos con alturas que van de los 8 a los 10 m y un volumen total promedio por hectárea de 59.66 m³ vta/ha con diferentes grados de perturbación, que van desde las actividades de efecto de borde, acumulación de basura hasta los impactos de los huracanes en la zona.

En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 40 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 48 especies distribuidas en 24 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la Guaya (*Melicoccus oliviformis*), el tres marías (*Esenbeckia pentaphylla*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el Chaca (*Bursera simaruba*), el Jabin (*Piscidia piscipula*), Ya´axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que esta asociación vegetal de acuerdo a la normatividad vigente sigue siendo una vegetación forestal con grado de selva mediana. Asimismo, considerando el grado de afectación actual del ecosistema y la necesidad de desarrollar un proyecto de infraestructura habitacional cumple con los criterios y disposiciones de la normatividad aplicable, es que la empresa promovente somete a la consideración de esta Secretaría el presente proyecto de Cambio de Uso de Suelo en una superficie de 6.26 has, con un plazo de ejecución de 10 años.

El proyecto considera un desplante total de 6.26 has de selva mediana como afectación de la selva del conjunto de predios y 3.19 hectáreas del total de la superficie de los mismos quedará como área verde o conservación, así también se aplicará un programa de rescate y reubicación y un programa de ahuyentamiento y en su caso el rescate de fauna. Así también se aplicarán las medidas de prevención y mitigación correspondiente a la etapa de preparación del sitio en lo referente al suelo, al agua, a la flora y a la fauna.

Por otra parte, el predio, se encuentra dentro de los planes y programas de desarrollo emitidos por los diferentes órganos de Gobierno estatal y municipal, tal es el caso del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 25 de mayo del 2009 (POELMS).

Así también El 10 de marzo de 2016 se publicó en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el Acuerdo mediante el cual se aprueba la actualización del Programa Parcial del Desarrollo Urbano el Jesusito (PPDUJ).

En general, el establecimiento de cualquier tipo de obra, requiere del cambio del uso del suelo y entre los factores que han provocado este tipo de cambios destaca, sin duda alguna, la apertura de áreas de vegetación natural para rellenar y nivelar áreas que dan paso al establecimiento de otros proyectos que sirven de complemento a la infraestructura turística requerida. Aun cuando la

cobertura vegetal del predio está representada por selva mediana/vegetación secundaria arbórea con diferentes grado de perturbación no solo por los pasados acontecimientos climáticos, sino por la presión al cual está sometida al colindar con otros desarrollos del macroproyecto y la carretera federal además, la afectación será de 6.26 has de un total de 11.21 con que cuenta el conjunto de predios así también aunado a la implementación de diversas medidas de mitigación, entre otras características, harán del proyecto un ejemplo innovador en el desarrollo de infraestructura en ciudad mayakoba.

Así también se hace referencia a lo señalado en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable de fecha 5 de junio de 2018 y su modificación del 26 de abril de 2021 en el Diario Oficial de la Federación el que a la letra dice:

*La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, **los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitíguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.***

En relación a la biodiversidad (flora y fauna)

Durante los recorridos realizados a lo largo de la carretera federal No. 307 tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos, pasando por los grandes desarrollos turísticos a ambos lados de la carretera federal se observa que la vegetación natural ha sido transformada acorde a las necesidades de requerimiento y servicios que demanda la zona turística y el incremento de la población, es por esta razón que la vegetación original de selva que reportan los distintos autores para el tramo, se ha venido reemplazando por diferentes asociaciones vegetales a causa de las diferentes acciones como es el desmonte de áreas para el establecimiento de nuevos proyectos y efecto de orilla principalmente.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968).

Composición florística

Tal es el caso para este conjunto de predios en particular donde actualmente se ubicará el proyecto, de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas, este tipo de vegetación cubre el 88.67% de la totalidad del conjunto de predios y corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades a través de los años como la agropecuaria. Misma que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada en

proceso de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del chicozapote (*Manilkara zapota*). Por otra parte, la superficie que se afectara para el establecimiento del proyecto es de 6.26 hectáreas.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo se ha aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968)

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 40 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), y el Jabin (*Piscidia piscipula*), entre otros, así también el Chacá (*Bursera simaruba*), Alamo (*Ficus cotinifolia*), Chechem (*Metopium brownei*), y además de la poca presencia del maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.

Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m en proceso de recuperación. En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 40 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 48 especies distribuidas en 24 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la Guaya (*Melicoccus oliviformis*), el tres marías (*Esenbeckia pentaphylla*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el Chaca (*Bursera simaruba*), el Jabin (*Piscidia piscipula*), Ya'axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

La toma de datos de campo se realizó del 08 al 10 de abril de 2022, de acuerdo a las características de la asociación vegetal presente, es decir, para la vegetación de selva mediana subperennifolia presente en el área del predio del proyecto, se levantaron 8 sitios circulares de 500 m² cada uno distribuidos en 3 líneas de muestreo. Esto dividido de la siguiente manera:

Para tal fin se utilizó un muestreo sistemático aplicando la técnica de muestreo por sitios circulares concéntricos con diferentes superficies (todos dentro de un mismo círculo) el cual suman una superficie total de 500 m², es decir para el arbolado de 10 cm en adelante se utilizó el círculo con un radio de 12.62 m a partir del centro dando una total de 500 m², para el arbolado entre 5 y 9.9 cm de diámetro se utilizó un círculo con un radio de 3 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 28.27 m² y para la regeneración que va desde nivel de suelo hasta los 4.9 cm de diámetro se utilizó un círculo de 1 m a partir del centro teniendo una superficie de muestreo de 3. m².m (**Anexo digital datos del predio**).

Aspectos comparativos de la composición florística.

Estrato arbóreo comparativa Shannon

Estrato arboreo		SAR				PREDIO DE INTERÉS			
Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	77	0.067	-3.907	-0.260	12	0.026	-5.248	-0.138
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	46	0.040	-4.650	-0.185	3	0.007	-7.248	-0.048
Bojom	<i>Cordia gerascanthus</i>	6	0.005	-7.589	-0.039	7	0.015	-6.026	-0.092
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	2	0.004	-7.833	-0.034
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	38	0.033	-4.926	-0.162	12	0.026	-5.248	-0.138
Canlol	<i>Senna atomaria</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Caracolillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	101	0.087	-3.515	-0.307	30	0.066	-3.926	-0.258
Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	14	0.012	-6.366	-0.077	3	0.007	-7.248	-0.048
Chacte viga	<i>Caesalpinia violacea</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	75	0.065	-3.945	-0.256	8	0.018	-5.833	-0.102
Chechen blanco	<i>Sebastiania adenphora</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Ciricote	<i>Cordia dodecandra</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	13	0.011	-6.473	-0.073	2	0.004	-7.833	-0.034
Elemuy	<i>Mosanonna depressa</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.001	-10.174	-0.009				
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	18	0.016	-6.004	-0.094	8	0.018	-5.833	-0.102
Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Guayancox	<i>Exothea diphylla</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Higo	<i>Ficus maxima</i>	8	0.007	-7.174	-0.050				
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>					5	0.011	-6.511	-0.071
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	29	0.025	-5.316	-0.133	43	0.094	-3.407	-0.321
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Kanazin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	60	0.052	-4.267	-0.222				
Kaniste	<i>Pouteria campechiana</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	16	0.014	-6.174	-0.086				
Katzin	<i>Acacia riparia</i>	4	0.003	-8.174	-0.028	2	0.004	-7.833	-0.034
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10	0.009	-6.852	-0.059	17	0.037	-4.745	-0.177
Maculis amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	12	0.026	-5.248	-0.138
Naranja che	<i>Bonellia macrocarpa</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				

Estrato arboreo		PREDIO DE INTERÉS							
Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Palo sol	<i>Blomia cupanioides</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	5	0.011	-6.511	-0.071
Roble	<i>Ehretia tinifolia</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Ruda	<i>Diphysa carthagenensis</i>	14	0.012	-6.366	-0.077				
Sak pich	<i>Senegalia polyphylla</i>	3	0.003	-8.589	-0.022				
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>					3	0.007	-7.248	-0.048
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	128	0.111	-3.174	-0.352	35	0.077	-3.704	-0.284
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	105	0.091	-3.459	-0.314	2	0.004	-7.833	-0.034
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	8	0.007	-7.174	-0.050	7	0.015	-6.026	-0.092
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	9	0.008	-7.004	-0.055	20	0.044	-4.511	-0.198
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	53	0.046	-4.446	-0.204	12	0.026	-5.248	-0.138
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	7	0.006	-7.366	-0.045	12	0.026	-5.248	-0.138
Tamay	<i>Casearia laetioides</i>	9	0.008	-7.004	-0.055				
Tastab	<i>Guettarda combsii</i>	7	0.006	-7.366	-0.045				
Tojyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	5	0.004	-7.852	-0.034	2	0.004	-7.833	-0.034
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	99	0.086	-3.544	-0.304	135	0.296	-1.756	-0.520
Uchuche	<i>Diospyros salicifolia</i>	17	0.015	-6.086	-0.090				
Uvasche	<i>Ottoschulzia pallida</i>	6	0.005	-7.589	-0.039				
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>					2	0.004	-7.833	-0.034
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>					18	0.039	-4.663	-0.184
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	27	0.023	-5.419	-0.127	28	0.061	-4.026	-0.247
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	17	0.015	-6.086	-0.090	2	0.004	-7.833	-0.034
Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	2	0.002	-9.174	-0.016				
Zapote faisán	<i>Dipholis salicifolia</i>	5	0.004	-7.852	-0.034				
		1155		H'=	-4.728	456	1.000	H'=	-3.913
				D. Max=	5.700			D. Max=	5.000
				J'=	-0.829			J'=	-0.783

Para el estrato arbóreo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, tanto para el SAR (unidad de análisis) como para el predio del proyecto, el resultado obtenido es de 4.72 y 3.91 respectivamente, por lo cual se refleja como buena diversidad para ambos, y esto es entendible en virtud de que ambos reportan la mayor cantidad de especies y estas se encuentran en proceso de recuperación. En cuanto a los datos de "J" sus valores para ambas se consideran altos con 0.829 y 0.783, lo que indica que las especies tienden a ser equitativos.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son: el chechem (*Metopium brownei*) con el 20.45, seguido por el shuul blanco (*Lonchocarpus xuul*) con el 19.96 y en tercer lugar el chaca (*Bursera simaruba*) con 18.89, en tanto que para el predio del proyecto se tiene que en el estrato arbóreo las tres especies más importantes son el son el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) con 54.45 seguido por el Jabin (*Piscidia piscipula*) con 23.58, y en tercer lugar, el ya'axnik (*Vitex gaumeri*) con 27.34, estas especies son muy comunes encontrarlos en estas zonas del estado por lo que son características.

Estrato arbustivo

Adicionalmente, la vegetación de selva mediana presenta un estrato arbustivo representado por aquellas especies con un DAP entre 5 y 9.9 cm. Por ello en la siguiente tabla se anotan los valores comparativos de dicho estrato.

Estrato arbustivo comparativa Shannon

Nombre común	Nombre científico	Estrato arbustivo							
		CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255	89	0.186	-2.425	-0.452
Chit	<i>Thrinax radiata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	286	0.129	-2.953	-0.381	60	0.126	-2.994	-0.376
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	768	0.347	-1.527	-0.530	30	0.063	-3.994	-0.251
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>					30	0.063	-3.994	-0.251
Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	30	0.063	-3.994	-0.251
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	60	0.126	-2.994	-0.376
Nakas	<i>Coccothrinax readii</i>	89	0.040	-4.637	-0.186				
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	214	0.097	-3.371	-0.326	60	0.126	-2.994	-0.376
Pomolche	<i>Jatropha gaumeri</i>	143	0.065	-3.953	-0.255				
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	107	0.048	-4.371	-0.211	119	0.249	-2.006	-0.499
Xpukin	<i>Callicarpa acuminata</i>	125	0.056	-4.147	-0.234				
		2214		H'=	-3.036	478	1.000	H'=	-2.830
				D.	3.459			D.	3.000
				Max=	3.459			Max=	3.000
				J'=	-0.878			J'=	-0.943

Asimismo, y para este estrato arbustivo, se obtuvo el índice de Shannon y de acuerdo a los datos obtenidos se tiene que, para la unidad de análisis los resultados de la prueba nos indican que presenta una alta diversidad (3.03), en tanto que para el predio del proyecto, presenta una baja diversidad (2.83) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de

bajo de este valor el estrato es pobre, y que de acuerdo a lo observado en campo este estrato concentra un número menor de especies para ambos predios y que estas especies están en proceso de la conformación de la selva, y no tienen todavía diámetros considerables y sus alturas son muy uniformes. En cuanto a su equitatividad estas son altas ya que se obtuvieron valores de 0.87 y 0.94. Por lo que las especies tienden a la equitatividad.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis se tiene que en el estrato arbustivo las tres especies más importantes son: la eugenia (*Eugenia mayana*) con 63.65, seguido por el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) con 40.79 y en tercer lugar el guano blanco (*Sabal yapa*) con 37.47, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia son: el

el akitz (*Cascabela gaumeri*) con 56.01, seguido por el sakitsa (*Neomillspaughia emarginata*) con 50.06 y en tercer lugar el dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*) y la pata de vaca (*Bauhinia divaricata*) con 45.32, en general estas especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación en estos terrenos, por lo que las especies se encuentran muy bien representadas en este estrato. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

Estrato herbáceo

Estrato herbáceo comparativa Shannon

Estrato herbáceo		CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind/ha	pi	log2pi	pi(log2pi)
Bejuco de caballo	<i>Petrea volubilis</i>	667	0.048	-4.374	-0.211				
Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Chilar	<i>Rivina humilis</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	1389	0.111	-3.170	-0.352
Chile de monte	<i>Capsicum annum</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274	1944	0.156	-2.685	-0.418
Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	3833	0.277	-1.852	-0.513	3333	0.267	-1.907	-0.508
Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>					278	0.022	-5.491	-0.122
Styzyphyllum	<i>Styzyphyllum riparium</i>	1000	0.072	-3.790	-0.274				
Tulipan	<i>Malvaviscus arboreus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325				
Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368				
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	1333	0.096	-3.375	-0.325	278	0.022	-5.491	-0.122
Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	1667	0.121	-3.053	-0.368	4722	0.378	-1.404	-0.531
		13833	1.000	H'=	-2.984	12500	1.000	H'=	-2.297
				D. Max=	3.170			D. Max=	3.000
				J'=	-0.941			J'=	-0.766

En este estrato herbáceo, tanto para la unidad de análisis como para el predio del proyecto los resultados de la prueba nos indican que el estrato herbáceo presenta una baja diversidad, (2.98 y 2.29) si se toma en cuenta que a partir de valores mayores de tres son diversos y de bajo de este valor el estrato es pobre. Estos resultados son razonables en virtud a que el tipo de vegetación existente en ambos predios es una selva mediana subperennifolia en etapa arbórea y que las

especies herbáceas son escasas. En cuanto a los datos de “J” sus valores se consideran altos (0.94 y 0.76) respectivamente.

De acuerdo a Índice de Valor de Importancia, para la unidad de análisis, se tiene que en el estrato herbáceo las tres especies más importantes son: el bejuco sac ak (*Cydista potosina*) con 67.26, seguido por el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 54.19 y en tercer lugar el chilar (*Rivina humilis*) con 41.24, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más valor de importancia fueron:

el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) con 108.15, seguido por el sac ak (*Cydista potocina*) con 88.24 y en tercer lugar la paulinia (*Paulinia pinnata*) con 24.35, estas tres especies son comunes y no tienen ningún problema de adaptación. Además, se pretende la aplicación de un programa de rescate.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga **Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:**

- Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del proyecto.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del proyecto
- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- En cuanto al personal que labore, en el proyecto quedará prohibida extraer de la zona del proyecto algún tipo de planta de ornato que pudiese encontrarse en el momento de realizar sus labores, así como de la fauna existente.
- Se Implementará un programa de rescate de la vegetación en las áreas de desmonte, dando atención a las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT -059-SEMARNAT-2010.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes y jardinadas del proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las obras de preparación del sitio, (a razón de 1 por cada 25 trabajadores),
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto, (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la flora).

En cuanto a la fauna, podemos que mencionar que la selva de Quintana Roo, en específico la de la subcuenca “d” (municipio de solidaridad) ha sido de alguna manera modificada en su estructura natural al realizarse el sistema agrícola tradicional de Roza-Tumba-Quema, pecuarias y turismo, además del gran número de huracanes e incendios forestales que han impactado a lo largo de toda la región, durante décadas, a pesar de todo esto, esta vegetación mantiene una diversidad de especies de fauna importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema tanto de la cuenca como del predio a continuación se presenta la tabla correspondiente a la fauna presente en ambos predios y del cual así se presenta en el siguiente análisis. **(anexo digital comparativa fauna).**

Tabla de especies comparativa de fauna Cuenca – predio.

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
Aves	Aguililla caminera	<i>Rupornis magnirostris</i>	1				X
	Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	5			X
	Bolsero de altamira	<i>I. gularis</i>	4				X
	Bolsero dominico	<i>I. dominicensis</i>	3				X
	Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	5	4			X
	Cabezón degollado	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	2				X
	Carpintero enano	<i>M. pygmaeus</i>	5	2			X
	Carpintero frentiamarilla	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4				X
	Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	5	8			X
	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	8	13			X
	Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	26			X
	Chotacabra zumbón	<i>Chordeiles minor</i>	2				X
	Coa	<i>T. caligatus</i>	1				X
	Coa cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	3	2			X
	Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5				X
	Cucu	<i>Piaya cayana</i>	2				X
	Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	5			X
	Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	14				X
	Luis	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	8			X
	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	3				X
	Luis piquigrueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	5	3			X
	Mot mot	<i>Eumomota supersiliosa</i>	2				X
	Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	5	6			X
	Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3				X

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
	Parula norteña	<i>Parula americana</i>	2				X
	Pepe	<i>Psilorhinus morio</i>	6				X
	Perico frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	12		X		X
	Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	9	8	X		X
	Piranga roja	<i>Piranga rubra</i>	2				X
	Tirano	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5				X
	Tirano silvador	<i>T. couchi</i>	1	5			X
	Titira puerquito	<i>Tytira semifasciata</i>	1				X
	Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	1				X
	Tordo ojo rojo	<i>Molothrus aeneus</i>	1				X
	Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	3	3			X
	Vireo yucateco	<i>Vireo magister</i>	2				X
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	7	20			X
	Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	11				X
	Subtotal		171	118			
Mamíferos	Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	4	3			X
	Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	3			X
	Murciélago	<i>A. intermedius</i>	2				X
	Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	3				X
	Murciélago frutero de cola corta	<i>Carollia sowelli</i>	1				X
	Murciélago perro mayor	<i>Peropteryx macrotis</i>	1				X
	Rata arrocera	<i>Oryzomys couesi</i>	2				X
	Ratón yucateco	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	3	4			X
	Tejón, coati, pizote	<i>Nasua narica</i>	6	10			X
	Tlacuache	<i>D. marsupialis</i>	2	3			X
	Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	2				X
	Venado	<i>Mazama temama</i>		1			X
	Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	2			X
	Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	1				X
	Subtotal		31	26			

Clase	Especie	Nombre común	SAR	PREDIO	NOM 059	Migratoria	Residente
Reptiles	Ameiva arcoíris	<i>Holcosus undulatus</i>	3				X
	Bejuquillo verde	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	1			X
	Chipoyo	<i>Anolis sagrei</i>	2				X
	Chipoyo	<i>Anolis sericeus</i>	6				X
	Cuija, besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	6				X
	Culebra corredora	<i>Masticophis mentovarius</i>	1				X
	Culebra lagartijera común	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1				X
	Culebra rayada yucateca	<i>Coniophanes schmidtii</i>	1				X
	Eslizón listado del sureste	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	2				X
	Iguana rallada, garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>	9	4	X		X
	Nauyaca real	<i>Bothrops asper</i>	2				X
	Oxcan, boa	<i>Boa imperator</i>	2	1	X		X
	Pochitoque	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2		X		X
	Ranera oliva	<i>Leptophis mexicanus</i>	5	2	X		X
	Roño	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3				X
	Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	5			X
	Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2		X		X
	Subtotal		52	13			
Anfibios	Rana arborícola	<i>Smilisca baudinii</i>	3	4			X
	Rana arborícola trompuda	<i>Scinax staufferi</i>	2				X
	Rana lechosa	<i>Trachycephalus venulosa</i>	1				X
	Ranita de hojarasca	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	7	3			X
	Sapo costero	<i>Incillius valliceps</i>	2				X
	Sapo marino	<i>Rhinella marina</i>	1	1			X
	Subtotal		16	8			
Total			270	165			

Del total de las especies presentes (74), para la cuenca y el predio se tiene que la mayoría corresponden al grupo de las aves, teniendo mayor misma presencia en el área de la cuenca (unidad de análisis) con un total de 171 individuos, en tanto que en el predio se observan 118 y se comparten 29. Para los mamíferos presentes en la unidad de análisis (SAR) se observaron 31 y en el predio del proyecto son 26, y del mismo modo se comparten 7, así también para los reptiles solo se reportan 52 para la unidad de análisis y 13 para el predio del proyecto y de igual forma se

comparten 5, Para el caso de los anfibios se reportan 16 para la unidad de análisis y 8 para el predio del proyecto y se comparten 3.

Es importante mencionar que en el caso de la fauna para las aves y los mamíferos es entendible ya que la unidad de análisis y el predio del proyecto se encuentra inmerso en una superficie mayor y por ende tienen espacios por donde la fauna puede desplazarse, así también estos grupos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso y que por sí solos se alejan al menor ruido.

Análisis de diversidad e IVI

Los cálculos de la prueba de Diversidad de Shannon-Wiener, se realizó por medio del paquete BioDiversity Pro, así también se calculó el valor de Equitatividad (J) así como el análisis del IVI y los resultados son los siguientes:

Anfibios

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de anfibios tanto para la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto, se considera poco diverso y los resultados obtenidos fueron de 2.22 y 1.40, respectivamente. Este grupo es pobre sobre el parámetro de diversidad lo que nos refleja que son muy pocas las especies presentes en ambas áreas de análisis y es justificable ya que los anfibios no siempre pueden observarse a simple vista además de que al momento del muestreo la presencia de personal ocasiona ruido y esto genera que la fauna tienda alejarse de la zona por otra parte las altas temperaturas influyen de manera directa, generando muy poca visibilidad de la misma y por lo mismo no se obtiene un gran registro de ella. En cuanto al valor de J, este es alto con un valor de 0.86 y 0.88 respectivamente.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Rana arborícola	<i>Smilisca baudinii</i>	3	0.1875	-2.415	-0.453	4	0.500	-1.000	-0.500
Rana arborícola trompuda	<i>Scinax staufferi</i>	2	0.125	-3.000	-0.375				
Rana lechosa	<i>Trachycephalus venulosa</i>	1	0.0625	-4.000	-0.250				
Ranita de hojarasca	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	7	0.4375	-1.193	-0.522	3	0.375	-1.415	-0.531
Sapo costero	<i>Incillius valliceps</i>	2	0.125	-3.000	-0.375				
Sapo marino	<i>Rhinella marina</i>	1	0.0625	-4.000	-0.250	1	0.125	-3.000	-0.375
		16			-2.225	8			-1.406
					2.585				1.585
					-0.861				-0.887

En cuanto a la abundancia relativa en este grupo las especies son muy escasas y de acuerdo a los resultados obtenidos para la unidad de análisis (SAR) se puede ver. En relación a la abundancia relativa se puede ver a la rana de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 43.75 seguido por la rana arborícola (*Smilisca baudinii*) con 18.75 y en tercer lugar la rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*) con 12.50. En tanto que para el predio del proyecto se puede ver a a

la rana arboricola (*Smilisca baudinii*) con 50 seguida por la y ranita de hojarasca (*Leptodactylus melanonotus*) con 37.50, finalmente el Sapo marino (*Rhinella marina*) con 12.50.

Reptiles

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de reptiles para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.76 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el resultado es de 2.03, considerándose como poco diverso, es importante mencionar que este grupo es un poco difícil de observar a simple vista y esto dificulta obtener datos de un gran número de los mismos, por otra parte, dada a las altas temperaturas son pocos los individuos que pueden estar a cualquier hora del día, en cuanto a su equitatividad “J” nos indican que ambos grupos tienden a la equitatividad con 0.92 y 0.87, por otra parte, la promovente aplicará un programa de rescate y reubicación.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Ameiva arcoíris	<i>Holcosus undulatus</i>	3	0.058	-4.115	-0.237				
Bejuquillo verde	<i>Oxybelis fulgidus</i>	1	0.019	-5.700	-0.110	1	0.077	-3.700	-0.285
Chipoyo	<i>Anolis sagrei</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Chipoyo	<i>Anolis sericeus</i>	6	0.115	-3.115	-0.359				
Cuija, besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	6	0.115	-3.115	-0.359				
Culebra corredora	<i>Masticophis mentovarius</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Culebra lagartijera común	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Culebra rayada yucateca	<i>Coniophanes schmidti</i>	1	0.019	-5.700	-0.110				
Eslizón listado del sureste	<i>Plestiodon sumichrasti</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Iguana rallada, garrobo	<i>Ctenosaura similis</i>	9	0.173	-2.531	-0.438	4	0.308	-1.700	-0.523
Nauyaca real	<i>Bothrops asper</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Oxcan, boa	<i>Boa imperator</i>	2	0.038	-4.700	-0.181	1	0.077	-3.700	-0.285
Pochitoque	<i>Kinosternon scorpioides</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
Ranera oliva	<i>Leptophis mexicanus</i>	5	0.096	-3.379	-0.325	2	0.154	-2.700	-0.415
Roño	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	3	0.058	-4.115	-0.237				
Tolok	<i>Basiliscus vittatus</i>	4	0.077	-3.700	-0.285	5	0.385	-1.379	-0.530
Tortuga mojina	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	2	0.038	-4.700	-0.181				
		52			-3.765	13			-2.038
					4.087				2.322
					-0.921				-0.878

En cuanto a la abundancia relativa se encontró que, de las tres especies encontradas en la unidad de análisis (SAR), la mayor abundancia la registra el a la iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) cuya especie es la más abundante con un valor de 17.33 en comparación con la cuija, besucona (*Hemidactylus frenatus*) y el chipoyo (*Anolis sericeus*) con 11.53 respectivamente. en tanto que para el predio del proyecto se puede ver al Tolock (*Basiliscus vittatus*) cuya especie es la más abundante con un valor de 38.46, en comparación la Iguana rallada, garrobo (*Ctenosaura similis*) que presenta un 30.76 y la ranera oliva (*Leptophis mexicanus*) con 15.38 respectivamente.

Aves

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de aves, tanto para el predio de la unidad de análisis (SAR) como para el predio del proyecto esta se considera como de alta diversidad presentando 4.90 y 3.48 respectivamente, Es importante mencionar que las aves en general no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchas son de paso y que muchas por si solas se alejan al menor ruido. En cuanto al valor de "J" para ambos predios se considera alto, (0.93 y 0.89), lo que nos indica que hay equitatividad entre las especies.

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Agujilla caminera	<i>Rupornis magnirostris</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	5	0.042	-4.561	-0.193
Bolsero de altamira	<i>I. gularis</i>	4	0.023	-5.418	-0.127				
Bolsero dominico	<i>I. dominicensis</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				
Bolsero yucateco	<i>Icterus auratus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	4	0.034	-4.883	-0.166
Cabezón degollado	<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Carpintero enano	<i>M. pygmaeus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	2	0.017	-5.883	-0.100
Carpintero frentiamarilla	<i>Melanerpes aurifrons</i>	4	0.023	-5.418	-0.127				
Cenzontle tropical	<i>Mimus gilvus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	8	0.068	-3.883	-0.263
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	13	0.110	-3.182	-0.351
Chara azul	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	8	0.047	-4.418	-0.207	26	0.220	-2.182	-0.481
Chotacabra zumbón	<i>Chordeiles minor</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Coa	<i>T. caligatus</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Coa cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	2	0.017	-5.883	-0.100
Colibrí esmeralda	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	5	0.029	-5.096	-0.149				
Cucu	<i>Piaya cayana</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Garrapatero	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	7	0.041	-4.610	-0.189	5	0.042	-4.561	-0.193
Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	14	0.082	-3.610	-0.296				
Luis	<i>Pitangus sulphuratus</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	8	0.068	-3.883	-0.263
Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				

Nombre común	Nombre científico	SAR				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Luis piquigrueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	3	0.025	-5.298	-0.135
Mot mot	<i>Eumomota supersiliosa</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Paloma de alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	5	0.029	-5.096	-0.149	6	0.051	-4.298	-0.219
Paloma morada	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3	0.018	-5.833	-0.102				
Parula nortea	<i>Parula americana</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Pepe	<i>Psilorhinus morio</i>	6	0.035	-4.833	-0.170				
Perico frente blanca	<i>Amazona albifrons</i>	12	0.070	-3.833	-0.269				
Perico pecho sucio	<i>Eupsittula nana</i>	9	0.053	-4.248	-0.224	8	0.068	-3.883	-0.263
Piranga roja	<i>Piranga rubra</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Tirano	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5	0.029	-5.096	-0.149				
Tirano silvador	<i>T. couchi</i>	1	0.006	-7.418	-0.043	5	0.042	-4.561	-0.193
Titira puerquito	<i>Tytira semifasciata</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tordo ojo rojo	<i>Molothrus aeneus</i>	1	0.006	-7.418	-0.043				
Tortolita	<i>Columbina passerina</i>	3	0.018	-5.833	-0.102	3	0.025	-5.298	-0.135
Vireo yucateco	<i>Vireo magister</i>	2	0.012	-6.418	-0.075				
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	7	0.041	-4.610	-0.189	20	0.169	-2.561	-0.434
Zopilote	<i>Coragyps atratus</i>	11	0.064	-3.958	-0.255				
		171	1		-4.906	118			-3.488
					5.248				3.907
					-0.935				-0.893

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a las aves se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) las tres especies con más alto valor son. valor la golondrina (*Hirundo rustica*) con un valor de 8.18 seguido por el perico frente blanca (*Amazona albifrons*) con 7.01 y en tercer lugar se ubican el zopilote (*Coragyps atratus*), con 6.43, en tanto que para el predio del proyecto las tres especies con más alto valor son: la Chara azul (*Cyanocorax yucatanicus*) con 22.03, seguido por el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) con un valor de 16.94 y en tercer lugar se ubican la Chachalaca (*Ortalis vetula*) con 11.01 entre otros.

Mamíferos

Los resultados obtenidos de la prueba de Shannon en este grupo de mamíferos para la unidad de análisis (SAR) es de de 3.50 lo que nos indica que se considera la zona como de alta diversidad y es justificable ya que es una superficie mayor, no así para el predio del proyecto en el que el resultado es de 2.49, por otra parte, hay que tomar en cuenta que los mamíferos no necesariamente se encuentran en el sitio en forma permanente si no que muchos son de paso por

la constante búsqueda de alimento. En cuanto a su equitatividad se considera alta (0.94 y 0.88, respectivamente) ya que las pocas especies tienden a la homogeneidad.

Nombre común	Nombre científico	CUENCA HIDROLÓGICO FORESTAL				PREDIO DE INTERÉS			
		Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)	Ind	pi	log2pi	pi(log2pi)
Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	4	0.129	-2.954	-0.381	3	0.115	-3.115	-0.359
Cereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	3	0.115	-3.115	-0.359
Murciélago	<i>A. intermedius</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Murciélago frutero	<i>Artibeus jamaicensis</i>	3	0.097	-3.369	-0.326				
Murciélago frutero de cola corta	<i>Carollia sowelli</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
Murciélago perro mayor	<i>Peropteryx macrotis</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
Rata arrocera	<i>Oryzomys couesi</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Ratón yucateco	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	3	0.097	-3.369	-0.326	4	0.154	-2.700	-0.415
Tejón, coati, pizote	<i>Nasua narica</i>	6	0.194	-2.369	-0.459	10	0.385	-1.379	-0.530
Tlacuache	<i>D. marsupialis</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	3	0.115	-3.115	-0.359
Tlacuache común	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.065	-3.954	-0.255				
Venado	<i>Mazama temama</i>					1	0.038	-4.700	-0.181
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	2	0.065	-3.954	-0.255	2	0.077	-3.700	-0.285
Zorrillo manchado	<i>Spilogale putorius</i>	1	0.032	-4.954	-0.160				
		31			-3.502	26			-2.490
					3.700				2.807
					-0.946				-0.887

De acuerdo a la abundancia relativa, en relación a los mamíferos se tiene que para el predio de la unidad de análisis (SAR) la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el tejón (*Nasua narica*) con el 19.35, seguido por la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) con 12.90 y en tercer lugar el murciélago frutero (*Artibeus jamaicensis*) con 9.67 en tanto que para el predio del proyecto la especie con un valor alto comparativamente con las demás fue el Tejón (*Nasua narica*) con el 48.48, seguido por el Tlacuache (*Didelphis marsupialis*), y el raton yucateco (*Peromyscus yucatanicus*) con 12.12 y en tercer lugar la ardilla yucateca (*Sciurus yucatanensis*) y el cereque (*Dasyprocta punctata*) con 9.09. Algunas de estas especies se adaptan bien a la presencia humana y en algunos casos cuando se adaptan y no son molestados sus poblaciones se incrementan rápidamente llegando a ser una molestia como es el caso del Tejón (*Nasua narica*).

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del Proyecto, se promoverán medidas para garantizar que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga **Por lo que se contempla la aplicación de las siguientes medidas de mitigación:**

- Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de preparación del sitio se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del proyecto.
- En los sitios destinados como área verde se conservará la vegetación existente, incorporándose al diseño del proyecto
- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- En cuanto al personal que labore, en el proyecto quedará prohibida extraer de la zona del proyecto algún tipo de planta de ornato que pudiese encontrarse en el momento de realizar sus labores, así como de la fauna existente.
- Se Implementará un programa de rescate de la vegetación en las áreas de desmonte, dando atención a las especies consideradas en la NOM-SEMARNAT -059-SEMARNAT-2010, así como un programa de ahuyentación y en su caso el rescate de especies de fauna.
- Se promoverá la reforestación con plantas nativas producto del rescate en las áreas verdes y jardinadas del proyecto.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en las obras de preparación del sitio, (a razón de 1 por cada 25 trabajadores),
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalará letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto, así como de molestar y/o capturar a la fauna. (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la fauna).

En cuanto a la erosión de los suelos.

La cubierta vegetal juega un papel muy importante en la cobertura del área sujeta a cambio de uso de suelo (6.26 has), tal es el caso que al desmontar y/o impactarla por algún acontecimiento natural o inducido, el suelo queda expuesto a sufrir erosión, sin embargo este proceso es relativamente rápido ya que es utilizado para otro objetivo ya sea construcciones, actividades agropecuarias o desarrollos comerciales y/o en su caso se inicia un proceso de recuperación por lo que es importante mencionar que aun con todo el deterioro que sufre la vegetación por estas acciones, esta se encuentra en franco proceso de recuperación por lo que el suelo muy pocas veces se queda sin cubierta vegetal y la susceptibilidad de erosión tanto hídrica como eólica se considera sin degradación aparente.

Como bien lo indican los resultados estimados para el proyecto (apartado sobre la erosión del suelo), los valores de erosión para los diferentes estados en los que se encontrará el predio a lo

largo del proyecto y en este se presentan las tasas de erosión durante las diferentes etapas del proyecto en lo que corresponde a la condición actual y después del desmonte, ya que existe la vegetación como un obstáculo para que la lluvia o el viento ejerza una fuerza erosiva importante en el predio.

Con base a lo anterior, se puede indicar que la pérdida de suelo en condiciones de campo natural a lo largo de un año es de 0.142 t/ha año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.0142 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo). Esta condición natural es clara y coherente, debido que, en el predio bajo estudio, la vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia actualmente ofrece condiciones de resistividad a la pérdida de suelo; siendo esta una de las principales funciones de la vegetación de la selva.

Como se puede observar, en caso **de llevarse a cabo el CUSTF; pero con la aplicación de medidas antierosivas (aplicables en la región) para la protección y conservación del suelo y el agua se tendría un valor promedio en la pérdida de suelo anual de 1.42 t/ha*año** en el área del proyecto.

Lo anterior significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 0.1421 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. No obstante, la erosión que se llegará a presentar como producto del CUSTF no será superior a la erosión máxima permisible en México, que es de 10 ton/ha año. Por lo tanto, en ningún momento estará provocando la degradación del suelo de la región.

A manera de resumen se tienen los siguientes escenarios en cuanto a la erosión del suelo en el área de estudio:

Escenarios de la tasa de erosión en el área de estudio por hectárea y área de CUSTF.

ESCENARIOS	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)
SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)	0.1421	0.8905
SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS	14.2129	89.0494
SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS	1.4213	8.9049

Como se puede observar en el área de CUSTF de darse una erosión de suelo sería en una tasa de 8.9049 t/ año que representa el 10% de la pérdida potencial del suelo por motivo de CUSTF en la región.

Para poder visualizar la pérdida neta (diferencia neta entre erosión potencial y la erosión natural) del suelo por motivo de CUSTF y a mitigar se presenta lo siguiente:

Pérdida neta del suelo por motivo del CUSTF y volumen a mitigar.

ESCENARIO	PÉRDIDA DE SUELO (t/ha*año)	PÉRDIDA DE SUELO (t/6.26 ha*año)	
DIFERENCIA NETA DE PERDIDA DE SUELO	14.0708	88.1589	A MITIGAR

Asimismo, en la tabla anterior se puede observar que en el área pretendida para el CUSTF se espera una pérdida neta de suelo en un volumen de 88.1589 toneladas*año ($89.0494 - 0.8905 = 88.1589$ t/6.26 ha*año) y este será el volumen a MITIGAR para que el proyecto sea sostenible y viable ambientalmente.

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (6.26 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.4213 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 134.41 ton/año de suelo (Leptosol Lítico) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el área del proyecto.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES	PREVENCIÓN DE LA PÉRDIDA POTENCIAL ANUAL DEL SUELO			
	t/ha*año	t/6.26 ha*año	t/3.19 ha*año	t/9.46 ha*año
RECUPERACIÓN DEL SUELO EN ÁREAS DE CUSTF Y REUBICACIÓN EN ÁREAS REFORESTACIÓN (MITIGACION)	14.2129	89.05		
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE CONSERVACIÓN	14.2129		45.36	134.41

No obstante, el proyecto tiene planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el Mantenimiento de áreas de conservación con suelo natural y vegetación nativa (aunque dentro de estas se encuentran algunas áreas con suelo desnudo), Recuperación del suelo en áreas de CUSTF (6.26 ha) y su posterior reubicación en áreas reforestación (mitigación). Este material edafológico será utilizado para las actividades de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Es decir, el proyecto además de que no provocará la pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) para algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 1.3003 ton.ha.año. Aun así, el proyecto contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección y conservación del suelo y agua de la región mediante el mantenimiento de áreas de conservación (con algunas áreas con suelo desnudo) en donde se reubicarán el suelo recuperado del área de CUSTF en zonas que lo ameriten y en donde posteriormente se realizarán actividades de reforestación con plantas nativas.

La aplicación de las diferentes medidas de mitigación y antierosivas (mantenimiento de áreas de conservación con suelo y vegetación nativa, la recuperación del suelo en áreas de CUSTF y su posterior reubicación en áreas reforestación) PREVENDRÁN y MITIGARÁN la pérdida de 62.8325 toneladas*año de suelo (Leptosol Réndzico-Lítico) para la superficie conjunta que se distribuye en el predio bajo estudio.

Es claro que en condiciones naturales se puede dar un proceso de arrastre y pérdida de suelos, sin embargo, al realizar el proyecto se puede dar un incremento de esta pérdida en las primeras etapas, sin embargo, con la aplicación de medidas tendientes a reducir estos efectos, se reduce completamente es perdida de suelos. Por lo que para garantizar que no se provocará la erosión de los mismos en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que en este caso es de 6.26 has, **por lo que se proponen acciones tales como:**

- Se realizará la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
- No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto. Estos trabajos se realizarán en talleres establecidos para tal fin.
- El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo, contaminándolo.
- Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para uso obligatorio de los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo. (a razón de 1 por cada 25 trabajadores).
- El desmonte se realizará en una sola acción, pero de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y el agua.
- Los residuos sólidos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto serán manejados por empresas particulares contratadas para tal fin.
- Los residuos sólidos producto de la etapa de preparación del sitio que se genere por los trabajadores como papel, bolsas de plástico, latería, pet etc., serán colectados y transportados fuera del área del proyecto, éstos se depositarán en los centros de acopio municipales o en los lugares que para tal fin designen las autoridades.

La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.

En nuestro país las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero son el sector de energía, por el uso de combustible fósiles (Gay y Martínez, 1995), el cambio en el uso del suelo y los procesos de la industria del cemento. El panel intergubernamental sobre el cambio climático IPCC (1995), estimó que las emisiones de México contribuyen con el 14.5% de las emisiones totales de carbono que se dan en nuestro planeta cada año. Autores como Schneider (1989), Lashof y Ahuja (1994) y Dixon et al., (1994) afirman que el dióxido de carbono (CO₂) es uno de los gases de efecto invernadero más importante.

Por esta situación, la captura de carbono juega un papel fundamental en el proceso de mitigación del cambio climático global, pero la captura sólo es posible con la ayuda de la vegetación arbórea ya que los bosques y selvas capturan y almacenan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición arbórea de ésta.

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que refiere a la captación y su almacenamiento a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis y la formación de tejidos vegetales. De esta manera, los árboles absorben el CO₂ atmosférico junto con elementos del suelo y aire, por lo que el volumen que el árbol capture durante su ciclo de vida, se verá representado en la biomasa que logre acumular traducida está en la formación de madera. En este sentido, se considera que aproximadamente del 42% al 50% de la biomasa de un árbol es carbono (materiales secos). Por lo tanto, habrá una captura de carbono neta únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muera, habrá de emitir al entorno la misma cantidad de carbono que capturó, si el mismo es quemado se enviará a la atmósfera, si cae al suelo y se desintegra se incorporará al suelo. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Estimar la biomasa aérea y de las raíces y el carbono total almacenado (aéreo y de las raíces) en el predio denominado "Village II", que se encuentra ubicado dentro del Complejo Ciudad Mayakoba, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Cálculo de biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de los árboles ≥ 10 cm de diámetro normal, se utilizó la ecuación general generada por Cairns et al (2003) para bosques de la Península de Yucatán y específicamente para el Ejido Graciano Sánchez, Quintana Roo, la cual tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

DN = Diámetro normal (cm).

AT = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:

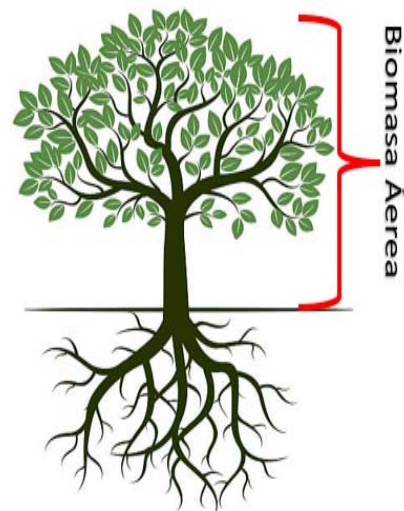
Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapola a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:



Ba = Biomasa aérea (kg).

Dn = Diámetro normal (cm).

At = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapola a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).

Fracción de carbono en la biomasa aérea

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa por el factor 0.5, ya que, según resultados de varios autores, este valor representa la concentración promedio de carbono para especies de especies hojosas (Graciano-Ávila *et al*, 2019).

Cálculo del carbono almacenado en la parte aérea

El contenido de carbono almacenado se estimó con la expresión:

$$Ca = B (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

C = Contenido de Carbono (ton ha⁻¹).

B = Biomasa (ton ha⁻¹).

Fc = Fracción de carbono en la biomasa (0.5).

Cálculo de biomasa en raíces

Para estimar la biomasa de las raíces se utilizó la fórmula que propone Rodríguez-Larramendi *et al* (2016) que, aunque fue propuesta para especies de coníferas y hojosas, es la única aproximación para estimar este componente, que a su vez se sustenta en lo que propone el IPCC para diferentes tipos de vegetación (IPCC, https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf) y es la siguiente:

$$Br = Ba (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Br=Biomasa de las raíces (ton ha⁻¹).

Ba=Biomasa de la parte área del árbol.

Fc=Factor de expansión (0.30) para estimar Br como porcentaje de la Ba.

Fracción de carbono en la biomasa de las raíces

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa de las raíces por el factor 0.5 que representa la concentración de carbono promedio (Rodríguez-Larramendi et al. 2016).

$$Cr = Br (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde: Cr = Contenido de carbono en raíces (ton ha^{-1}), Br = Biomasa en raíces (ton ha^{-1}), Fc = Fracción de carbono en la biomasa de raíces (0.5).

Cálculo de biomasa total

$$Bt = Ba + Br(\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Bt = biomasa total (ton ha^{-1}).

Fracción de carbono total

Una vez que se obtienen los valores de las fracciones de carbono en la parte aérea y de las raíces entonces se aplica la siguiente fórmula para la obtención del carbono total contenido y que es la siguiente:

$$Ct = Ca + Cr (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Ct = carbono total (ton ha^{-1}).

Ca=Carbono aéreo.

Cr= Carbono de raíces

Fc=Fracción de carbono total

Resultados

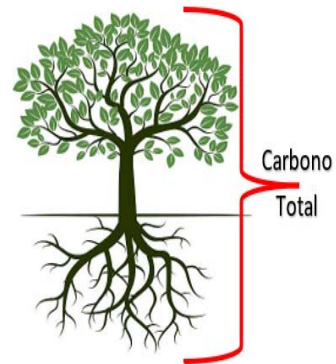
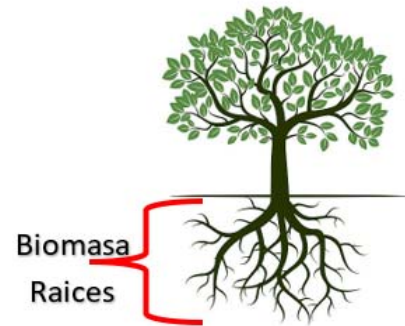
En el cuadro se observan los promedios de las variables dasométricas para las especies presentes en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, así como las existencias del número de árboles, área basal y distribución de volúmenes, biomasa y carbono por especie y unidad de superficie. Por otra parte, se estiman los límites de confianza de las variables extrapoladas a hectárea de las variables de interés.

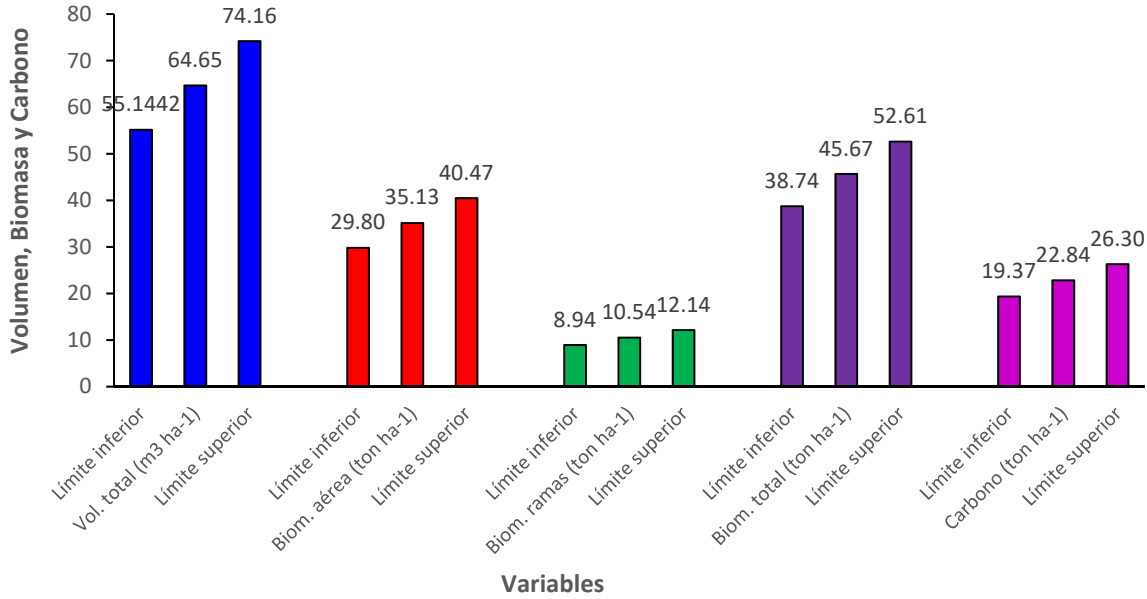
El volumen del predio es de $55.1442 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, pero con una confiabilidad del 95% las existencias pueden variar entre 64.6520 y $74.1594 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

La biomasa aérea es de $35.1331 \text{ ton ha}^{-1}$, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 29.7987 y $40.4675 \text{ ton ha}^{-1}$.

La biomasa en raíces es de $10.5399 \text{ ton ha}^{-1}$, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 8.9396 y $12.1402 \text{ ton ha}^{-1}$.

La biomasa aérea total que se presenta en este predio tiene un promedio de $45.6730 \text{ ton ha}^{-1}$, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 38.7383 y $52.6078 \text{ ton ha}^{-1}$.

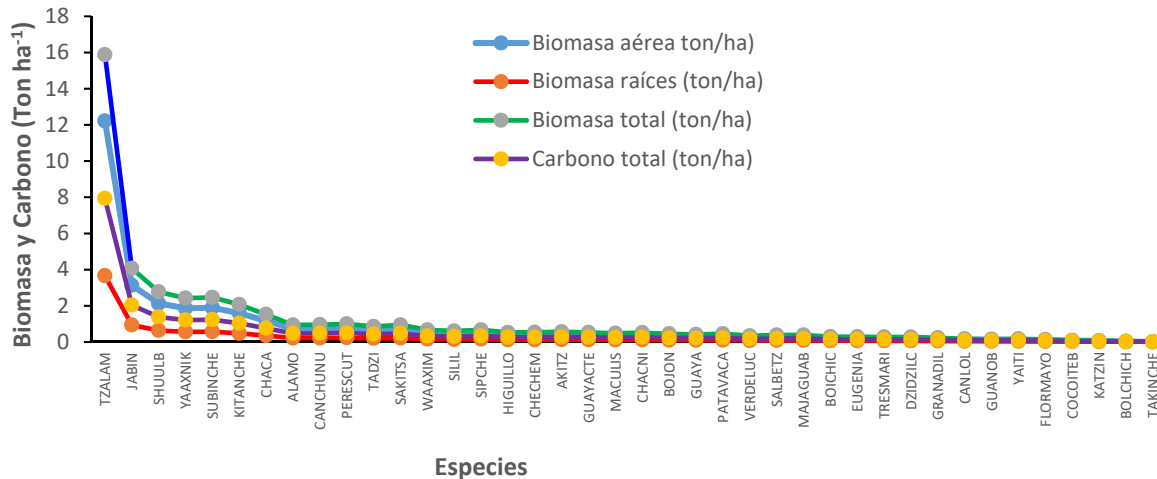




Volumen ($m^3 ha^{-1}$), Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Por todo lo anterior, dado que se tiene que el carbono almacenado durante estos últimos 32 años es de $22.84 ton ha^{-1}$, tomando en cuenta que en 1988 el huracán Gilberto dañó la zona norte del estado de Quintana Roo y en 1989 el gran incendio forestal arrasó completamente con toda la vegetación de la selva mediana subperennifolia existente en la zona. De esta forma, si se quiere estimar la tasa anual de captura de carbono por $ha año^{-1}$, la cantidad de carbono acumulado ($22.84 ton ha^{-1}$) en un periodo de 32, es de $0.714 ton ha^{-1} año^{-1}$.

De las 40 especies presentes en el área, 13 de ellas: Tzalam, Jabín, Shuul blanco, Ya'axnik, Subinché, Kitanché, Chaca, Álamo, Canchunup, Perescutz, Tadzí, Sakitsa y Waaxim concentran el 80.07 % del carbono almacenado, tal como se puede observar en la Figura siguiente.



Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en especies del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Escenarios de la captura de carbono

Comparación de los diferentes escenarios de la captura de carbono en 6.26 ha del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

ESCENARIO 1 (Sin cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales)	ESCENARIO 2 (Con cambio de uso del Suelo de los Terrenos Forestales y sin medidas)	ESCENARIO 3 (Cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales con Medidas de Mitigación) (6.26 ha + 0.48 ha)
4.470 (+)	4.470 (-)	4.812 (+)

Como se puede apreciar en el **primer escenario**, si no hay cambio de uso del suelo en los terrenos forestales en la superficie de 6.26 has, la captura de carbono seguirá dándose en forma natural en un promedio de 4.470 ton/año/6.26 has y por ha será de 0.714 Ton/ha/año, por lo que este escenario es positivo.

Para el **segundo escenario**, si se realiza el desmonte y no hay ninguna actividad que lo mitigue, entonces se estará perdiendo una captura anual de carbono de 4.470 ton/año /6.26 has y el escenario es negativo.

Para el **tercer escenario**, el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales en las 6.26 has con actividades de mitigación para la captura de carbono, en la que se contemplan la creación de áreas ajardinada con una superficie de 0.48 has, la propuesta de rescate de plantas por una cantidad de 400 individuos que van hacer reforestados en una superficie de 0.48 has (una distancia promedio de 3 X5 m) y como segunda propuesta, está la adquisición de un terreno de 200.62 has (de los cuales se compromete a la conservación de una superficie igual de 6.26 has) que se encuentra ubicado en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y que corresponde a una selva mediana subperennifolia y que su único objetivo es la conservación ecológica y que en total se tiene una captura total anual de carbono de 4.812 toneladas en las 6.74 has y su valor es positivo.

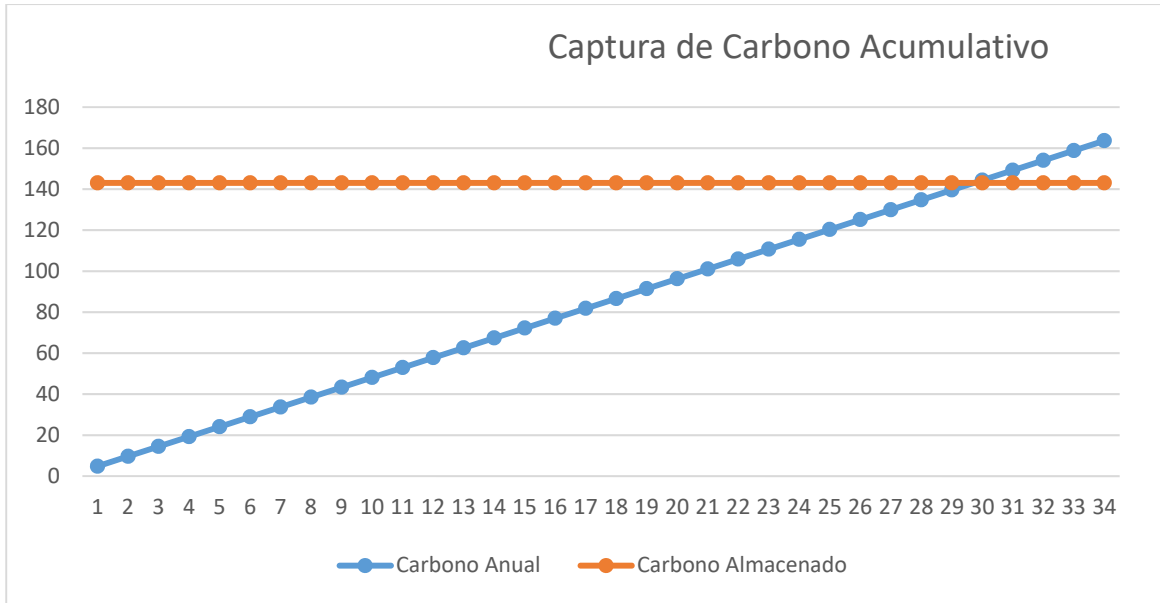
Diferentes escenarios del cambio de uso del suelo y captura de carbono.

Terrenos	Superficie (ha)	Captura anual de Carbono (ton ha ⁻¹)	Total de Carbono capturado (ton/año ⁻¹)
Área ajardinada	0.48	0.714	0.342
Predio La Esperanza-Limonos (200.06 has)*	6.26	0.714	4.470
Total			4.812

De las 200.06 has del predio, el promovente se compromete a cuidar y proteger una superficie de 6.26 has para la captura de carbono.

Conclusiones

Podemos decir que en las 6.26 ha propuestas para el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, se tiene almacenado un total de 143.04 ton de carbono (0.714 ton/ha/6.26 has/32 años) y con el cambio de uso del suelo se dejará de capturar en ellas un total de 4.470 ton año⁻¹ de carbono.



Por lo anterior y con estos compromisos de mitigación, se puede recuperar en un lapso de 30 años el carbono total que fue de 143.04 ton.

Para minimizar los efectos se habrán de aplicar las siguientes medidas de mitigación:

- El desplante del proyecto se deberá realizar dentro de las 6.26 Ha propuestas para el CUSTF y que han sido definidas de acuerdo a los planos arquitectónicos. Con la permanencia de 3.19 Ha de área naturales, se promoverá la captura de las emisiones de carbono.
- Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que el material producto del desmonte deberá ser triturado y composteado. Asimismo, en cuanto al consumo de alimento estos no deberán de ser preparados en el lugar, para ello se hará uso del comedor correspondiente dentro del área de trabajo. Además, en caso de utilizarse alguna fuente de gas se colocará un extractor de humos, y este deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.
- Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los materiales producto de desmonte, despalme, transporte de personal, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.
- De ser posible se dará preferencia a uso de vehículos que utilicen gas LP o natural como combustible debido a su menor concentración de CO₂. El gas LP es mayoritariamente metano, que es menos nocivo para la atmósfera que el combustible normal.
- Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente

mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del predio e instalaciones.

- Se deberá aplicar el Programa de rescate de flora nativa. Con esta medida se habrá de resguardar el germoplasma que contribuye en la captura de las emisiones de carbono.
- Se deberá establecer un vivero temporal donde se garantice la recuperación de las especies e individuos que sean rescatados y se alcance una sobrevivencia del 80%.
- Se deberá aplicar el Programa de Reforestación de aquellos espacios que así lo requieran, empleando todas los individuos y especies que hayan sido rescatadas dentro del predio.

La capacidad de captación de agua y la calidad de la misma

De acuerdo a los estudios hidrológicos del estado (INEGI 2002), y la Comisión Nacional del Agua, la zona correspondiente a la Región Hidrológica 32, Cuenca 32A (subcuenca d), se caracteriza por tener precipitaciones promedio del orden de los 1300 mm anuales, así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y el relieve del mismo que es sensiblemente plano (0-2.5%), considerándola como poco significativa.

Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evapotranspiración (que es absorbida por las plantas y suelos) satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas.

El área del proyecto se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Estos procesos determinan que en la región no existan ríos superficiales y que todo el drenaje sea subterráneo, dirigiéndose desde los sitios de recarga (desde el centro de la región peninsular) hacia la descarga litoral de manera prácticamente radial.

De esta manera el drenaje subterráneo constituye una red que funciona de manera directamente proporcional a la magnitud de la precipitación que ocurre en las diversas temporadas climáticas, por otra parte, la hidrología superficial del predio del proyecto a simple vista no se aprecia debido a que el agua de lluvia que cae en la temporada se infiltra al subsuelo favoreciendo el establecimiento de la vegetación natural.

De acuerdo al Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, se considera que el municipio ubicado dentro de la Cuenca 32A cuenta con una superficie de 2'128,054.31 m² (212,805.45 Ha), así mismo y de acuerdo con la caracterización municipal se distribuyen distintos tipos de vegetación.

De acuerdo con los datos señalados y tomando en consideración únicamente los ecosistemas de Selva Mediana subperennifolia y la Vegetación secundaria derivada de la misma, se registra que para el municipio estos ambientes alcanzan cobertura en una superficie combinada de 174,449.85

has. Asimismo, estas zonas se encuentran cubiertas de vegetación natural, lo que facilita que el agua de lluvia se percole libremente, contribuyendo a la formación y recuperación del acuífero.

En este sentido, el proyecto afectará 6.26 **hectáreas**, lo que representa tan solo un 0.00358842383% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio. Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden de los 2.04 has que quedarán en pie formando parte del proyecto.

La actual infiltración de agua (con suelo y vegetación natural) en el área pretendida para el CUSTF es de 50,701.83 m³/año. La infiltración disminuirá en caso de llevar a cabo el CUSTF, establecimiento del proyecto (sellamiento del suelo) y sin medidas de protección-conservación del agua hasta un valor de 21,510.11 m³/año. Se tendrá una pérdida neta y un volumen de agua a mitigar por el proyecto de 29,191.73 m³/año.

Con la finalidad de hacer de este proyecto en uno sustentable y viable ambientalmente se plantea la aplicación de medidas de mitigación mediante la permanencia de áreas de conservación que logran mitigar completamente el volumen de agua que se perderá por motivo del CUSTF (29,191.73 m³/año) por el proyecto "Village II". Lo anterior, indica que el aplicar las medidas de protección-conservación del agua y del suelo permitirá mitigar completamente la pérdida neta de infiltración por motivo de CUSTF permitiendo tener un seguimiento en la prestación del servicio ambiental de captación de agua en cantidad importante con un volumen de 47,335.63 m³/año. Es decir, permitirá que el proyecto sea totalmente sostenible y viable ambientalmente.

Además, el proyecto mantendrá una cobertura vegetal natural o de conservación del orden del 3.19 hectáreas, que quedará en pie formando parte del proyecto.

La remoción de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo **no afectará la capacidad de captación ni se provocará la disminución de la misma**, en la zona donde se ubica el Proyecto de interés. En este caso, los efectos en la captación de agua no son considerados significativos, ya que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada desde hace muchos años por los desarrollos turísticos ubicados en la Riviera Maya y el crecimiento de la ciudad de Playa del Carmen. Sin embargo, se presentan las siguientes consideraciones:

- 1) Aguas arriba de la zona de interés y en una distancia mayor a los 30 Km, se lleva a cabo mayormente el uso de suelo propio para el desarrollo de la vida natural (hacia la zona de interés actualmente se considera un insipiente desarrollo urbano), es por ello que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia en el ámbito regional, prácticamente no han sido modificadas previamente a la planeación del proyecto.
- 2) Aguas abajo de la zona de interés se lleva a cabo un intenso uso de suelo con fines urbanos y turístico, por lo que se ha edificado varios conceptos habitacionales, hoteleros y deportivos. En este caso, se considera que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia, han sido modificadas únicamente en sitios puntuales y previos al desarrollo de actividades de aprovechamiento que se pretenden realizar. No obstante, en estas áreas se llevan a cabo actividades donde se permite la infiltración del agua. Asimismo, se cuenta con techumbres y vialidades de acceso, donde se canaliza el agua de lluvia hacia las áreas naturales, por lo que nunca se han favorecido condiciones de sequía y menos aquellas referidas a procesos de desertificación.

- 3) Además, y como se ha referido, la zona del proyecto se ubica a una distancia muy próxima del mar Caribe, por lo que todas las aguas que finalmente no se aprovechan habrán de drenar libremente y de manera subterránea hasta disponerse y perderse de manera definitiva en las aguas del mar. Al respecto, se debe mencionar de manera adicional que, por la cercanía con el mar, el agua subterránea (en especial la que se ubica al oriente de la carretera federal 307) tiene una fuerte manifestación salina (debido a la intrusión salina) y no es apta para consumo humano, sin que antes sea sometida a algún tipo de tratamiento.
- 4) En este mismo sentido, el proyecto afectará únicamente 6.26 Ha de terreno natural, lo que representa tan solo un 0.003588423883% de la superficie total que favorece la captación y percolación del agua de lluvia en el municipio de Solidaridad. En este sentido, se debe citar que considerado únicamente el área cubierta de Selva Mediana subperennifolia y la de Vegetación secundaria en sus diferentes variantes en el municipio de Solidaridad (Tabla siguiente), se alcanza una cobertura combinada de 174,449.85 has. (PDU de Playa del Carmen 2010-2050).

Tipos de vegetación en el municipio de Solidaridad.			
Uso de Suelo y Vegetación	Área en m ²	Hectáreas	% Municipal
1) Selva Mediana subperennifolia	1,245,868,591.44	124,586.86	58.54
2) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia	498,629,901.97	49,862.99	23.43
3) Vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con agricultura nómada (hubches)	290,145,945.79	29,014.59	13.63
4) Sin vegetación aparente	48,442,198.38	4,844.22	2.28
5) Sabana	19,481,953.83	1,948.20	0.92
6) Manglar	15,542,158.96	1,554.22	0.73
7) Selva Baja Subcaducifolia	6,683,821.75	668.38	0.31
8) Vegetación halófila	2,243,711.69	224.37	0.11
9) Cuerpo de agua	1,016,226.51	101.62	0.05
TOTAL	2,128,054,510.31	212,805.45	100.00

Fuente: PDU de Playa del Carmen 2010-2050.

- 5) De acuerdo con estos valores, en las zonas selváticas ubicadas aguas arriba del inmueble de interés se realiza la captación de un volumen anual de 2,710.3 millones de metros cúbicos de agua de lluvia. Además, y por concepto del CUSTF en una superficie de 6.26 Ha, se espera que se dé la modificación de un espacio donde se recibe un aporte de tan solo 0.10 Mm³/anuales, este refiere tan solo una reducción en el volumen que se capta la zona cubierta de vegetación de selva y sus variantes del 0.0038%.
- 6) Por otra parte. el volumen de 0.10 Mm³/anuales que corresponde con la captación dentro

del área de CUSTF que se solicita, de ninguna manera se habrá de perder. Por lo que se tiene contemplado captar y conducir el agua de lluvia desde las techumbres hacia las zonas naturales, ya que se habrá preservar una superficie 3.27 Ha del conjunto de predios que se ha destinado para el **Proyecto**, misma que permanecerán cubierta de vegetación natural de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea.

- 7) De manera adicional y con el objeto de ser más precisos sobre la captación de agua en la zona y de acuerdo a la información proporcionada por el INEGI (2002) y la Estación Meteorológica más cercana al proyecto (Playa del Carmen), se reconoce que en la zona se presenta precipitaciones del orden de los 1,331.2 mm anuales, lo que representa para el predio en una superficie total de 11.19 Ha del proyecto un volumen de orden de 14,896.12 m³/anuales. Asimismo, se debe considerar que en la zona se manifiesta una topografía de tipo ondulado a sensiblemente plana, por lo que no existen corrientes superficiales de agua a través de los cuales estos flujos se pudieran perder mediante grandes avenidas sobre todo en la temporada lluviosa del año. Además, y debido a la naturaleza calcárea del terreno se presenta una alta permeabilidad.
- 8) Al no poderse desarrollar las corrientes superficiales, la porción del agua que se precipitación en la zona es absorbida y evapotranspirada por las plantas y los suelos, mientras que el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas. Por lo anterior, se consideró oportuno efectuar el cálculo de la infiltración del agua para la zona de interés.
- 9) En otro sentido, es de comprender que, si no se realiza la canalización hacia zonas naturales, se habrán de generar severas inundaciones hacia las instalaciones por construir, en detrimento del propio desarrollo que se desea promover. De manera complementaria, en el caso de necesitarla construcción de pozos de absorción para el manejo de los excesos de precipitaciones, se deberá promover la "infiltración artificial de agua a los acuíferos" como señala la Norma Oficial Mexicana NOM-015-CONAGUA-2007. (DOF del 18 de agosto de 2009). Así también deberá observar lo dispuesto en la NOM-003-CNA-1996 "Requisitos durante la construcción de pozos de aguas para prevenir la contaminación de los acuíferos" (DOF del 3 de febrero de 1997) y la NOM-004-CNA-1996 "Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento para la rehabilitación de pozos de extracción de aguas y para el cierre de pozos en general" (DOF del 3 de febrero y 8 de agosto de 1997).
- 10) Con referencia a andadores y estacionamientos se espera sean construidos con materiales permeables como en ecocreto®, que es un agregado de cuarta generación.



- 11) Finalmente, y como se ha referido, el proyecto evitará la contaminación del manto freático mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos, por lo que todos los desechos serán enviados al sitio que la autoridad competente destine para ello. Asimismo, en la etapa de operación se contará con un sistema de drenaje el cual deberá estar conectado a la planta de tratamiento de ciclo cerrado que contará el inmueble del proyecto.

Haciendo un énfasis en relación a la disminución en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del Proyecto no se verá afectado negativamente este tipo de servicio. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de estas acciones se podrá garantizar que la continuidad de los procesos de infiltración del agua lluvia al subsuelo.

- Evitar las descargas sanitarias al subsuelo mediante la contratación de sanitarios portátiles para uso obligatorio de los trabajadores a razón de uno por cada 25 trabajadores.
- No habrá almacenamiento de combustibles en el lugar para evitar posibles accidentes con los derrames de estos productos.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.

Con referencia a la calidad del agua en la zona, se considera que, por el desarrollo del proyecto, ésta no se verá afectada debido a los factores siguientes:

De acuerdo con el balance hidrológico del estado de Quintana Roo, existe gran disponibilidad de agua subterránea por lo que ésta alcanza un volumen disponible de alrededor de los 3,256 Mm³. De este valor tan solo se utiliza cerca de los 423 Mm³, lo que corresponde con un 13 % del total de agua disponible (González-Canto, 2006). Asimismo, y de acuerdo con la CONAGUA (2011), se reconoce que el acuífero de la Península de Yucatán se mantiene una excelente calidad del agua, lo cual está basado en el análisis de 3 parámetros principales:

- Demanda Química de Oxígeno (DBO₅),

- Demanda Química de Oxígeno (DQO) y
- Sólidos Suspendidos Totales (SST).

No obstante, lo anterior, los retos a los cuales se enfrentan los organismos administradores del agua indican que se deberá evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero.

En este sentido y a través de las distintas actividades que involucran el cambio de uso del suelo para el desarrollo del Proyecto, se habrán promover acciones que no comprometan la modificación en la calidad del agua como son:

- En primera instancia se hace mención que en la zona donde se ubicará el proyecto de interés no existen pozos de captación ni se lleva a cabo al aprovechamiento de las aguas subterráneas.
- Además, y para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevará a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio del proyecto.
- Se contará con un sanitario portátil a razón de 1 por cada 25 trabajadores, mismos que requerirán de labores de mantenimiento además de realizar de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
- De tener la posibilidad de almacenamiento de combustible en la zona del proyecto durante la etapa de preparación del sitio, este será a base de contenedores bajo condiciones adecuadas para evitar en la medida de lo posible un derrame.
- Se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra

Medio Socioeconómico

Localización Regional

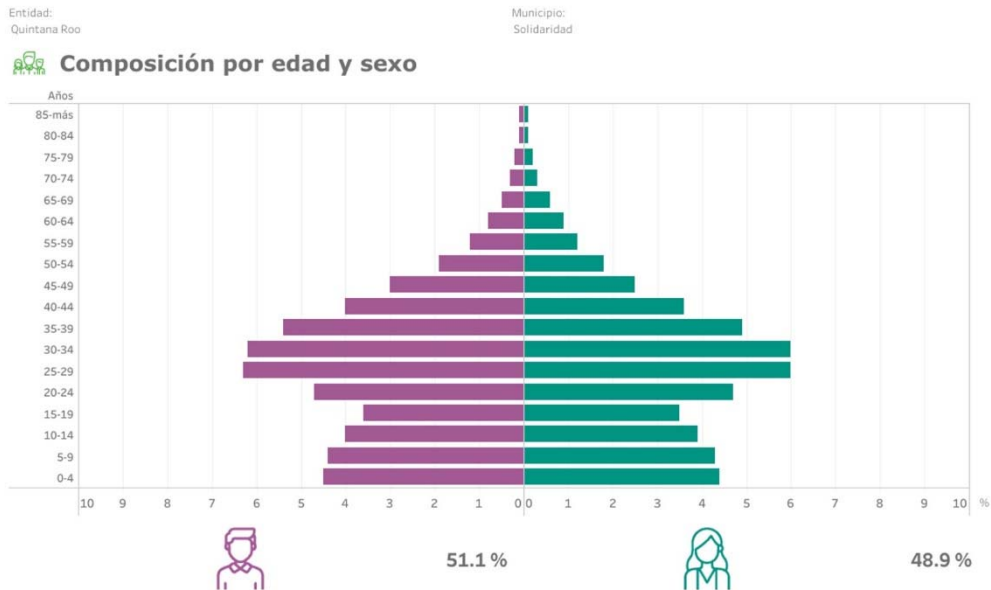
El municipio de Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado de Quintana Roo. Cuenta con una extensión de 2 014.9 km², lo que representa el 4.5% de la superficie del Estado. Entre las principales localidades, para el municipio, se encuentra Playa del Carmen, que representa su cabecera municipal, el SAR y el Proyecto se localizan al norponiente de este centro urbano.

Composición de la Estructura Poblacional

De acuerdo con los resultados del censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2020, el municipio cuenta con una población total de 333 800 personas, que representan el 18.0% de la

población estatal. La población total se encuentra estructurada por 163 324 hombres (48.9%) y 170 476 mujeres (51.1%). La relación de hombres-mujeres es de 104 hombres por cada 100 mujeres. La mitad de la población cuenta con 28 años o menos. Existen 38 personas en edad de dependencia por cada 100 en edad productiva (INEGI, 2020, recuperado de <https://censo2020.mx/home.html>).

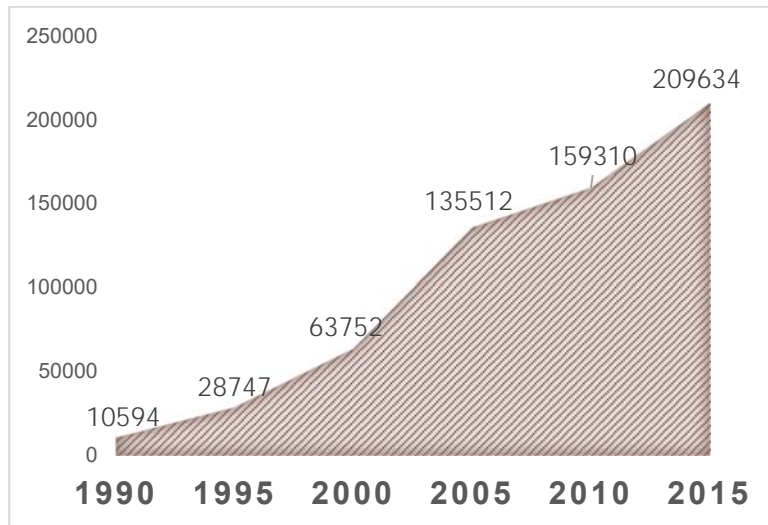
Composición por edad y sexo, municipio de Solidaridad.



Crecimiento Demográfico

El municipio de Solidaridad, es junto con los municipios de Benito Juárez y Tulum, los de mayor crecimiento demográfico en el país, el principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica (SECTUR, et al, 2013). Los registros indican que este crecimiento ha sido exponencial, pasando de 10 594 habitantes en 1990 a 209 634 personas para 2015, lo que significa que la población incremento aproximadamente 19 veces más, en 25 años.

Crecimiento de la población en Solidaridad 1990 – 2015 (INEGI, 2016).



De acuerdo al Consejo Estatal de Población (COESPO), la población del municipio de Solidaridad seguirá creciendo de manera acelerada, estimando que para el 2025 habrá aproximadamente 331 150 habitantes, equivalente a un crecimiento de 35%, lo que quiere decir que uno de cada cuatro nuevos habitantes del estado de Quintana Roo será un residente del municipio de Solidaridad.

Distribución y Densidad Poblacional

La densidad de población del municipio de Solidaridad es de 150.76 hab/km²; sin embargo, este valor es relativo ya que, en la cabecera municipal Playa del Carmen se concentra aproximadamente el 91.5% de la población, provocando concentraciones altas de población en las zonas urbanas.

Comparativa de la población total registrada en Quintana Roo, Solidaridad y Playa del Carmen.

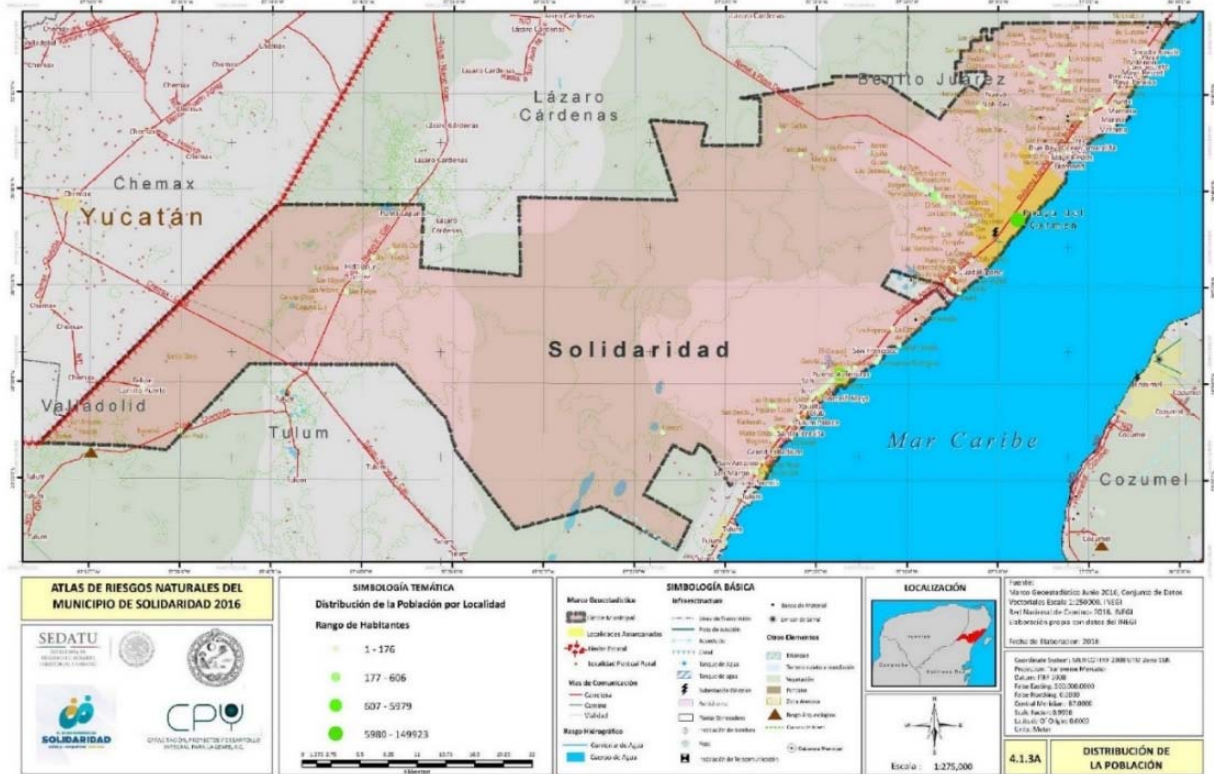
	Quintana Roo	Solidaridad	Playa del Carmen
Habitantes	1 857 985	333 800	304 942

La distribución de los habitantes en Solidaridad se concentra de manera desigual, ya que existen localidades con mucha población, como es el caso de Playa del Carmen y Puerto Aventuras.

Densidad de población para el municipio de Solidaridad.

Total de localidades:	136
Localidades con mayor población:	
Playa del Carmen	304 942
Puerto Aventuras	22 878

Distribución de la población por localidad.



Migración

La migración se considera uno de los factores que afectan la dinámica de crecimiento y composición por sexo y edad de la población. Con la información sobre el lugar de nacimiento, para la población que residía en Solidaridad, que era originaria de Solidaridad, la componían 108 394 habitantes, 32.42% de la población total. Mientras que la población residente en el municipio nacida en una entidad distinta la integraban 203 908 personas, 61.08% de la población total. Las estadísticas señalan como principal causa de migración el trabajo y familiar, estimándose en un 58.8% para el primero y 29.8% para el segundo. En la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los porcentajes de causa de migración a detalle.

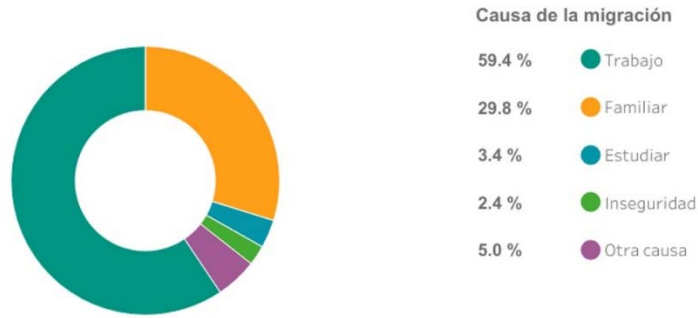
Causa de migración al municipio de Solidaridad.

Entidad:
Quintana Roo

Municipio:
Solidaridad

Migración

Población con lugar de residencia en marzo de 2015 distinto al actual*



*De 5 años y más.

Vivienda y Urbanización

El municipio de Solidaridad registra un total de 110 763 viviendas particulares ocupadas, de las cuales el 91.7% cuentan con agua entubada, 96.0% con drenaje, 96.3% con servicio sanitario, 95.4% con energía eléctrica, 92.0% con tinaco y 23.6% con cisterna o aljibe. El promedio de ocupantes por vivienda se estima en 3.0 y el promedio de ocupantes por cuarto en 1.2.

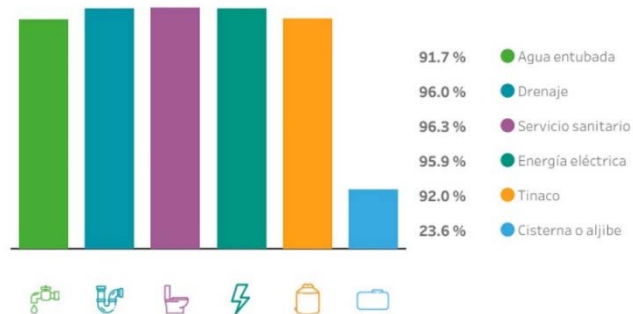
Disponibilidad de servicios y equipamiento.

Entidad: Quintana Roo

Municipio: Solidaridad

Vivienda

Disponibilidad de servicios y equipamiento



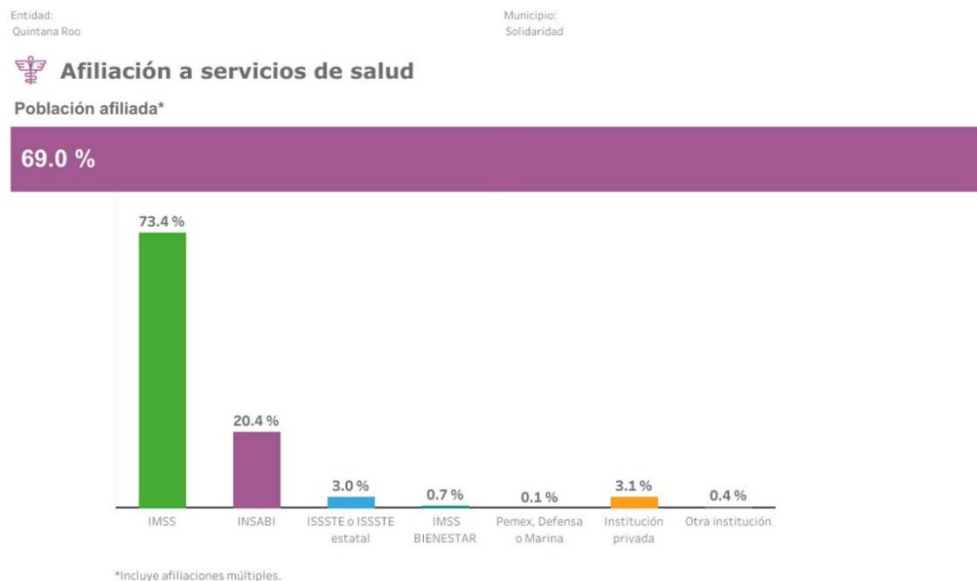
La principal fuente de abastecimiento de agua para el municipio son los pozos profundos de los que se registran un total de 669. El volumen promedio diario de extracción es de 676 mil metros cúbicos. En cuanto a la energía eléctrica se cuenta con 126 516 tomas instaladas, de las cuales 112 015 corresponden a domiciliarias (domésticas, industriales y de servicios) y 501 a no domiciliarias (agrícolas, alumbrado público y bombeo de aguas potables y negras) (INEGI, 2017).

En cuanto a vías de comunicación, respecto a longitud de la red carretera según tipo de camino, el municipio cuenta 56 km de carretera troncal federal y 30 km de carreteras secundarias pavimentadas (INEGI, 2017).

Salud y Seguridad Social

Respecto a salud el porcentaje de población afiliada a servicios de salud el municipio de Solidaridad cuenta con un 69.00% de personas afiliadas a servicios de salud y 27.53% no afiliadas. La condición de afiliación se registra de la siguiente manera: 73.4% están afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), 20.4% al Instituto de Saludo para el Bienestar (INSABI), EL 3.0% al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), 0.7% al Instituto Mexicano del Seguro Social Bienestar (IMSS Bienestar), 0.1% a Petróleos Mexicanos (PEMEX), el 3.1% a institución privada y el 0.4% a otra institución.

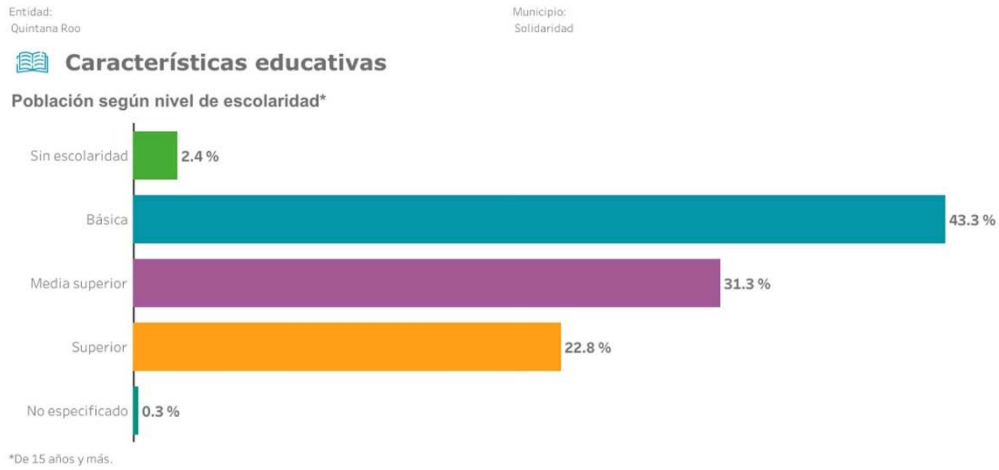
Afiliación a los servicios de salud para el municipio de Solidaridad.



Educación

De acuerdo con los resultados obtenidos del censo de 2020 del INEGI, en cuanto población de 15 años y más, según nivel de escolaridad, el 22.8% cuenta con el nivel superior de educación, el 31.3% con el nivel medio superior, el 43.3% con el nivel básico, el 2.4% sin escolaridad y el 0.3% no fue especificado. En cuanto a la tasa de alfabetización el 98.9% de la población de 15 a 24 años cuentan con la aptitud para leer y escribir, y el 97.7% de la población de 25 años y más, cuentan con la aptitud para leer y escribir. Hasta 2016, el municipio contaba con 95 planteles, 884 aulas, 4 bibliotecas, 35 laboratorios y 46 talleres (INEGI, 2017).

Población de 15 años y más, según nivel de escolaridad.



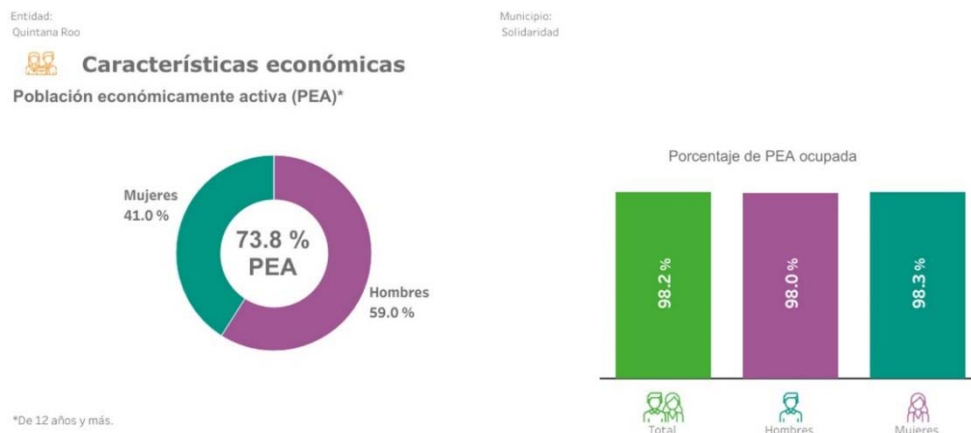
Aspectos Económicos

Población Económicamente Activa y Ocupada

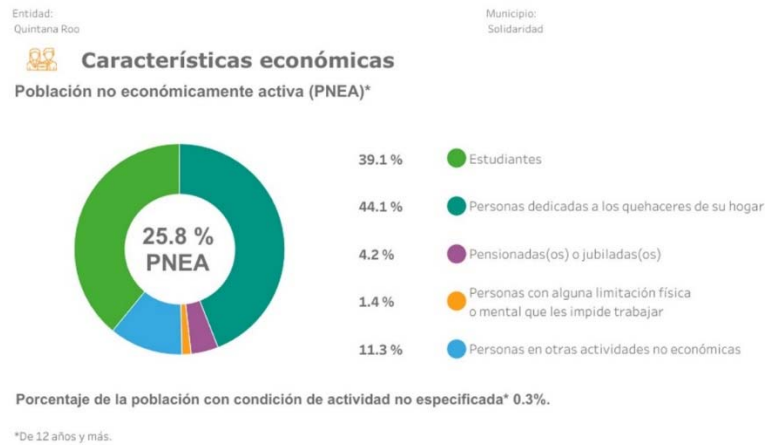
Geográficamente, 87.2% del total de las unidades económicas para Quintana Roo se concentra en cuatro municipios, Benito Juárez, Othón P. Blanco, Cozumel y Solidaridad. En conjunto estos municipios aportaron el 93.8% de la producción bruta total para el estado, Solidaridad contribuyó con el 24.6% (INEGI, 2017).

En el municipio de Solidaridad, entre 2010 y 2020, la población de 12 años y más pasó de 119 352 a 255 166 personas, de las cuales 73.8% conforman la población económicamente activa, y el 25.8% se identifica como población no económicamente activa. En cuanto a la población ocupada de 12 años y más, esta representa el 72.47%, mientras que el 1.36% se define como desocupada.

Población de 12 años y más económicamente activa (PEA).



Población no económicamente activa (PNEA).



Población Económicamente Activa en las Principales Localidades

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, para el 2020, Playa del Carmen, cabecera municipal de Solidaridad, registró una población de 12 años y más económicamente activa de 172 619, lo que representó, para ese año, el 74.00% de personas para la localidad. La población masculina económicamente activa fue estimada en 101 450 personas y la femenina en 77 201. La población no económicamente activa fue estimada en 65 912 habitantes.

Tanto la economía de Playa del Carmen como la del municipio y estado, está influida en buena medida por la dinámica del sector turístico. En Playa del Carmen se concentran cuatro quintas partes de la actividad económica del municipio. Los sectores que más aportaron a la economía del Playa del Carmen en el 2014, fueron el sector turismo (hotelero y preparación de alimentos y bebidas) y el comercio (Herrera, s.f.).

Turismo

La principal actividad económica del estado y del municipio es el turismo; en el 2019 la aportación del producto interno bruto estatal al sector terciario fue de 87.86% (Gobierno del Estado de Quintana Roo, s.f., recuperado de: <https://qroo.gob.mx/idefin/indicadores-economicos/>).

A nivel estatal, Solidaridad cuenta con el mayor número de hoteles (221) y cuartos (37 203). La infraestructura hotelera con que cuenta el municipio representa el 30.31% de los hoteles y 39.43% de los cuartos disponibles en el estado (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Infraestructura hotelera en Quintana Roo, por municipio (INEGI, 2017).

Municipio	Hotel		Cuartos	
	Número	%	Número	%
Bacalar	21	2.88065844	336	0.35619256
Benito Juárez	187	25.6515775	35549	37.6853844
Cozumel	49	6.72153635	3704	3.92659889
Felipe Carrillo Puerto	10	1.37174211	167	0.17703618
Isla Mujeres	39	5.34979424	3486	3.69549777
José María Morelos	6	0.82304527	41	0.04346397
Lázaro Cárdenas	29	3.97805213	547	0.579873
Othón P. Blanco	82	11.2482853	2510	2.6608432
Puerto Morelos	25	3.42935528	5052	5.3556095
Solidaridad	221	30.3155007	37203	39.4387847
Tulum	60	8.23045267	5736	6.08071578
Estatal	729	100	94331	100

En cuanto a ocupación hotelera, por centro turístico, Playa del Carmen y Playacar, ambos centros del municipio de Solidaridad, registran la llegada de 57 625 turistas residentes del país y 1 483 689 turistas no residentes en el país. El porcentaje de ocupación hotelera es de 85.6% para Playacar, con una estadía promedio de 6.3 noches por turista no residente en el país y de 4.1 noche por turista residente en el país, y 75.7% de ocupación para Playa del Carmen, con un promedio de estadía de 4.8 noches por turista no residente en el país y de 3.0 noche por turista residente en el país (INEGI, 2017).

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y CONCLUSIONES

El Proyecto se inserta al interior del macroproyecto Ciudad Mayakoba, destinado al desarrollo habitacional comercial, está regulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano el Jesusito (2015-2042) en el municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo. Este macroproyecto cuenta con una superficie de 409.25 ha y está autorizado en materia de impacto ambiental a través del oficio resolutivo número SGPA/DGIRA/DG/04219 del 19 de junio del 2013 y su última modificación a través del oficio SGPA/DGIRA/DG/01896 del 28 de marzo de 2022.

En el sistema ambiental definido para el proyecto, han interactuado factores tanto naturales como antropogénicos. Por un lado, las actividades humanas de tipo económico-turístico que han tenido lugar en el mismo desde hace varios años no sólo dentro del territorio definido como sistema ambiental sino en toda la zona que hoy es conocida como “Riviera Maya”, y por el otro, los efectos de los eventos naturales como los huracanes y tormentas tropicales, así como los subsecuentes incendios que generalmente preceden a los huracanes.

El clima en la zona, el subtipo $Aw_1(x')$ de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos, ocupa la mayor extensión del estado, básicamente al oeste y se prolonga a los estados de Campeche y Yucatán, sin embargo también se presenta en una franja transversal desde Puerto Morelos hacia Playa del Carmen, y Kantunilkin colindante con el Aw_0 y el Aw_2 , manifiesta una temperatura media anual de 26 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 y 7° C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad,

por otro lado la precipitación promedio anual es de 1100 a 1200 mm. **En este tipo de clima se ubica el predio de interés.**

La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h. Los huracanes son eventos meteorológicos que afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico.

Con relación a los tipos de suelo, los que se presentan en el sistema ambiental son: El primer grupo (Zo+Rc/1) Zolonchak órtico más Regosol calcárico con textura gruesa. Este grupo de suelo se distribuye sobre la barra arenosa paralela a la costa tiene un ancho de aproximadamente de 20 a 50 m, y en algunos lugares hasta 100 m, en él se distribuye por lo general la duna costera y en las partes de las zonas inundables se distribuye el humedal.

Segundo grupo Leptosoles: (E +I/2) Rendzina más Litosol con textura media. Este grupo de suelo se distribuye con mayor presencia en la zona norte en este se puede observar desde selva baja, selva mediana y vegetación secundaria además de establecimiento de cultivos.

Tercer grupo (I+Rc+E/2) Litosol más Regosol calcárico más Rendzina con textura media. Este grupo de suelo se distribuye en una pequeña franja paralela a la costa norte y hasta la laguna de Nichupté.

De acuerdo con estudios hidrológicos del estado (INEGI, 2002) y la Comisión Nacional del Agua (CNA), la zona que comprende la cuenca 32A (subcuenca "d") Riviera Maya, en la que se incluye el tramo Playa del Carmen Puerto Morelos y su área de influencia, se caracteriza por tener precipitaciones mayores de los 1000 mm anuales así como por la inexistencia de corrientes superficiales debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mejor permeabilidad y al relieve del mismo que es sensiblemente plano.

El área del SAR se localiza en una región cárstica de calizas o dolomitas que tienen drenaje subterráneo debido a la disolución de la roca. Las condiciones geológicas con la precipitación actúan en conjunto con la disolución de la roca caliza causado por el agua a través de la red de drenaje subterráneo y que ha creado de esta manera un paisaje cárstico típico de ríos subterráneos.

Con base en la descripción del medio abiótico y biótico que se presentó anteriormente, a continuación, se realiza un diagnóstico integral de estas condiciones ambientales con respecto al proyecto que se presenta. Para ello se utilizó un método de valoración semicuantitativo, donde a las unidades ambientales descritas en la caracterización ambiental se les atribuye los adjetivos: alto, medio, bajo o nulo, según los siguientes parámetros:

- Normatividad ambiental
- Diversidad
- Rareza
- Naturalidad
- Aislamiento

- Calidad
- Irreversibilidad
- Singularidad

En lo que se refiere a la **Normatividad Ambiental** vigente, en el SAR donde se pretende realizar el proyecto se registraron especies de flora *Thrinax radiata* (palma chit) en categoría de Amenazada no endémica y una especie de fauna *Boa constrictor* (Boa) en categoría de Amenazada no endémica. Cabe señalar que, en el Capítulo VI del presente DTU-BR y en el apartado de Medidas de Mitigación del presente documento, se proponen una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación para dichas especies, con la finalidad de contrarrestar el daño que pudieran generar las obras y actividades del proyecto. Por lo cual la realización del proyecto no afectaría a la biodiversidad del sitio o zonas aledañas debido a que, en las inmediaciones del proyecto, ya han sido modificadas fuertemente por las actividades antrópicas con relación al turismo.

Asimismo, no se identificaron en el predio elementos faunísticos, florísticos, geológicos o culturales poco comunes, raros o singulares dentro del mismo predio, dentro de la totalidad del Sistema Ambiental Regional de la zona. Por tanto, en el predio no existen elementos para evaluar la **Rareza** de ningún elemento ambiental.

Por otra parte, la actividad humana que mayor cantidad de afectaciones ha generado en la zona es sin lugar a duda la transformación de esta para el desarrollo turístico y habitacional. Y esta condición enfrenta una nueva etapa de afectación derivada de la incorporación de la zona a la planeación urbana de la ciudad. Así, las inmediaciones del conjunto de predios que conforma el sistema ambiental se encuentran sujetas a procesos de urbanización para atender el mercado turístico e inmobiliario.

Esta situación es la que obliga a planear la mejor forma de evitar proteger el capital biológico del conjunto predial y reducir al mínimo la pérdida de individuos de especies de gran valor ecológico o que cuentan con estatus de protección en la legislación ambiental. Por tal razón, la protección de la zona de conservación propuesta debe formar parte medular de las acciones de mitigación y compensación de impactos ambientales.



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 5. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE
LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES,
DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL



Contenido

5.	CAPÍTULO 5.....	4
5.1.	INTRODUCCIÓN	4
5.2.	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y JUSTIFICACIÓN DE SU USO	5
5.2.1.	<i>Indicadores de impacto</i>	8
5.2.2.	<i>Lista de indicadores de impacto ambiental.</i>	9
5.3.	CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	12
5.3.1.	<i>Lista de verificación o check list</i>	12
5.3.2.	<i>Matrices de importancia</i>	24
5.4.	VALORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS	27
5.5.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	30
5.6.	ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES.....	34
5.6.1.	<i>Impactos acumulativos</i>	34
5.6.2.	<i>Impactos residuales</i>	39
5.7.	CONCLUSIONES	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURA 5. 1.	FUNCIONES ANALÍTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL ...	6
FIGURA 5. 2.	MATRIZ DE EVALUACIÓN “VILLAGE ETAPA II”	29

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 5. 1.	VALORES DE LOS ATRIBUTOS	7
TABLA 5. 2.	INDICADORES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	9
TABLA 5. 3.	ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL	12
TABLA 5. 4.	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	13
TABLA 5. 5.	LISTA DE CHEQUEO PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS AMBIENTALES POR LAS ACTIVIDADES EN LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO	15

TABLA 5. 6.	LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN	18
TABLA 5. 7.	LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	20
TABLA 5. 8.	LISTA DE CHEQUEO DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES PREVISTOS PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	23
TABLA 5. 9.	IMPORTANCIA DEL IMPACTO (CONESA, 1996)	25
TABLA 5. 10.	INTERPRETACIÓN DE LOS VALORES DE IMPORTANCIA. (CONESA, 1996) .	26
TABLA 5. 11.	ESCALA DE PONDERACIÓN DE IMPACTOS PARA EL ÁREA DE INFLUENCIA 27	
TABLA 5. 12.	DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERARÁ EL PROYECTO.	30
TABLA 5. 13.	PROYECTOS EN EL SAR DEL PROYECTO “VILLAGE ETAPA II”	35
TABLA 5. 14.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POR ACTIVIDADES ANTERIORES	36
TABLA 5. 15.	CRITERIOS PARA EL ATRIBUTO DE ACUMULACIÓN	38
TABLA 5. 16.	IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS DEL PROYECTO	38
TABLA 5. 17.	IMPACTOS AMBIENTALES RESIDUALES DEL PROYECTO	39

5. CAPÍTULO 5.

5.1. Introducción

De acuerdo con la información referente a las obras y actividades contempladas en el proyecto denominado "Village Etapa II" (capítulo 2) y la caracterización del SAR (capítulo 4) de este DTU-BR, en este capítulo se identifican, describen y evalúan los efectos que pueden ser generados en el ambiente por la interacción de las acciones contempladas en el desarrollo del proyecto y los componentes ambientales.

La integración de este capítulo tiene como objetivo el dar cumplimiento a lo dispuesto por la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de evaluación del impacto ambiental, la cual establece que:

"La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: ...

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;

Es importante considerar que en una manifestación de impacto ambiental Modalidad Regional la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales deberá estar orientada a centrarse en aquellos que puedan resultar significativos, acumulativos y residuales, entendiéndose por impacto ambiental significativo, acumulativo y residual lo dispuesto en el artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA, mismo que se cita a continuación;

"Artículo 3o.- Para los efectos del presente reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y las siguientes:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

VII. Impacto ambiental acumulativo: 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;

X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;

VIII. Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce 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;"

Asimismo, se debe considerar las fuentes de cambio del proyecto, sus perturbaciones y sus efectos, derivado de cada una de las etapas que lo componen, para que la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales evalúe el impacto ambiental que generará el proyecto, tal y como lo establece el artículo 4 del Reglamento de la LGEEPA:

Artículo 4o.- Compete a la Secretaría:

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

La evaluación de impactos ambientales se lleva a cabo para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social con el fin de buscar alternativas para prevenirlos, mitigarlos y/o compensarlos.

La Evaluación de Impacto Ambiental se considera un proceso de análisis que anticipa tanto los Impactos negativos como positivos de las actividades del proyecto, así como para conocer la magnitud e importancia de dichos impactos sobre el medio físico, biótico y social permitiendo seleccionar alternativas e idear mecanismos de control para prevenir, mitigar y/o compensar sus efectos adversos o no deseados y potenciar aquellos que serán beneficiosos.

5.2. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales y justificación de su uso

La construcción y operación de un proyecto propicia una serie de impactos ambientales que modifican el entorno natural, así como la vocación del suelo, ocasionando diversas alteraciones en el medio ambiente. Por ello, la metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales es la técnica que permite analizar de forma sistemática, efectiva y oportuna la interacción de las actividades a desarrollarse durante la preparación del sitio y construcción de una obra con el objetivo de identificar y categorizar los impactos ambientales y sus efectos hacia los factores ambientales del medio donde tendrá incidencia, en este caso el proyecto denominado “Village Etapa II”.

Actualmente existe una gran variedad de metodologías para la identificación y evaluación de impactos ambientales; sin embargo, en la evaluación del impacto ambiental que generará alguna obra debe considerarse lo siguiente:

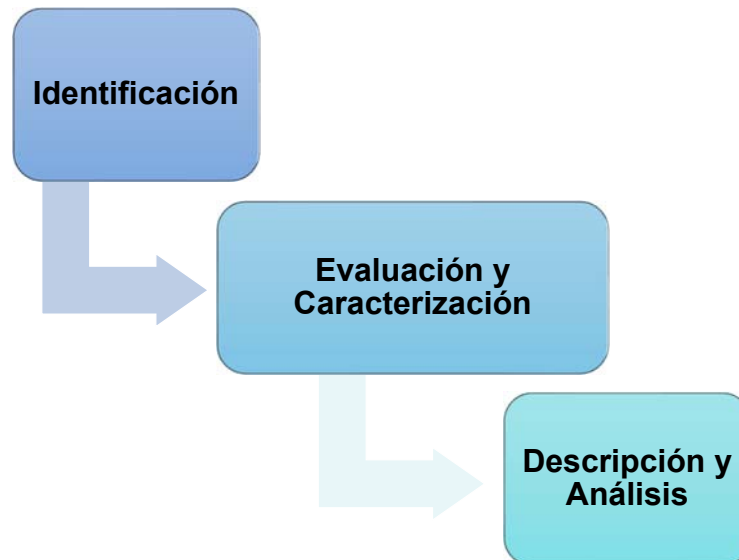
- a) Describir la acción generadora del impacto.
- b) Predecir la naturaleza y magnitud de los efectos causados por las obras y actividades del proyecto.
- c) Interpretar los resultados para prevenir los posibles efectos negativos en el SAR.

Para el caso específico del proyecto denominado “Village Etapa II” se basó en la lista de verificación o check list, la aplicación de la lista de verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en 2 fases o etapas: Operación y Mantenimiento; de acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador se elaboró una primer lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolló la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. El grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica “Ad hoc”, y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto denominado “Village Etapa II”.

Posteriormente se desarrolló una metodología específica para estimar los efectos adversos que podrían afectar a los componentes y factores ambientales del SAR, dicha metodología garantizara la estimación de los efectos provocados por la construcción, operación y mantenimiento del proyecto denominado “Village Etapa II”, y que permitiera reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el mismo. Derivado de ello, el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El método de evaluación de impactos ambientales debe permitir la medición del grado de intensidad e incidencia del efecto impactante y de la acción que impacta, definiendo en primer lugar si el efecto es positivo o negativo, así como su efecto temporal y espacial, tomando en cuenta la capacidad del elemento impactado de absorber o recuperarse de dicho impacto.

Figura 5. 1. Funciones analíticas para la evaluación de impacto ambiental



La justificación de la metodología utilizada a continuación radica en que el uso combinado de técnicas hace posible un análisis equilibrado entre la percepción subjetiva y el análisis cuantitativo de la evaluación. Asimismo, permite profundizar en el conocimiento del sitio donde se realizará el proyecto e identificar las áreas de influencia directa e indirecta del mismo, necesarias para el análisis de los impactos ambientales.

Con base a la información descrita en los Capítulos anteriores, se procedió a realizar paso a paso la metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto denominado “Village Etapa II” considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas como:

Identificación: Con la ayuda de *matrices de interacción*, se identificaron las relaciones causa-efecto, que son las posibles afectaciones ambientales producidas por las obras y actividades del proyecto. Después se elaboró un cribado para poder determinar su denominación; es decir,

se establecen los impactos ambientales como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana.

Evaluación y Caracterización: Se determina la *importancia* de los impactos ambientales, la cual se define por una serie de atributos, de tipo cualitativo, que caracterizan y evalúan dicha afectación a través de una serie de 10 criterios.

Descripción y Análisis: A partir del índice de importancia de cada impacto ambiental, se hace el *análisis de la significancia* de los impactos ambientales, para poder realizar la descripción de éstos.

En este caso el valor será medido a través de la asignación del “valor de importancia” del impacto método descrito por Vitoria Fdz. (1995), basado en el Método del Instituto Batelle-Colombus, llamado matriz de importancia, la cual consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones impactantes y dispuestas en filas los factores ambientales susceptibles a recibir impactos.

Para definir las acciones impactantes y los factores impactados se utilizará en este caso una lista de chequeo, una vez identificada las posibles alteraciones, se hace una previsión y valoración de las mismas.

La valorización cualitativa se efectuará a través de la matriz de impactos. Cada casilla de cruce en la matriz o tipo de elemento, nos dará la idea del efecto de cada acción impactante sobre cada factor ambiental impactado. Mediremos el impacto, en base al grado de manifestación cuantitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto. Los elementos tipo, o casillas de cruce de la matriz, estarán ocupados por la valoración correspondiente a once símbolos siguiendo el orden espacial, más una casilla que sintetiza en una cifra la importancia del impacto en función de la fórmula:

La importancia de los impactos (I= Importancia), se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

Donde la I = importancia es resultado de los valores asignados a cada atributo de acuerdo con la siguiente Tabla 5.1:

Tabla 5. 1. Valores de los atributos

Naturaleza	+ -	Extensión (EX) (área de influencia)	1 a (>4)
Sinergia (SI) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3	Efecto (EF) (Relación causa – efecto)	1 - 4
Persistencia (PE) (Permanencia del efecto)	1 a 3	Periodicidad (PR) (Regularidad de la manifestación)	1 a 3
Recuperabilidad (MC) (por medios humanos)	1 a 8	Intensidad (I) (Grado de destrucción)	1 a 12
Momento (MO) (Plazo de manifestación)	1 a (>4)	Reversibilidad (RV)	1 a 4
Acumulación (AC) (Incremento progresivo)	1 a 4		

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100; Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75 y críticos cuando el valor sea superior a 75.

En este caso, con la metodología de valor de importancia un impacto significativo equivaldría a más de un impacto con valor de importancia crítico o varios impactos residuales y/o acumulativos con un valor de importancia severo.

Las matrices son métodos cualitativos que permiten evaluar las relaciones directas causa-efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un proyecto y los componentes ambientales involucrados en el mismo. Las matrices de interacción son herramientas valiosas para la EIA, ya que permiten no sólo identificar y evaluar los impactos producidos por un proyecto, sino valorar cualitativamente varias alternativas de un mismo proyecto y determinar las necesidades de la información para la evaluación y la organización de la misma.

Es muy importante resaltar que en esta metodología basada en la matriz de doble entrada se relacionan las acciones o actividades contra los factores o elementos ambientales, en relación con otras metodologías comunes que relacionan los impactos considerados por el evaluador contra los elementos ambientales.

Se considera que la ventaja de esta metodología de relacionar las acciones y no los impactos, es que los posibles impactos son resultado de la identificación y evaluación, lo que evita la redundancia y la sub-valoración o sobre-evaluación de las acciones.

5.2.1. Indicadores de impacto

Para identificar los posibles impactos ambientales con la inclusión del proyecto denominado "Village Etapa II" consistente en el desarrollo de obras y actividades de infraestructura de uso habitacional y comercial, con el aprovechamiento de 8.000850 ha, a través del CUSTF de 7.10 ha de los cuales 20,399.76 m² se distribuirán en el Lote 38 y 50,612.517 m² en el Lote 39, destinando 3.19 ha para la conservación de la vegetación en su estado natural, distribuidas; es necesario establecer indicadores que señalen su efecto y tendencia. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial, o bien están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y adimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generará el proyecto, lo que en este caso se logró con el método de la Matriz de Importancia, ya que el índice de importancia uniformiza los criterios. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como "*la expresión medible de un impacto ambiental*" con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, indicadores cualitativos, tienen un valor cuantitativo, y los que se utilizaron cumplen con los siguientes requisitos:

Representatividad. - Se refiere a que es un indicador que evidencia los cambios al elemento afectado.

Relevancia. - La información que aporta es indicativa en términos de tiempo y espacio.

Excluyente. - Que no es repetitiva con otros indicadores, lo que podría llevar a una sobrevaluación de algunos efectos.

Cuantificable. - Que es medible en términos cuantitativos de requerirse.

Fácil identificación. - que es claro y conciso.

5.2.2. Lista de indicadores de impacto ambiental.

Con el fin de elegir los indicadores ambientales que sean representativos y de relevancia en el área de estudio se eligieron los elementos que en base a la caracterización del medio abiótico, biótico y socioeconómico son cuantificables y de fácil identificación.

A partir de la información de los capítulos anteriores, donde se describieron las acciones que se requieren para realizar el proyecto, así como los elementos relevantes del ambiente, se eligieron los indicadores para este sitio en particular. A continuación se describe el término en que se evaluó cada uno de los indicadores en la Tabla 5.2:

Tabla 5. 2. Indicadores ambientales para la evaluación de impacto ambiental

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
Abiótico	Atmósfera	Calidad perceptible del aire	Calidad del aire expresada en términos de percepción ausencia o presencia de contaminantes, los cuales se infieren por el tipo de actividades e insumos a utilizar, así como la concentración de polvo y partículas en suspensión, según la superficie y la población afectada en cada zona.
		Nivel de ruido	Es el grado de bienestar o confort en función del nivel del ruido durante el día y la noche. Es el nivel sonoro en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental y se determina, por los datos conocidos de la medida ponderada del nivel equivalente (Leq.dB(A) de los equipos y maquinaria a utilizar.
		Microclima	Se refiere a los elementos que conforman el clima en micro escala, como el efecto albedo, humedad, insolación o sombra, entre otros, en este caso el microclima es parte del nicho de especies vegetales y animales, así como un factor de confort social.
		Composición gaseosa	Índice de calidad del aire, promedio diario del nivel de inmisión de CO, NO ₂ , SO ₂ y concentración de hidrocarburos.
		Acústica	Nivel sonoro equivalente diurno o nocturno en un punto crítico y/o representativo del impacto ambiental.
	Geología	Material (tipo de roca)	Unidades homogéneas de roca.
		Afloramientos rocosos	Variación de riesgos existentes y desplazamiento de materiales.
	Suelo	Erodabilidad	Media ponderada de materiales desplazados.

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante	
		Calidad del suelo	Son los niveles de elementos extraños o no procesables en el suelo y el subsuelo que modifican su composición y con ello los procesos físicos, químicos y biológicos, naturales.	
		Cantidad y tipos de suelo	Este rubro se refiere al desplazamiento de la capa fértil o rica en nutrientes del suelo así como al tipo de suelo existente y los que serían afectados por las obras.	
		Relieve y carácter topográfico	Se refiere a la superficie que será alterada, directa e indirectamente, por las obras o modificación de la topografía.	
	Agua	Calidad del agua subterránea	Este elemento resulta particularmente sensible en el sistema debido a dos condiciones exclusivas de la Península de Yucatán que corresponden a la existencia de un sustrato calcáreo de alta permeabilidad donde el principal reservorio de agua dulce corresponde al manto freático, del que depende el abastecimiento de agua para la población y que desemboca finalmente al mar.	
	Paisaje Fondo escénico y estético	Naturalidad.	Son los espacios sin modificación del paisaje en donde no se han producido actuaciones humanas y estas pueden ser: espaciales, puntuales lineales y superficiales.	
		Calidad Paisajística Visual y	Está conformada por tres elementos de percepción: por las características intrínsecas del sitio, por la calidad visual y la calidad de fondo escénico.	
		Fragilidad	Unidad de paisaje definida y su calidad: grado de excelencia o méritos de conservación de cada unidad y del conjunto.	
	Biótico	Vegetación	Abundancia de la vegetación	En este elemento se evalúa su composición en número de especies, de ejemplares por especie y distribución. Así como la superficie que ocupa cada ecosistema con obra y sin obra.
			Diversidad de la vegetación	Cambios en superficie (área) de la cobertura vegetal / ecosistema. Superficie vegetación azonal activa (en el estado de conservación de los ecosistemas). Distribución ecosistemas. Abundancia de especies vegetales. Abundancia especies vulnerables. Diversidad y composición de especies -Riqueza de especies.
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010			La existencia de especies de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.	
Fauna		Diversidad de la fauna	Abundancia especies migratorias. Abundancia especies dominantes. Diversidad y composición de especies. Riqueza de especies.	

Medio	Factor ambiental	Indicador	Criterios que lo hacen relevante
		Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies faunísticas que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
		Sucesión ecológica	Afectación a los microecosistemas por el efecto barrera.
Socioeconómico	Territorio, Servicios e infraestructura.	Compatibilidad del uso de suelo y cuerpos de agua	Son las actividades que se desarrollan en el predio y sus colindancias, así como la política de uso, y la capacidad de recepción del proyecto, evaluando la congruencia con el desarrollo económico y social en la zona.
		Infraestructura Redes de abastecimiento básico	Es el impacto que tendrá el proyecto en la red de abastecimiento en el área, como es el abastecimiento y tratamiento del agua, electricidad y comunicaciones en cuanto a la demanda que tendrá de ellos el proyecto, y se mide en función del incremento de esta necesidad a nivel local.
	Salud y Seguridad social	Número de accidentes laborales por actividad	Riesgo de accidentes, por uso de equipo pesado.
		Calidad de vida	Factores económicos: el ingreso del país y el de los habitantes; la empleabilidad y la vivienda. Factores sociales: como condiciones de paz o guerra, servicios, políticas públicas y seguridad. Factores culturales: que incluyen educación, espacios de recreación y tiempo libre. Factores ambientales: recursos naturales y calidad del aire. Factores de salud: atención médica, estado físico y emocional, y esperanza de vida de las personas.
	Economía	Nivel de empleo	Este corresponde a uno de los rubros socioeconómicos más importantes, en el desarrollo de proyectos de construcción, en los cuales se requiere de trabajadores en todas sus etapas. Si bien esta característica constituye un beneficio económico para los involucrados, suele también producir afectaciones de tipo social como: migración, marginación, demanda de servicios, entre otros.
		Cambio de valor de suelo	El valor del suelo dependiendo de la aptitud territorial y el tipo de actividad a realizar puede aumentar o verse degradado.
		Derrama económica	En este rubro se contempla la afectación a la economía local y regional, que puede ser directa o indirecta, como son los ingresos a la administración o economía local, el nivel de consumo.
		Actividades Urbanas	Patrón de distribución de los asentamientos humanos en el espacio.

5.3. Caracterización de los impactos

5.3.1. Lista de verificación o check list

A continuación se presentan los listados de las actividades por cada etapa del proyecto “Village Etapa II”, posteriormente el Check List compuesto que consiste únicamente en lista las acciones y factores ambientales sin discutirlos. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados.

Por lo que en la siguiente Tabla se muestran las actividades o acciones que se llevarán a cabo durante las diferentes etapas del proyecto “Village Etapa II”:

Tabla 5. 3. Actividades generadoras de impacto ambiental

Acciones identificadas como resultado del desarrollo del proyecto que podrían causar impactos		
ETAPA	No	Acción
Preparación	1	Trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de conservación y áreas de construcción.
	2	Rescate o ahuyentamiento de flora y fauna terrestre
	3	Despalme y limpieza del terreno de vegetación
	4	Conformación del terreno (aplanado, nivelación, relleno y compactación)
	5	Acondicionamiento de obras provisionales (Almacén de materiales y equipo y oficinas centrales)
	6	Reubicación de fauna
Construcción	7	Operación de obras provisionales
	8	Excavación
	9	Cimentación de edificaciones y acondicionamiento de andadores
	10	Estructura, albañilería, instalaciones y acabados de edificaciones (construcción de muros y pisos, y construcción de losas y techos)
	11	Equipamiento, infraestructura, servicios y áreas verdes
	12	Operación de maquinaria y vehículos.
	13	Manejo de residuos sólidos (Destinar áreas temporales para Residuos)
	14	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza general del sitio
Operación y Mantenimiento	15	Operación del programa de Vigilancia Ambiental
	16	Limpieza y mantenimiento de instalaciones y áreas verdes (Manejo de Residuos sólidos)
	17	Uso de almacenes e instalaciones
	18	Operación de infraestructura, de servicios y residencial

Una vez identificadas las actividades o acciones que llevara a cabo el proyecto “Village Etapa II”, se identifican los factores ambientales que se impactarán en las diferentes etapas por el desarrollo del proyecto, ya sea positiva o negativamente.

A continuación se enlistan los factores ambientales que se verán afectados:

Tabla 5. 4. Lista de chequeo para identificar los elementos ambientales por las actividades en la etapa de preparación y construcción del proyecto

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>preparación y construcción</u> del sitio?
Atmósfera	Calidad perceptible del aire	Si, las actividades de trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de conservación y áreas de construcción, el transporte de los materiales de construcción y las labores de construcción generan polvos y sólidos suspendidos que generalmente se acumulan en los alrededores del sitio.
	Nivel de ruido	Si, el nivel sonoro se modifica en las áreas de trabajo, por las labores de construcción y presencia de trabajadores, el paso de vehículos, en el horario de trabajo al retirarse el nivel sonoro regresa a la normalidad.
	Microclima	Si, de manera temporal por efecto y acción de la disminución de humedad y emisión de gases, que se atenuará gradualmente conforme se implementen actividades de reforestación, adecuación de áreas verdes y ajardinadas del proyecto.
	Composición gaseosa	Si, de manera temporal por transportes de materiales y por la circulación de vehículos, maquinaria o equipo para la construcción del proyecto.
Suelo	Calidad del suelo	Si, en las áreas de construcción se retirara la capa superficial de suelo, trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de construcción, ya que existe la posibilidad de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos derivado de tales acciones de preparación.
	Cantidad y tipos de suelo	Si, por las actividades de cimentación de edificaciones y acondicionamiento de vialidades del proyecto dando paso a la compactación del suelo.
	Relieve y carácter topográfico	Si, por las labores de construcción se requiere nivelar el sitio donde se construyen las edificaciones, modificando el relieve y la topografía del sitio.
Agua	Calidad del agua subterránea	No, no se modifica la calidad del agua subterránea, se contempla el adecuado manejo de residuos sólidos, se utilizarán las mismas obras del proyecto como baños y almacenes.
	Calidad del agua marina y dinámica de la playa.	No, en la etapa de preparación y construcción no se realizarán actividades en la zona de playa o en la zona marina.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>preparación y construcción</u> del sitio?
Paisaje fondo escénico y estético	<p>Naturalidad. Calidad Paisajística y Visual Fragilidad</p>	<p>Sí, el paisaje se ve temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, cuya obra se encuentra planeada dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetara y elevara la calidad ecológica del mismo.</p>
Vegetación	<p>Abundancia de la vegetación</p>	<p>No, no se afectara la composición en número de especies, de ejemplares por especie ni distribución dado que el proyecto implementara nuevas obras en cuyas zonas se encuentran desprovistas de vegetación y las albercas sobre obras ya construidas.</p>
	<p>Diversidad de la vegetación</p>	<p>No, no habrá cambios en superficie de cobertura vegetal ni en la diversidad y composición de especies -Riqueza de especies dado que las obras nuevas del proyecto se realizaran en zonas desprovistas de vegetación y las obras que se ampliaran en zonas ya construidas.</p>
	<p>Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>	<p>No, si bien existen especies de flora que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma, dentro del área del proyecto estas no serán afectadas por el desarrollo de las actividades del mismo.</p>
Fauna	<p>Diversidad de la fauna</p>	<p>No, considerando que en la etapa de preparación del sitio para la construcción no se contempla la remoción de ningún tipo de vegetación dado que las obras nuevas se realizaran en sitios desprovistos de ésta y las obras que requieren ampliación se realizaran sobre obras existentes, por lo tanto no se disminuirán áreas de alimentación y refugio, ni se fragmentará la continuidad de la vegetación.</p>
	<p>Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>	<p>No, dado que previamente se rescatara, ahuyentara o reubicará la posible fauna encontrada dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.</p>
Territorio, Servicios e infraestructura.	<p>Compatibilidad del uso de suelo y cuerpos de agua</p>	<p>No, las actividades que se desarrollan en el predio son compatibles con la política de uso de suelo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito.</p>

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>preparación y construcción</u> del sitio?
	Infraestructura Redes de abastecimiento básico	No, el sitio de ubicación del proyecto ya cuenta con todos los servicios públicos de primera mano, por lo que no requerirá de realizar costos altos para dotar al predio de estos.
Socioeconomía	Nivel de empleo	Sí, se generarán empleos temporales directos e indirectos para la preparación del sitio, trazo, nivelación topográfica, delimitación de áreas de conservación y áreas de construcción para la estructura, albañilería, instalaciones y acabados de edificaciones, lo que permite el aumento de la calidad de vida de personal de la región.
	Derrama económica	Si, se requerirán materiales de construcción los cuales se abastecerán de productos en los comercios locales, lo que contribuye al movimiento económico de la región.

Tabla 5. 5. Lista de chequeo para identificar los elementos ambientales por las actividades en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>operación y mantenimiento</u> del sitio?
Atmósfera	Calidad perceptible del aire	No, en esta etapa las emisiones son por la combustión de equipos y vehículos, no se generan emisiones perceptibles.
	Nivel de ruido	Si, se generará ruido por las actividades que se realicen en el predio. En general se mantiene en buenas condiciones para tener un ambiente de confort sonoro.
	Microclima	No, en esta etapa no se modifica el microclima, la infraestructura permitirá la conservación de vegetación que se encuentra en el predio del proyecto además de que éste se encuentra diseñado de manera arquitectónica compatible con el entorno que le rodea respetara y elevara la calidad ecológica del mismo.
	Composición gaseosa	Si, de forma mínima por actividades de limpieza y mantenimiento de instalaciones y descarga de aguas de rechazo.
Suelo	Calidad del suelo	No, en esta etapa no se modificará la calidad del suelo, el riesgo sería el uso de agroquímicos con componentes contaminantes.
	Cantidad y tipos de suelo	No, la afectación se dio en la etapa de preparación la cual será permanente por la actividad de cimentación de edificaciones.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>operación y mantenimiento</u> del sitio?
	Relieve y carácter topográfico	No, en esta etapa ya no se modifica el relieve o la topografía del sitio.
Agua	Calidad del agua subterránea	No, no se modifica la calidad del agua subterránea, se contempla el adecuado manejo de residuos sólidos y el uso de sanitarios ya construidos dentro del proyecto durante la etapa de operación del proyecto.
	Calidad del agua marina y dinámica de la playa.	No, en la etapa de operación y mantenimiento solo se dará mantenimiento a las obras que ya se encuentran en la zona de playa.
Paisaje Fondo escénico y estético	Naturalidad. Calidad Paisajística y Visual Fragilidad	No, en esta etapa el proyecto se habrá integrado al medio natural de la zona, en donde se respetara y elevara la calidad ecológica del mismo con el área de conservación y áreas ajardinadas.
Vegetación	Abundancia de la vegetación	No, en esta etapa el proyecto contempla el mantenimiento de las áreas de conservación del proyecto.
	Diversidad de la vegetación	No, se cuidará la jardinería con especies nativas, así como las áreas de conservación.
	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	No, esta etapa considera actividades de mantenimiento y restauración para las áreas de conservación.
Fauna	Diversidad de la fauna	No, la fauna que permanezca en el predio se adaptará a la presencia de la gente y a las actividades de operación.

Factor ambiental	Indicador	¿Las actividades del proyecto impactan al elemento indicador en la etapa de <u>operación y mantenimiento</u> del sitio?
	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Si, en esta etapa se genera una nueva dinámica de las especies que permanezcan en el sitio y la llegada de especies oportunistas adaptadas a la presencia de las actividades humanas; sin embargo, se contempla dar seguimiento con el Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto.
Territorio, Servicios e infraestructura.	Compatibilidad del uso de suelo y cuerpos de agua	No, las actividades que se desarrollan en el predio son compatibles con la política de uso de suelo establecido en Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y Programa Parcial de Desarrollo Urbano El Jesusito..
	Infraestructura de Redes de abastecimiento básico	Sí, se requiere de un ligero aumento en el abastecimiento de servicios, ya que, aunque la zona de ubicación del proyecto cuente con servicios básicos, el desarrollo del proyecto requiere cubrir las necesidades básicas en el área donde se desarrollara el mismo, realizando los trabajos necesarios para abastecer de estos beneficios al complejo habitacional.
Socioeconomía	Nivel de empleo	Sí, se generarán empleos permanentes.
	Derrama económica	Si, el complejo se abastecerá de productos en los comercios locales, regionales y de importación lo que contribuye al movimiento económico de la región.

Una vez que se identificaron los factores que pueden ser impactados, así como las actividades que generan modificaciones, se describen a continuación los impactos ambientales potenciales positivos y negativos previstos en cada una de las etapas del proyecto “Village Etapa II”:

A cada impacto se le clasificó como negativo, en el caso de que sus efectos provocaran un detrimento en los atributos de cada factor considerado; o positivo si mejoraban la calidad ambiental del SAR o implicaban una mejoría en los procesos socioeconómicos que lo caracterizan.

En la Tabla 5.6 se presenta la lista de chequeo correspondiente a la etapa de Preparación del sitio, en la Tabla 5.7 la lista de chequeo para la construcción y en la Tabla 5.8 se muestra la lista de chequeo de las etapas de operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 5. 6. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de preparación

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
1	Trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de conservación y áreas de construcción.	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Atmósfera	Aeropartículas minerales y Composición gaseosa	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Porcentaje o índices de la utilización de servicios y de consumo	Demanda de insumos y servicios
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Fauna	Abundancia de especies dominantes y diversidad y composición de especies de fauna	Reducción de hábitats terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de vegetación
		Paisaje	Calidad Paisajística y Visual.	Alteración por el movimiento de tierras y la composición paisajística del sitio.
Paisaje	Calidad Paisajística y Visual.	Modificación constante del paisaje		
2	Rescate o ahuyentamiento de flora y fauna terrestre	Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Conservación de individuos rescatados
		Flora	Densidad y riqueza	Conservación de individuos rescatados
3	Despalme y limpieza del terreno de vegetación	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de vegetación
4	Conformación del terreno (aplanado, nivelación, relleno y compactación)	Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua subterránea
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de vegetación
5	Acondicionamiento de obras provisionales (Almacén de materiales y equipo y oficinas generales)	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				atmosférica
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de vegetación
6	Reubicación de fauna	Suelo	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Suelo	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Densidad y riqueza	Reubicación de individuos rescatados
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres

Tabla 5.7. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de construcción.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
7	Operación de obras provisionales	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
8	Excavación	Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua subterránea
		Tierra	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Tierra	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		9	Cimentación de edificaciones y acondicionamiento de vialidades y andadores	Agua
Agua	Calidad			Reducción del riesgo de contaminación del agua
Agua	Calidad			Reducción a la modificación de la calidad del agua subterránea
Atmósfera	Calidad			Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
Atmósfera	Calidad			Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
Suelo	Superficie			Pérdida, erosión o compactación del suelo
Suelo	Calidad			Reducción del riesgo de contaminación del suelo
Suelo	Calidad			Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
Socioeconómico	Empleo			Demanda de mano de obra
Socioeconómico	Empleo			Demanda de insumos y servicios
10	Estructura, albañilería, instalaciones y acabados de edificaciones (construcción de muros y pisos y construcción de losas y techos)	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
11	Equipamiento, infraestructura servicios y áreas verdes	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
				suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
12	Operación de maquinaria y vehículos.	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Reducción a la modificación de la calidad del agua subterránea
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Fauna	Distribución	Desplazamiento de fauna silvestre
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
13	Manejo de residuos sólidos (Destinar áreas temporales para Residuos)	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Suelo	Cantidad y tipos de suelo	Pérdida de la capa de suelo superficial.
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna bentónica
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
14	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza general del sitio	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Suelo	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios

Tabla 5. 8. Lista de chequeo de impactos ambientales potenciales previstos para la etapa de operación y mantenimiento.

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
15	Operación del programa de Vigilancia Ambiental	Agua	Volumen	Ahorro en el consumo de agua
		Agua	Calidad	Mejoramiento en la calidad del agua residual
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Suelo	Superficie	Conservación de suelo
		Flora	Densidad y riqueza	Aumento de la densidad vegetal por la reforestación
		Flora	Densidad y riqueza	Conservación de la cobertura vegetal
16	Limpieza y mantenimiento de instalaciones y áreas verdes (Manejo de Residuos sólidos)	Agua	Volumen	Ahorro en el consumo de agua
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Suelo	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
17	Uso de almacenes e instalaciones	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Suelo	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de mano de obra
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios
18	Operación de infraestructura,	Agua	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del agua

No.	Acción	Factor	Indicador	Impacto
	de servicios y residencial	Agua	Calidad	Riesgo de contaminación de agua por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Atmósfera	Calidad	Riesgo de contaminación atmosférica por gases, ruido y polvos
		Atmósfera	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación atmosférica
		Suelo	Erodabilidad	Disminución de la tasa de erosión del suelo
		Suelo	Volumen	Descompactación de áreas temporales utilizadas
		Suelo	Calidad	Reducción del riesgo de contaminación del suelo
		Suelo	Superficie	Pérdida, erosión o compactación del suelo
		Suelo	Calidad	Riesgo de contaminación de suelo por residuos sólidos, líquidos y peligrosos
		Fauna	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de fauna terrestres
		Fauna	Densidad y riqueza	Reducción de hábitats terrestres
		Flora	Densidad y riqueza	Pérdida de individuos de vegetación
		Socioeconómico	Empleo	Demanda de insumos y servicios

5.3.2. Matrices de importancia

Las matrices permiten identificar los impactos ambientales que se generan por la realización de las obras y actividades que conforman el proyecto y que se complementa con la información obtenida en las listas de chequeo, permitiendo con ello identificar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los principales impactos ambientales positivos y negativos que serán generados con la implementación del proyecto.

Para la identificación y caracterización de los efectos ambientales generados por la implementación del proyecto "Village Etapa II" se aplicó la metodología denominada Matriz de Importancia. Esta técnica emplea los siguientes criterios para la evaluación de los impactos ambientales y de las actividades del proyecto:

Para la evaluación en la *Matriz de Importancia* de la metodología elegida se utilizaron los siguientes criterios:

Signo: (+) benéfico (-) perjudicial

Se refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los componentes o factores ambientales considerados.

El impacto se considera positivo cuando el resultado de la acción sobre un factor ambiental produce una mejora de la calidad ambiental de este último. Por el contrario, el impacto se considera negativo cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.

I= Intensidad: Grado de incidencia sobre el factor, 1 a 12, éste último representa la total destrucción, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias Intensidad Muy alta (8); Intensidad Alta (4); Intensidad Media (2).

Ex= Extensión: Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno en que se manifiesta), donde los valores asignados son 1: puntual; 2: parcial; 4: extenso; 8: total.

Mo= Momento: El tiempo transcurre entre la acción y la aparición del efecto; Inmediato y corto plazo (4), 1-5 años de plazo (2), largo plazo más de 5 años (1).

Pe= Persistencia. Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y hasta que el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales naturalmente o mediante introducción de medidas correctoras. Fugaz: menos de 1 año (1); temporal menos de 10 años (2); permanente más de 10 años (4).

Rv= Reversibilidad: La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, a corto plazo (1); a mediano plazo (2); si el efecto es irreversible se le asigna el máximo de 4.

Mc= Recuperabilidad: La posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de medidas correctoras. Se asignan valores de 1 a 8 éste último se asigna si el impacto es irrecuperable.

Si= Sinergia: Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, que es superior a la suma, el criterio toma valores de 1 a 4.

Ac=Acumulación: Este criterio da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto identificado, los valores van de 1 si no es acumulativo, y 4 si es acumulativo.

Ef= Efecto: Se refiere a la relación causa – efecto, es decir la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, el efecto es directo o primario (4), o secundario, indirecto (1).

Pr= Periodicidad: Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto; sea cíclica o recurrente (efecto periódico), o impredecible en el tiempo (irregular), 0 constante en el tiempo (continuo). Los valores van de 1 en los discontinuos, 4 en continuos y 2 en periódicos.

Importancia de impacto (I): Es la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, es la estimación del impacto en base al grado de manifestación cualitativa del efecto. La importancia se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$I = \pm [(3(IN) + 2(EX) + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)]$$

Todos los criterios van a dar el valor de Importancia del impacto; es decir, la importancia de la acción sobre el factor ambiental, independientemente de la importancia del factor ambiental.

Para la valoración de las acciones y actividades del proyecto que generarán los impactos ambientales se emplearon los criterios que se muestran en la siguiente tabla de manera resumida:

Tabla 5. 9. Importancia del impacto (Conesa, 1996)

Criterio	Descripción	Símbolo	Manifestación	Valor
Naturaleza		Signo	Impacto benéfico	+
			Impacto perjudicial	-
Extensión	Área de influencia	EX	Puntual	1
			Parcial	2
			Extenso	4
			Total	8
			Critico	+4

Criterio	Descripción	Símbolo	Manifestación	Valor
1Persistencia	Permanencia del efecto	PE	Fugaz	1
			Temporal	2
			Permanente	4
Sinergia	Regularidad de la manifestación	SI	Sin sinergia (simple)	1
			Sinérgico	2
			Muy sinérgico	4
Efecto	Relación causa-efecto	EF	Indirecto	1
			Directo	4
Recuperabilidad	Reconstrucción por medios humanos	MC	Recuperable de manera inmediata	1
			Recuperable a medio plazo	2
			Mitigable	4
			Irrecuperable	8
Intensidad	Grado de destrucción	I	Baja	1
			Media	2
			Alta	4
			Muy alta	8
			Total	12
Momento	Plazo de la manifestación	MO	Largo plazo	1
			Medio plazo	2
			Inmediato	4
			Critico	+4
Reversibilidad		RV	Corto plazo	1
			Medio plazo	2
			Irreversible	4
Acumulación	Incremento progresivo	AC	Simple	1
			Acumulativo	4
Periodicidad	Regularidad de la manifestación	PR	Irregular o aperiódico y discontinuo	1
			Periódico	2
			Continuo	4
Importancia		I	$I = \pm[3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$	

El valor de importancia toma valores entre 13 y 100, tal como se enlista y se muestra en la siguiente tabla:

- Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son irrelevantes, es decir que el ambiente puede aceptarlos, sin repercusiones severas.
- Los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50.
- Serán severos cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75.
- Críticos cuando el valor sea superior a 75.

Tabla 5. 10. Interpretación de los valores de importancia. (Conesa, 1996)

Impacto	Valor numérico
Irrelevantes o compatibles	Menores de 25
Moderados	25-50
Severos	50-75
Críticos	+75

Una vez que se obtiene el valor de importancia de cada casilla de cruce se realiza una valoración cualitativa de cada una de las acciones impactantes y de cada factor ambiental que ha sido objeto de impacto.

La suma algebraica del valor de importancia de cada columna nos indicara la acción más agresiva, altos valores negativos, las poco agresivas bajos valores negativos y las beneficiosas con valores positivos, en la suma algebraica por filas, nos indicara los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización del proyecto.

El impacto final cualitativo se obtiene de la suma de los impactos en la etapa de operación y los de las etapas de preparación y construcción que sean permanentes.

Los resultados de las sumas, pierden la cualidad cuantitativa, ya que no son resultado de la valoración de los criterios, son cualitativas, ya que el algoritmo creado para su cálculo, es función del grado de manifestación cualitativa de los criterios que en el intervienen, por lo que tampoco aplican los valores de los rangos antes descritos.

Es muy importante señalar que al igual que sucede con los valores de los distintos criterios, los valores de las cuadrículas de una matriz no son comparables, pero sí lo son cuadrículas y símbolos que ocupen lugares. No equivalentes en matrices que reflejen resultados de alternativas de un mismo proyecto, o previsiones de estado de situación ambiental consecuencia de la introducción de medidas correctivas.

Tabla 5. 11. Escala de ponderación de impactos para el área de influencia

Valor	Impacto
0-350	Irrelevante o compatible
350-700	Moderado
700-1000	Severo
1000-1500	Critico
>1500	Total

5.4. Valorización de los impactos

El listado de actividades utilizado para la matriz de identificación y ponderación de impactos se agrupa en cada etapa del proyecto de la siguiente manera:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y Mantenimiento

Los factores ambientales para considerar son atmósfera, suelo, agua, flora, fauna, y paisaje, y factores socioeconómicos. Una vez obtenidas estas listas se analizan con la matriz de interacciones, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se construyen las matrices, que son:

Matriz de identificación. En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales.

Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. La matriz de identificación de impactos ambientales se presenta en la siguiente sección.

Una vez que se cuenta con las dos entradas de la matriz, se procedió a realizar la valorización de los impactos, lo que resulto en la siguiente matriz, y se observa que el mayor número de impactos negativos se generan en la etapa de preparación y construcción del sitio, y la mayoría son irrelevantes:

Para una mejor lectura y comprensión de la Matriz se presenta el ANEXO 8 el cual contiene esta matriz con formato doble carta y el resumen de la misma en el ANEXO 8.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL "Village Etapa II"				Etapa de Preparación del sitio						Etapa constructiva														Etapa de Operación y mantenimiento				TOTAL
MATRIZ DE EVALUACIÓN				1	2	3	4	5	6	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO														ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE				Trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de conservación y áreas de construcción.	Rescate de flora y rescate o anejamiento de fauna terrestre	Despalme	Conformación del terreno (aplanado, nivelación, relleno y compactación)	Acondicionamiento de obras provisionales	Reubicación de fauna	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
Sistema	Subsistema	Factor	Indicador							Operación de obras provisionales	Excavación	Cimentación de edificaciones y acondicionamiento de valadizos y andadores	Estructura, albañilería, instalaciones y acabados de edificaciones (construcción de muros y pisos y	Equipamiento, infraestructura, servicios y áreas verdes	Operación de maquinaria y vehículos.	Manejo de residuos sólidos (Destinar áreas temporales para Residuos)	Desmantelamiento de obras provisionales y limpieza general del sitio	Operación del programa de Vigilancia Ambiental	Limpieza y mantenimiento de instalaciones y áreas verdes (Manejo de Residuos sólidos)	Uso de almacenes e instalaciones	Operación de infraestructura, de servicios y residencial							
Medio físico	Medio abiótico/biótico	Atmosfera	Generación de polvo	-19	0	-22	-22	0	0	-19	-22	-22	-22	-18	-19	0	-18	24	0	0	0							
			Nivel de ruido	-20	0	-22	-19	0	0	-19	-22	-19	-22	-18	-19	0	0	24	0	0	0							
			Calidad del aire	-20	0	-22	-20	-19	0	-19	-22	-16	-22	-18	-19	-18	24	0	0	0								
		Total Atmosfera				-59	0	-66	-61	-19	0	-205	-57	-66	-57	-66	-54	-57	-19	-36	-412	72	0	0	0	72	-545	
		Suelo	Erosión	-25	0	-25	-19	0	0	0	-25	-16	0	0	0	0	0	-18	24	21	-20	0						
			Calidad del suelo	-20	0	-25	-20	0	0	-19	-22	-16	0	0	0	0	0	-18	24	24	-20	0						
		Total Suelo				-45	0	-50	-39	0	0	-134	-19	-47	-32	0	0	0	-36	-134	48	45	-40	0	53	-215		
		Agua superficial	Calidad del agua subterránea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	24	0	0	0						
			Total Agua superficial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-19	0	-19	24	0	0	0	24	5		
		Flora	Diversidad-abundancia	0	20	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0						
			Cobertura vegetal	0	20	-19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0						
		Total de flora				0	40	-38	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	50			
		Fauna	Diversidad-abundancia	-19	24	-19	-19	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0						
			Reducción del habitat	-20	24	-19	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0						
Total de fauna				-39	48	-38	-19	0	42	-6	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	48	42					
Paisaje	Estructura / calidad	-20	0	-19	-19	-19	0	0	-19	-19	-19	19	0	19	19	0	24	19	0	0								
	Total de paisaje	-20	0	-19	-19	-19	0	-77	0	-19	-19	-19	19	0	19	19	0	24	19	0	0	43	-34					
Total impacto medio abiótico/biótico										-420															-565			288
Total medio físico																												-697
Medio socio-económico	Socio-Económico	Economía y población	Empleo temporal	20	24	19	19	19	24	0	22	16	22	22	0	0	0	24	19	0	19							
			Cálidad de vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	19							
		Total economía y población	20	24	19	19	19	24	125	0	22	16	22	22	0	0	0	82	48	19	0	38	67	274				
Total impacto medio-económico										125															82			67
Total medio socio-económico																												274
Impacto Ambiental total (E.I.A.)																												-423

Figura 5. 2. Matriz de Evaluación "Village Etapa II"

5.5. Identificación de impactos

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los factores y atributos ambientales afectados; asimismo, considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o aumentar los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello predecir las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos en caso de que el proyecto genere, para este fin será incorporada la información presentada referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente.

Una vez identificadas las interacciones se realizó un cribado para determinar y denominar los principales impactos ambientales que generará el proyecto “Village Etapa II”, así como los factores del medio natural identificados como susceptibles de verse afectados por el desarrollo del proyecto como lo son atmósfera, suelo, agua, flora, fauna, y paisaje, y factores socioeconómicos. A continuación, se describen los impactos identificados para cada factor:

Tabla 5. 12. Descripción de los impactos ambientales que generará el proyecto.

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
Abiótico	Atmósfera	Calidad atmosférica	<p>Contaminación atmosférica. El aire se verá afectado por el desarrollo del proyecto debido a la contaminación por gases y polvos, durante la etapa de preparación por las actividades de trazo, nivelación topográfica y delimitación de áreas de construcción, tanto por el uso de la maquinaria pesada como por la remoción del suelo. En la etapa de construcción, por las actividades de excavación y cimentación de edificaciones y acondicionamiento del andador, operación de maquinaria y vehículos, así como obras provisionales e implementación de biodigestores, se generarán gases y/o polvos ya que requieren del uso de algún tipo de maquinaria con motores de combustión interna que consistirán principalmente de partículas, óxidos de nitrógeno (NOx), óxidos de azufre (SOx), hidrocarburos y monóxido de carbono (CO), o requerirán de materiales como polvo de piedra, gravas que dispersan partículas al ambiente.</p> <p>En la etapa de operación la generación de gases y polvos se deberá al funcionamiento y mantenimiento de la maquinaria y el equipo, a la limpieza y mantenimiento de las edificaciones.</p> <p>El ruido principalmente se generará en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, por la creación de áreas de trabajo cuyas labores de construcción y presencia de trabajadores, y el paso de vehículos incrementaran. Referente a la fase de operación y</p>

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			<p>mantenimiento se generará ruido mínimo por el funcionamiento de los biodigestores. Los huéspedes o actividades derivadas directamente de su presencia, también serán generadores de ruido.</p> <p>El ruido fue calificado como un impacto No Significativo ya que será de corta duración y gran recuperabilidad, los equipos se mantendrán en buenas condiciones de funcionamiento. La contaminación por gases y polvos se calificó como impacto despreciable debido a que el área en donde se desarrolla el proyecto las emisiones se dispersarán de manera natural por la presencia de vientos y evitan la acumulación de partículas. Además de que las emisiones no rebasarán los límites establecidos en las normas vigentes respecto a las emisiones de gases a la atmósfera, debido a que todo vehículo será sometido a actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
		Confort sonoro	<p>Alteración al confort sonoro. Este impacto se dará por el uso de maquinaria y equipo, las cuales generan emisiones de gases de combustión y ruido. Sin embargo, estas fuentes que generarán los impactos se encontrarán en espacios abiertos y sólo estarán activas en horarios laborales, lo que permite la dispersión de polvos y ruido, además que solo se darán temporalmente. Por lo que se considera un impacto No Significativo, ya que será de corta duración.</p>
	Suelo	Erosión	<p>Pérdida de suelo y alteración a su calidad. Los impactos identificados que incidirán sobre el suelo corresponden a su contaminación por cualquier tipo de residuos, su compactación y su pérdida. Las actividades que podrían contaminar el suelo son todas aquellas que implican la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos. Sin embargo, se consideró como Impacto No Significativo, ya que el proyecto incluye dentro de su diseño la implementación de diversas medidas de prevención que garantizan que los residuos se manejarán adecuadamente de tal forma que el riesgo de contaminación disminuye considerablemente.</p> <p>Ninguno de estos impactos fue calificado como Significativo. La compactación y pérdida de suelo además no son acumulativos ni sinérgicos.</p>
		Calidad	
	Agua subterránea	Calidad	<p>Probable alteración en la calidad del agua subterránea.</p> <p>La hidrología subterránea podría verse mínimamente afectada en las etapas de preparación y construcción del proyecto por las actividades de despalme, principalmente, puesto que generan una disminución en la humedad, permeabilidad y recarga, así mismo actividades como excavaciones, rellenos y compactaciones generarán</p>

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			<p>impactos ambientales que afectarán este componente ambiental; sin embargo, los efectos identificados son puntuales y la calidad ambiental del medio es perturbada por lo que se establecen valores de importancia en su mayoría compatibles y solventados a través de la aplicación de medidas de mitigación ambiental.</p> <p>Las actividades que generarán este impacto serán aquellas que requieren del uso de combustibles, lubricantes o sustancias diversas que pudieran derramarse al suelo y contaminar el agua. Todas estas se identificaron tanto en las etapas de construcción y de operación del proyecto.</p> <p>Este impacto se calificó como No Significativo debido a que será un impacto de aparición irregular, temporal y recuperable gracias a las características geológicas del área donde se desarrollará el proyecto, las cuales son propicias para la rápida infiltración del agua al subsuelo y su renovación constante. Además, se proponen diversas medidas de mitigación y prevención que garantizan el adecuado manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, de tal forma que el riesgo de derrames que pudieran contaminar el agua subterránea es mínimo.</p>
	Paisaje	Calidad visual	<p>Modificación del paisaje natural. El paisaje en el área donde pretende desarrollar las nuevas obras del proyecto, se verá temporalmente afectado por las labores de preparación del sitio con diversos materiales y presencia de maquinaria y equipo; sin embargo, se pretende que el proyecto se integre al medio natural de la zona, dentro de una perspectiva de arquitectura de paisaje en donde se respetara y elevara la calidad ecológica del mismo.</p> <p>Los impactos que el proyecto provocará sobre este componente del medio natural serán mínimos ya que no habrá fragmentación, ni alteración de geoformas. Los impactos se calificaron como impactos No Significativos, ya que no generará discontinuidad en la vegetación ni efecto de borde. Durante la etapa de preparación y construcción, no se fragmentará ya que se sumara a los elementos paisajísticos que se presentan en la zona; no obstante se propone como medida de restauración, áreas de reforestación alledañas y las áreas verdes del proyecto serán reforestadas y restauradas con especies nativas de la zona.</p>
Biótico	Flora	Diversidad- Abundancia / Cobertura	<p>Pérdida de cobertura vegetal. Con las actividades que plantea el proyecto durante la fase de preparación del sitio, se tendrá una reducción en la abundancia de vegetación, siendo uno de los efectos más representativo de la remoción de la vegetación, ya que el proyecto "Village Etapa II" se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal"), los cuales</p>

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
			<p>se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3 y que en conjunto los lotes suman una superficie total de 11.19 ha. Asimismo y de acuerdo con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal") y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano "El Jesusito" (PPDU-J), cuentan con uso de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39, por ello el proyecto Village Etapa II, considera el aprovechamiento de una superficie de 8.000850 de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m² (2.04) del Lote 38 y de 42,254.19 m² (4.22 ha) del Lote 39. Asimismo, se contemplan una superficie total de 31, 913.46 m² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m² (2.900977 ha) en el Lote 39.</p> <p>Este impacto es valorado como Moderadamente Significativo, ya que el grado de incidencia sobre este factor será de manera inmediata una vez que se ejecuten las actividades de desmonte, siendo un efecto con persistencia de largo plazo y reversibilidad de mediano a largo plazo. Sin embargo, se trata de efectos muy reducidos, debido a que se trata de una superficie muy pequeña (0.19%) en relación con el SAR. Su importancia será por el efecto que pudiera tener sobre otros elementos naturales (suelo, fauna y paisaje, principalmente), considerando que la vegetación que forma parte de las áreas cercanas se encuentra ligeramente alterada por las actividades que se desarrollan en la zona.</p>
	Fauna	Diversidad- Abundancia /Hábitat	<p>Modificación del hábitat y desplazamiento de individuos de fauna.</p> <p>De acuerdo con las actividades del proyecto, estas conllevan a una afectación y disminución del hábitat de fauna silvestre, tomando en cuenta que en la superficie donde se pretende desarrollar el proyecto se presentan características que le permite consolidar nichos ecológicos de los ejemplares de fauna silvestre que se desarrollan en la zona. En función de esto, el impacto causado por el desmonte sobre la fauna se califica como moderadamente significativo debido a que se trata de un efecto que aparecerá de manera segura, con un grado de incidencia media, presentándose de manera inmediata en zonas muy localizadas. La intensidad de dicho impacto es escasamente media debido a que la fauna es un factor ambiental que resultó con un valor bajo ya que se trata principalmente de fauna compuesta por animales terrestres pequeños con un alto grado de tolerancia a la presencia humana. Además, es de suma importancia considera que dentro del proyecto se contempla mantener áreas de conservación en donde se mantendrá la vegetación nativa de la zona.</p>

Medio	Componente	Factor	Impacto ambiental
Socioeconómico	Empleos	Cantidad	<p>Generación de nuevos empleos directos e indirectos durante todas sus etapas de desarrollo, lo cual es un Impacto Positivo Significativo, de largo plazo, permanente y periódico.</p> <p>De manera general, las etapas de preparación y construcción se generará el mayor número empleos temporales directos, entre maestros de obra: albañiles, pintores herreros, carpinteros, soldadores, armadores, electricistas, operadores de maquinaria y personal técnico. Durante la etapa de operación se calcula una plantilla aproximada de 50 empleados directos permanentes.</p> <p>Los empleos indirectos que se generarán durante las etapas de preparación y construcción derivarán de la necesidad del proyecto de insumos y servicios diversos que la promotora deberá comprar o contratar, tales como la renta de maquinaria, la recolección de residuos, los materiales requeridos para la construcción, entre otros.</p>
		Calidad de vida	<p>El incremento en la demanda residencial será un Impacto Positivo No Significativo, debido a que el proyecto una vez operando derivara en el aumento de visitantes y constituirá una opción más de esparcimiento y alojamiento para los turistas nacionales y extranjeros interesados en conocer la región.</p>

5.6. Análisis de impactos acumulativos y residuales

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto interactúa.

5.6.1. Impactos acumulativos

El Artículo 3°, fracción VII del REIA, describe a un 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.

Lo anterior lleva a que el análisis de los impactos ambientales, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto "Village Etapa II" como si éste fuera la única fuente de cambio

en el SAR, sino que también es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando, o que ocurrieron como resultado de fenómenos naturales u otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el proyecto va a interactuar. En el Capítulo IV se realizó el diagnóstico ambiental del SAR.

En este análisis, el criterio principal para conocer si un impacto es acumulativo o no, es que el mismo tipo de impacto ambiental se haya o se esté dando actualmente como consecuencia de las actividades y/o proyectos que se encuentran o se están desarrollando en áreas contiguas al proyecto (predios colindantes al del proyecto) y dentro del SAR.

5.6.1.1. *Impactos ambientales acumulativos y residuales que se presentan en el sar con el desarrollo de otros proyectos*

Tabla 5. 13. Proyectos en el SAR del Proyecto “Village Etapa II”

Algunos proyectos que se ubican en el Sistema Ambiental Regional	Impactos Ambientales que han generado
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parque Urbano y Equipamiento ▪ Country Club Ciudad Mayakoba H1 ▪ Altos de Ciudad Mayakoba ▪ Ampliación del proyecto Moxhe Club & Resort Fase II 	<p>Alteración de la calidad del aire por emisión de ruido, polvo y gases de combustión, por la realización del proyecto.</p> <p>Contaminación del suelo y afectación a las características físico-químicas, por el mal manejo de residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos, derivado de derrames de los equipos y maquinaria.</p> <p>Alteración de los patrones de escorrentía</p> <p>Pérdida de la cobertura vegetal.</p> <p>Modificación de las rutas de desplazamiento de fauna silvestre.</p> <p>Modificación de la microtopografía.</p> <p>Pérdida del suelo por procesos erosivos (erosión hídrica y/o eólica).</p> <p>Disminución en la calidad del agua por el aporte de contaminantes (presencia de residuos sólidos y líquidos, derrames accidentales de aceites o combustibles).</p>

La existencia de otros proyectos en la región en donde se pretende ubicar el proyecto, han generado impactos de tipo acumulativos y residuales, y que con el desarrollo del proyecto serán de tipo acumulativos, residuales o sinérgicos de ahí que la modalidad correcta del proyecto “Village Etapa II” es la Modalidad Regional.

5.6.1.2. *Identificación de efectos acumulativos por otras obras y actividades dentro del SAR*

El proyecto se desarrollará en la Riviera Maya, zona que se caracteriza por ser uno de los destinos más visitado a nivel nacional e internacional, y donde se pueden encontrar diversos

proyectos. No obstante, toda la zona ha presentado un acelerado crecimiento tanto en la infraestructura turística como de la población de las localidades cercanas a esta, por ello la vulnerabilidad del territorio y de sus ecosistemas ha tenido una crisis ambiental en los últimos años. Estas afectaciones al ambiente pueden resumirse en:

- Contaminación al agua subterránea y suelo por:
 - El indebido manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos del sector turístico.
 - El indebido manejo y disposición final de residuos sólidos, líquidos del sector agropecuario.
- Pérdida de la cobertura vegetal por:
 - Crecimiento desordenado de asentamientos humanos (localidades).
 - Crecimiento exponencial del sector turístico.
 - Construcción de caminos y carreteras.
 - Actividades agrícolas.
 - Incendios forestales.
- Fragmentación de manglar y vegetación de dunas por:
 - Actividades turísticas.
- Modificaciones hidrológicas y del relieve
 - Por excavaciones.
- Afectación a la flora y fauna por
 - Invasión e introducción de especies exóticas.
 - Extracción de recursos de forma clandestina.

Conforme a lo anterior, se realizó la siguiente matriz, en la cual se identifican los impactos ambientales ya producidos por obras y actividades existentes y los que podría causar el proyecto “Village Etapa II”. Incluyendo si el impacto se dio contiguo al polígono del proyecto o no (Tabla 5.14).

Tabla 5. 14. Matriz de identificación de impactos ambientales por actividades anteriores

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos anteriores y presentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
Suelo	Pérdida de suelo	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por excavaciones	SI	SI	SI	SI
	Alteración en la calidad del suelo	Por el indebido	SI	SI	SI	SI

Componente	Impacto ambiental	Causas	Proyectos anteriores y presentes diferentes al proyecto evaluado			Proyecto
			En SAR	Dentro del SAR pero no contiguos al área del proyecto	Dentro del SAR y contiguos al área del proyecto	
		manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos				
Agua subterránea	Alteración en la calidad del agua subterránea	Por el indebido manejo y disposición de residuos líquidos	SI	SI	SI	NO
	Modificaciones hidrológicas	Por excavaciones	SI	SI	SI	NO
Relieve	Modificación del relieve	Por excavaciones	SI	SI	SI	NO
Aire	Contaminación atmosférica	Por la generación de gases de combustión debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	SI	SI	SI	SI
	Alteración al confort sonoro	Por el aumento de decibeles debido al uso de maquinaria equipo, vehículos	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Modificación del paisaje natural	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por construcción de obras	SI	SI	SI	SI
Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por actividades agrícolas	SI	NO	NO	NO
		Por incendios	SI	NO	NO	NO
Fauna	Modificación del hábitat	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por construcción de obras	SI	SI	SI	SI
	Desplazamiento de individuos de fauna	Por remoción de vegetación	SI	SI	SI	NO
		Por construcción de obras y actividades turísticas	SI	SI	SI	SI

5.6.1.3. Identificación de impactos acumulativos del proyecto

Derivado de la Matriz de identificación de impactos ambientales por obras y actividades anteriores (Figura 5.2.), se identifica que los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto “Village Etapa II” son aquellos que puedan sumarse con uno o más impactos generados por otras actividades y/o proyectos ajenos al presente proyecto y que estén dentro del SAR y contiguos al polígono del proyecto, por lo que el Atributo de Acumulación se evalúa con el valor más alto (4), como se presenta a continuación:

Tabla 5. 15. Criterios para el atributo de Acumulación

Atributo	Criterio	Valor
Acumulativo	Cuando existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR y contiguo al polígono del proyecto	4
No acumulativo	Cuando no existen otras acciones similares producidas por obras y actividades diferentes al proyecto y que afecten el mismo factor dentro del SAR.	1

Tabla 5. 16. Impactos ambientales acumulativos del proyecto

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Criterio	Acumulativo
		AC		
Pérdida del suelo	Preparación del sitio	4	Acumulable	SI
	Construcción	4	Acumulable	SI
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	4	Acumulable	SI
	Construcción	4	Acumulable	SI
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	SI
Alteración en la calidad del agua subterránea	Construcción	4	Acumulable	SI
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	4	Acumulable	SI
	Construcción	4	Acumulable	SI
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	SI
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	4	Acumulable	SI
	Construcción	4	Acumulable	SI
	Operación y Mantenimiento	4	Acumulable	SI
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	4	Acumulable	SI
	Construcción	4	Acumulable	SI
Modificación del hábitat	Construcción	4	Acumulable	SI

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Criterio	Acumulativo
		AC		
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	4	Acumulable	SI

5.6.2. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso eco sistémico dentro del SAR, reduzca su significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos ambientales cuyos efectos persistirán aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, conceptualizados en el REIA, en su Artículo 3°, fracción X, como: impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

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 “Village Etapa II” sobre el ambiente.

Para el caso del proyecto “Village Etapa II”, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de la Recuperabilidad (MC), y que hayan sido calificados con el valor máximo (8); es decir, que los factores no podrán volver a su estado original aún con la aplicación de medidas (ver siguiente Tabla 5.17).

Tabla 5. 17. Impactos ambientales residuales del proyecto

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Criterio	Residual
		MC		
Pérdida de suelo	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración en la calidad del suelo	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración en la calidad del agua subterránea	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Contaminación atmosférica	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Alteración al confort sonoro	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
	Operación y Mantenimiento	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del paisaje natural	Preparación del sitio	1	Recuperable a corto plazo	No

Impacto ambiental	Etapa	Atributo	Criterio	Residual
		MC		
	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Modificación del hábitat	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No
Desplazamiento de individuos de fauna	Construcción	1	Recuperable a corto plazo	No

5.7. Conclusiones

La construcción de obras en el polígono del proyecto (ver capítulo II) que se desarrollará en el Lote 38 y Lote 39 del Plan Maestro Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”), los cuales se insertan al interior del Lote 001-1 y Lote 001-3 y que en conjunto los lotes suman una superficie total de 11.19 ha. Asimismo y de acuerdo con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J), cuentan con uso de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39, considerando el aprovechamiento de una superficie de 8.000850 de las cuales 6.26 corresponden al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales distribuidas en 20,399.76 m² (2.04) del Lote 38 y de 42,254.19 m² (4.22 ha) del Lote 39. Asimismo, se contemplan una superficie total de 31, 913.46 m² (3.19 ha) como área destinada a conservación distribuida en 2,903.69 m² (.2903 ha) en el Lote 38 y 29,009.77 m² (2.900977 ha) en el Lote 39; provocarán los impactos de pérdida de suelo, modificación del hábitat, el desplazamiento de individuos de fauna y la modificación al paisaje. Sin embargo, se toma en cuenta que el proyecto se ubica en una zona de crecimiento urbano donde los componentes y factores de suelo, fauna y paisaje ya se encuentran afectados. Es por ello que el desarrollo del proyecto “Village Etapa II” no pondrá en riesgo, el suelo, la fauna y la calidad visual del SAR.

Por otro lado, durante las diferentes actividades de las 3 etapas del proyecto, los impactos de alteración a la calidad del suelo y alteración en la calidad del agua subterránea, se podrían generar por el inadecuado manejo y/o disposición final de los diferentes tipos de residuos sólidos y líquidos; sin embargo, con la aplicación de las adecuadas medidas de prevención y mitigación los impactos podrán reducirse aún más, por lo tanto no pondrá en riesgo la calidad del suelo y el agua subterránea del SAR.

Asimismo, los impactos ambientales de alteración al confort sonoro y contaminación atmosférica serán por el uso de maquinaria, equipo, las cuales generan emisiones de gases de combustión y ruido. Sin embargo, estas fuentes que generarán los impactos se encontrarán en espacios abiertos y solo estarán activas en horarios laborales, lo que permite la dispersión de polvos y ruido, además que solo se darán temporalmente. Por lo que no se podría en riesgo la calidad de la atmósfera ni el confort sonoro del SAR.

En adición, del análisis de la matriz, se detectaron 99 impactos derivados del proyecto “Village Etapa II”, del que se puede concluir que la etapa de construcción es la etapa más impactante de naturaleza adversa del proyecto, clasificado dentro de la escala de ponderación de la metodología con -565 puntos que la hacen un impacto moderado.

En segundo nivel la etapa de preparación del sitio se clasificó con -420 puntos que lo hacen un impacto moderado y como tercer lugar en la etapa de operación que se clasificó con -288 puntos que lo hacen un impacto irrelevante o compatible, finalmente para los impactos positivos, éste se dio en todas las etapas del proyecto colocándose así que el impacto benéfico coincide con

coincide con la conservación de áreas verdes en el sitio del proyecto, no afectación de la calidad del agua subterránea, generación de empleo y la derrama económica.

Por otra parte de los 99 impactos generados tanto de naturaleza adversa como benéfica la mayoría fueron catalogados como irrelevantes o compatibles con el proyecto, exceptuando los impactos de erosión y calidad del suelo por las actividades de conformación del terreno para el proyecto en el que presento un impacto moderado.

Por lo tanto, se observa que los impactos ambientales son irrelevantes a moderados, los impactos moderados son los permanentes, al tratarse de una obra que tendrá una superficie de conservación de acuerdo a lo establecido en con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes "El Ximbal") y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano "El Jesusito" (PPDU-J), señalado en el capítulo 3 del presente DTU-BR, no se generan impactos relevantes o severos. Además, de que la obra no representa un desequilibrio ecológico que pudiera poner en riesgo alguna población de flora o fauna, o que ponga en riesgo la salud humana.

Finalmente de la evaluación de impacto ambiental global del proyecto, se obtuvo un resultado de -423 puntos que lo clasifica como un impacto MODERADO.



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL

Contenido

CAPÍTULO 6.....	2
6.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.....	2
6.2. Medidas (acciones y programas) de prevención y mitigación.....	3
6.3. Programa de Vigilancia Ambiental	6
6.3.1. Etapa de preparación de las obras que conforman el proyecto.....	7
6.3.2. Etapa de construcción de las obras que conforman el proyecto	9
6.3.3. Etapas de operación y mantenimiento del proyecto	12
6.4. Seguimiento y control.....	15
6.4.1. Etapas de operación y mantenimiento.....	21

INDICE DE TABLAS

Tabla 6. 1. Medidas de prevención y mitigación.....	3
Tabla 6. 2. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de preparación del proyecto “Village Etapa II”.....	7
Tabla 6. 3. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de construcción del proyecto “Village Etapa II”.....	9
Tabla 6. 4. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Village Etapa II”	12
Tabla 6. 5. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de preparación del proyecto “Village Etapa II”.....	16
Tabla 6. 6. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de construcción del proyecto “Village Etapa II”	18
Tabla 6. 7. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Village Etapa II”	21
Tabla 6. 8. Rangos de calificación de las acciones o programas implementados en las etapas del proyecto “Village Etapa II”.....	24

CAPÍTULO 6.

6.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.

Derivado de la evaluación de impactos ambientales, a continuación, se presentan las medidas de Mitigación propuestas, en donde se describen las medidas de prevención y mitigación señalando la etapa de aplicación y el elemento al que va dirigido, a fin de evitar o reducir los impactos identificados, o que ya desde la planeación forman parte del proyecto

El presente proyecto se encuentra ubicado en un sitio en el cual presenta un uso de suelo de suelo Mixto Comercial de tipo MC-5 para el Lote 38 y MC-4 para el Lote 39 de acuerdo con el Plan Maestro de Ciudad Mayakoba (antes “El Ximbal”) y el Programa Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito” (PPDU-J), siendo que a razón de lo anterior, no se identificaron muchas especies de fauna silvestre. Además de que el proyecto procura que las áreas verdes del predio del proyecto garanticen la minimización del impacto hacia las poblaciones de aves y reptiles, ofreciendo áreas como refugio de éstas; respecto de los mamíferos su presencia es mínima ya que dentro del polígono que ocupa el proyecto no se encontraron refugios de dichos ejemplares y no existen en el predio poblaciones o individuos de mono araña. Dicho lo anterior se identifica y evalúa los posibles impactos ambientales generados por las actividades propias del proyecto, es decir de las nuevas obras que se adicionaran al proyecto y la operación y mantenimiento de las obras ya existentes, de igual manera en el presente estudio se determinan las medidas preventivas y de mitigación aplicables al proyecto.

Tal como se describe en el capítulo anterior, las obras y actividades del proyecto implican generación de impactos ambientales positivos o negativos, directos o indirectos, acumulativos, sinérgicos, residuales, temporales o permanentes, reversibles o irreversibles, continuos o periódicos sobre el medio físico presente en el Sistema Ambiental Regional (SAR). Dichas alteraciones, se suman al deterioro que ha sufrido el ecosistema derivado de las actividades antropogénicas desarrolladas en la región.

Por ello es necesario aplicar medidas de prevención, mitigación, control y compensación para mantener las condiciones actuales identificadas en el diagnóstico ambiental e incluso mejorarlas a partir de la aplicación de las siguientes estrategias:

1. Identificar las actividades del proyecto que resultan en fuentes de cambio del sistema ambiental regional.
2. Reconocer todas las medidas ambientales que se pueden realizar para prevenir, evitar, atenuar, mitigar, anular o compensar los impactos negativos significativos producidos por las obras y actividades del proyecto.
3. Establecer indicadores de seguimiento.
4. Cumplimiento y desempeño ambiental.

Respecto al Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el cual en su CAPÍTULO I, Artículo 3ro, fracción XIII y XIV, cita textualmente las siguientes definiciones:

XIII. Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos de deterioro del ambiente.

XIV. Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto y en cualquiera de sus etapas.

En referencia a la Guía para la Elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental Regional, elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la cual se integra un apartado de glosario de términos en donde se definen los siguientes conceptos ambientales:

Medidas correctivas: El conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de compensación: Conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medidas de restauración: Conjunto de acciones que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios.

Dicho lo anterior y de acuerdo a la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales derivados de su análisis sistemático y su relación con las etapas que contempla el proyecto “Village Etapa II” se plantean las medidas ambientales específicas de carácter de mitigación, correctivas y/o de compensación para aquellas actividades precursoras de impactos críticos propios del proyecto.

Es por esta razón que las medidas planteadas deberán contar con características (objetivas, aplicables, medibles y costeables) que aseguren su ejecución y medición en virtud de ofrecer una garantía de viabilidad durante las etapas preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de la obra.

Descrito lo anterior, en el presente capítulo se describirán las medidas y acciones de prevención y mitigación que se propone implementar para evitar o reducir los impactos ambientales adversos que podría provocar el desarrollo del proyecto “Village Etapa II”.

6.2. Medidas (acciones y programas) de prevención y mitigación

Tabla 6. 1. Medidas de prevención y mitigación

Medidas de prevención Y mitigación.	Etapas de aplicación	Lineamientos de verificación	Impactos ambientales
Verificar que la maquinaria se encuentre en buen estado para evitar que emita más humos de los normales a través del Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada	Permanente en todas las etapas del proyecto	Verificará de forma visual que la emisión de humos sea normal.	Contaminación atmosférica por la alteración a la calidad del aire y Alteración al confort sonoro.
La vegetación desmontada se triturará para ser utilizada como sustrato orgánico en las labores de reforestación	Preparación	Verificar que esta materia vegetal se triture y almacene en un	Alteración a la calidad del aire. Pérdida de ejemplares de vegetación.

Medidas de prevención Y mitigación.	Etapas de aplicación	Lineamientos de verificación	Impactos ambientales
de las jardineras a través del Programa de Conservación de Suelos.		lugar específico para ello.	
Rescatar la capa fértil en las zonas de despalme donde se instalaran las obras, para reutilizarla a través del Programa de Conservación de Suelos.	Construcción	Verificar que esta tierra rescatada se almacene en un lugar específico para ello.	Pérdida del suelo.
Cuidar de no mezclar la tierra, que conforma el suelo natural del área con materiales de construcción a través del Programa de Conservación de Suelos.	Preparación	Verificar visualmente	Probable alteración en la calidad del suelo, por contaminación o el vertimiento de residuos líquidos o sólidos.
Los materiales de construcción se solicitarán conforme se vayan utilizando y se mantendrán húmedos o cubiertos a través del Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido.	Construcción	Se verificará que no tenga exceso de materiales almacenados, que éstos se transporten húmedos y cubiertos, para evitar su dispersión.	Alteración a la calidad del aire
Los residuos sólidos se almacenarán en las instalaciones con las que cuenta ya el predio del proyecto y se dará seguimiento a través del Programa de Manejo Integral de Residuos.	Permanente	Se verificará que los contenedores estén en buen estado y con tapa para no generar malos olores y evitar que la fauna los saquee y la proliferación de la fauna feral y nociva.	Probable alteración a las propiedades fisicoquímicas del suelo por la mala disposición de residuos.
Los restos de materiales de construcción para las nuevas obras se separarán en reciclable y no reciclable a través del Programa de Manejo Integral de Residuos.	Construcción	Verificar que se cuente con los comprobantes o fotografías de la separación de los materiales reciclables, como restos metálicos, madera, plásticos PET.	Probable alteración a las propiedades fisicoquímicas del suelo por la mala disposición de residuos.
Mantenimiento al drenaje para evitar malos olores.	Operación y mantenimiento	Las conexiones deberán funcionar correctamente a fin de evitar estancamientos y la salida de malos olores, durante la obra y operación.	Alteración a la calidad del aire calidad atmosférica.
Los trabajos se realizarán en un horario no mayor a 10 horas en el día para la instalación de nuevas obras, no se permitirán las acciones de construcción u operación al oscurecer.	Preparación y construcción.	Se verificará que las labores sean diurnas.	Ahuyentamiento intermitente de la fauna silvestre.
En las labores de construcción de las nuevas obras que se adicionaran al proyecto, se verificará que la maquinaria se encuentre en buen estado y que los niveles de ruido no rebasen lo establecido en la normatividad ambiental vigente a través del Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido.	Permanente	Se verificará de forma perceptiva que el ruido no supere lo aceptable en este tipo de obras.	Alteración al confort sonoro.
Las actividades de esparcimiento en la operación no rebasarán los 60dB de en el día y los 50 dB en la Noche, como lo sugiere la OMS, en las áreas de habitaciones.	Permanente en la etapa de operación.	Se verificará que se mantenga el confort sonoro.	Alteración al confort sonoro.

Medidas de prevención Y mitigación.	Etapas de aplicación	Lineamientos de verificación	Impactos ambientales
No se permitirá que se arroje ningún tipo de residuo sólido o líquido directamente al suelo.	En todas las etapas del proyecto.	Verificar que existen contenedores en número suficiente, durante la obra y para la operación, así como las labores de mantenimiento.	Probable contaminación del suelo por residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos y probable contaminación a la calidad del agua subterránea.
No se realizará ningún tipo de compostura de vehículos o equipos que requieran el uso de aceites y grasas dentro del área.	En todas las etapas del proyecto.	Verificar que no se almacenen equipos descompuestos en el sitio y que no se haga uso del suelo como taller, cualquier compostura mayor deberá realizarse fuera del área.	Probable contaminación del suelo por residuos sólidos, líquidos y/o peligrosos y probable contaminación a la calidad del agua subterránea.
Se realizará limpieza diaria de los sanitarios, promoviendo el uso eficiente de éstos.	Preparación y construcción.	Verificar que los sanitarios estén limpios diariamente para evitar malos olores y proliferación de fauna nociva.	Alteración a la calidad del aire y probable presencia de fauna nociva.
De observarse algún derrame de combustible, grasa o aceite, éste se limpiará de forma inmediata y se corregirá el origen que generó este hecho a fin de evitar la contaminación del suelo, la porción de suelo contaminada para ser transportada por la empresa especializada autorizada.	Permanente.	Se verificará que se levante el suelo contaminado y se almacene en un contenedor cerrado para ser trasladado por una empresa recolectora de este tipo de residuos grasos.	Probable contaminación a la calidad del suelo y del agua subterránea.
En las labores de mantenimiento se utilizarán sustancias biodegradables.	Etapas de operación.	Verificar las fichas técnicas de los productos de limpieza general, y jardinería señalando si son biodegradables.	Probable contaminación a la calidad del suelo y del agua subterránea.
El drenaje pluvial estará separado del de aguas negras.	Etapas de operación.	Verificar que el drenaje de agua pluvial esté limpio.	Alteración a la escorrentía superficial.
Utilizar el vivero provisional para colocar ejemplares rescatados si fuera el caso de encontrar individuos dentro de las actividades de despalme.	Etapas de preparación y construcción.	Llevar una bitácora del vivero señalando el número de los ejemplares rescatados, producidos, vivos, muertos, utilizados para reforestación, causas y observaciones.	Pérdida de ejemplares de vegetación y/o probable alteración a la calidad del suelo.
Realizar el rescate de las especies de importancia ecológica, con las técnicas más adecuadas que aseguren la mayor sobrevivencia.	Preparación	Verificar que no quede ningún ejemplar susceptible de rescate en la superficie de desmonte.	Pérdida de ejemplares de vegetación.
Reforestar en zonas aledañas al predio del proyecto o en el área del proyecto y zonas ajardinadas con especies nativas correspondientes al tipo de vegetación original.	Construcción	Llevar memoria fotográfica y listado de especies utilizadas en la reforestación.	Posible pérdida de ejemplares de vegetación.

Medidas de prevención Y mitigación.	Etapas de aplicación	Lineamientos de verificación	Impactos ambientales
No introducir especies exóticas que puedan liberarse en el área.	Permanente	Durante la etapa de preparación y construcción se verificará que los trabajadores no ingresen fauna de ningún tipo al área.	Generación de fauna exótica, que competirá con la fauna local.
Prohibir en todas las etapas del desarrollo la captura o caza de cualquier especie.	Permanente	Se verificará que los trabajadores no capturen o cacen dentro del área o lotes colindantes.	Probable desplazamiento de fauna silvestre.
Habrà una verificación permanente de las medidas preventivas dentro del Programa de Vigilancia Ambiental y cuando se detecte alguna anomalía o incumplimiento se procederá a su corrección inmediata.	Permanente	Se propone la entrega de informes anuales.	Alteración del paisaje y Sistema ambiental

6.3. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) tendrá como propósito la supervisión durante el desarrollo de las obras y actividades que se llevarán a cabo en el proyecto denominado “Village Etapa II”, siguiendo el cumplimiento de las medidas de prevención, compensación y mitigación de los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, con el fin de reducir los efectos adversos al ecosistema y no contravenir con la biodiversidad y el medio en el que se desenvuelve (VER ANEXO 6 PVA).

El programa de vigilancia ambiental estará conformado de la siguiente manera:

- Programa de Manejo Integral de los Residuos (VER ANEXO 6 PMIR).
- Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido (VER ANEXO 6 PCPAYR).
 - Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada (VER ANEXO 6 PCPAYR).
 - Programa de Conservación de Suelos (VER ANEXO 6 PCS)
- Programas de Manejo Integral de Flora (VER ANEXO 6 PMIFL)
 - Subprograma de plantación, ajardinado y conservación de flora en el predio del proyecto (VER ANEXO 6 PMIFL)
- Programa de Manejo Integral de Fauna (VER ANEXO 6 PMIFN)
 - Subprograma de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de fauna (VER ANEXO 6 PMIFN)
- Programa de Reforestación (VER ANEXO 6 PR)

El proyecto “Village Etapa II” se compone de tres fases: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, por lo que en cada fase se establece una serie de indicadores que nos guiarán y nos darán una idea de la funcionalidad en cada medida o programa implementado.

Los indicadores se eligieron con base a cada programa, por lo que a continuación se presentan las siguientes tablas que serán utilizadas como indicativos del desempeño ambiental general del proyecto.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de visitas periódicas semanales las cuales serán efectuadas por personal con experiencia en el tema ambiental.

6.3.1. Etapa de preparación de las obras que conforman el proyecto

Previo al inicio de la etapa de preparación se impartirán capacitaciones sobre las prohibiciones y restricciones dentro del área del proyecto al personal responsable de los trabajos y obras, esto es con la finalidad de evitar la contaminación del suelo, aire y el mal manejo de los residuos.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla 6.2. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de preparación del proyecto “Village Etapa II”

Acción: pláticas de educación ambiental	
OBJETIVO: Fomentar entre el personal involucrado en el proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado, a través de diversas estrategias.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> El 100% de los trabajadores ha sido informado sobre el tema No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados. Los trabajadores depositan sus desechos en los contenedores de orgánicos, inorgánicos y reciclables ubicados en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Previo al inicio de actividades de las nuevas obras se impartieron cursos. Supervisiones ambientales.
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Realizar pláticas y elaborar material de apoyo para difundir información en el proyecto sobre las acciones de conservación del medio ambiente, que se implementaran en todas las etapas del sitio del proyecto.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> En áreas estratégicas del proyecto se tienen colocados letreros restrictivos a favor de la flora y fauna. Los contenedores cuentan con etiquetas para que los trabajadores se familiaricen con la separación de residuos. En puntos estratégicos, se tienen colocados carteles con información sobre el cuidado del medio ambiente.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Supervisiones ambientales al proyecto.
Programa: Programa de Conservación de Suelos (VER ANEXO 6 PCS)	
Objetivo: Elaborar, proponer y prever una serie de acciones y medidas sólidas a desarrollar a corto y mediano plazo para mitigar los impactos negativos y tomar decisiones correctas en la conservación de suelos.	

Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones de limpieza del sitio y descompactación de los suelos, retirando todo tipo de residuos que se hubiesen generado durante las actividades de despalme • identificar la profundidad del horizonte fértil u orgánico (este por sus características edáficas debe ser prioritario para su conservación). • De ser el caso, la capa superficial del suelo orgánico será removida utilizando maquinaria adecuada (retroexcavadora o moto conformadora), evitando en todo momento la compactación
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones ambientales al proyecto.
Programa: Programa de Manejo Integral de fauna/Subprograma de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna (VER ANEXO 6 PMIFN)	
Objetivo: Mantener la integridad de los ejemplares y comunidades de fauna silvestre que inciden en el predio del proyecto "Village Etapa II"	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Las especies de fauna encontradas durante la etapa de preparación de las obras que conforman el proyecto son reubicadas en las áreas de conservación. • Se tienen colocados estratégicamente letreros restrictivos sobre el cuidado de la fauna. • No existen reportes de muerte de ejemplares o individuos de fauna silvestre lesionados.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas y recorridos periódicos en el proyecto. • Monitoreo de fauna con el método de presencia y ausencia.
Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido/ Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada (VER ANEXO 6 PCPAYR).	
Acción: mantenimiento de maquinaria	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como las emisiones excesivas a la atmosfera.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • El 100% de la maquinaria tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad • No existen evidencias de derrames o filtraciones de lubricantes y combustibles en el suelo • Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubos de 20 lt y franelas). • Las franelas y los residuos de lubricantes, aceites, combustibles, etc. son acopiados temporalmente en un área para los residuos peligrosos.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones periódicas en el área de máquinas.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Acción: almacenes de insumos (combustibles y químicos)	
Objetivo: prevenir la contaminación del suelo, así como efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Los almacenes temporales se apegan a la normatividad vigente, cuentan con piso de concreto, diques de contención, ventilación, etc.). • No existen evidencias de derrames o filtraciones de lubricantes y combustibles en el suelo. • Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia. • Se cuenta con el equipo de protección necesario para el manejo de los combustibles y químicos.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones periódicas en el área de almacenes.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Acción: centros de acopio de residuos (Anexo 6 PMIR).	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	

Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Existen áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio. No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo. El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente. Los residuos son retirados por las empresas autorizadas para su disposición final.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental en las áreas de acopio de residuos. Revisión de bitácora de obra.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Acción: instalación de contenedores de residuos	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> En toda el área del proyecto se tienen colocados en sitios estratégicos contenedores para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. Los contenedores periódicamente son limpiados y los residuos son concentrados en las cámaras correspondientes. No existe la presencia de fauna nociva. No se observan residuos dispersos en la zona de obra.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Visitas y recorridos periódicos en el proyecto.

6.3.2. Etapa de construcción de las obras que conforman el proyecto

Para la etapa de construcción del proyecto, el número de trabajadores en el área del proyecto aumenta, así mismo la generación de residuos y el área se vuelve más susceptible a sufrir algún tipo de contaminación de suelo y aire; no obstante, es la etapa donde se tiene que aumentar el esfuerzo para difundir la información a todo el personal.

Cabe mencionar que debido a la rotación de personal que se pueden suscitar por la cantidad de trabajadores que laboran en esta etapa, las capacitaciones no podrán impartirse a todos, sin embargo, a los jefes encargados de departamento se les impartirán pláticas informativas sobre las prohibiciones y restricciones a favor del cuidado del medio ambiente.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla 6.3. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de construcción del proyecto "Village Etapa II"

Acción: pláticas de educación ambiental	
Objetivo: fomentar la importancia del cuidado del medio ambiente a todo el personal involucrado en la etapa de construcción del proyecto.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Durante la etapa de construcción de las nuevas obras todos los jefes o encargados de departamento tiene conocimiento de los temas ambientales, así mismo difunden la información a su personal a cargo. No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados. Los trabajadores depositan sus residuos en los contenedores correspondientes. Previo al inicio de actividades en la etapa de construcción, se impartieron pláticas sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente.

Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de pláticas de manera grupal. • Visitas periódicas al proyecto
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Concientizar al personal involucrado en la etapa de construcción de las obras del proyecto y en todas las etapas sobre la importancia del medio ambiente, mediante pláticas y señalizaciones en áreas estratégicas.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Todo el personal tiene acceso a la información sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente en el área del proyecto. • No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados • Todo el personal realiza una correcta separación de residuos. • Se tienen colocados letreros restrictivos a favor del medio ambiente en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas periódicas al proyecto
Programa: Programa de Manejo Integral de flora (VER ANEXO 6 PMIFL)	
Objetivo: Mantener en buenas condiciones los posibles ejemplares rescatados para que puedan ser utilizadas en la arborización y ajardinado.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • En promedio el 85% de las plantas rescatadas sobreviven. • Se tiene la diversidad de especies en el vivero proyectada en el programa de Rescate de Flora. • Se utilizan abonos y plaguicidas orgánicos y en caso de utilizar agroquímicos son los aprobados por la CICOPRAFEST.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones en el vivero provisional. • Conteo y revisión de plantas.
Programa de control de partículas emitidas a la atmósfera y ruido/ Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada (VER ANEXO 6 PCPAYR).	
Acción: mantenimiento de maquinaria	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como las emisiones excesivas a la atmosfera.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • La maquinaria utilizada en la etapa de construcción de las nuevas obras adicionales al proyecto tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad. • Los materiales de construcción se mantienen húmedos para evitar que se generen polvos. • No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo. • Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubos de 20 lt y franelas). • Los residuos de construcción son separados en reciclables y urbanos, para ser trasladados en su acopio temporal y posteriormente son retirados por una empresa autorizada por autoridad competente.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de la maquinaria que se utiliza en esta etapa. • Visitas periódicas en el área del proyecto.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Acción: almacenes de insumos (combustibles y químicos)	
Objetivo: prevenir la contaminación del suelo, así como efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Los almacenes se apegan a la normatividad vigente, cuentan con piso de concreto, diques de contención, ventilación, etc.) • No existen evidencias de derrames o filtraciones de lubricantes y combustibles en el suelo. • Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia. • Se cuenta con el equipo de protección necesario para el manejo de los combustibles y químicos

Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones periódicas en los almacenes de insumos.
Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: centros de acopio de residuos	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Existe áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. • No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio. • No existe evidencia de derrames o filtraciones en el suelo. • El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente. • Los residuos son retirados por las empresas autorizadas para su disposición final.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión ambiental en las áreas de acopio de residuos. • Revisión de bitácora de obra.
Programa de Manejo Integral de Residuos Programa o acción: instalación de contenedores de residuos	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • En toda el área del proyecto se tienen colocado en sitios estratégicos contenedores para el copio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. • Los contenedores periódicamente son limpiados y los residuos son concentrados en las cámaras correspondientes. • No existe la presencia de fauna nociva. • No se observan residuos dispersos en la zona de obra.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas y recorridos periódicos en el proyecto
Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: instalación de contenedores de residuos	
Objetivo: Evitar derrames y filtraciones de desechos sanitarios al subsuelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se utilizaran los baños existentes en el sitio del proyecto. • No se observan rastros de defecación al aire libre.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones periódicas en el área del proyecto.
Programa de Reforestación (VER ANEXO 6 PR) Subprograma de plantación, ajardinado y conservación de flora en el predio del proyecto (VER ANEXO 6 PMIFL) Acción: arborización y ajardinado	
Objetivo: Mantener y posiblemente incrementar la vegetación nativa y de ornato no invasivas de acuerdo con el listado de la CONABIO, priorizando las zonas de conservación o ajardinado en el predio del proyecto y las susceptibles a ser reforestadas en zonas aledañas al sitio del proyecto.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Existen las mismas especies de plantas que antes del inicio del proyecto. • Las zonas reforestadas con especies nativas u ornamentales no invasivas. • No existe presencia de especies invasivas. • Se utilizan abonos y plaguicidas orgánicos y cuando se requiere únicamente agroquímicos aprobados por la CICOPLAFEST.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas y recorridos periódicos en toda el área del proyecto.
Programa: Programa de Manejo Integral de fauna (VER ANEXO 6 PMIFN) Acción: Manejo y/o reubicación de fauna silvestre y en la NOM-059-SEMARNAT-2010	

Objetivo: Regenerar, mantener y enriquecer las condiciones del predio con el fin de que las especies de fauna silvestres registradas en el predio y las que potencialmente estén incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 mantengan sus procesos biológicos en el sitio y no tenga necesidad de emigrar a otros sitios.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan monitoreos para evaluar la situación de las especies de fauna. • Se registra el número de especies potenciales de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las reportadas durante la caracterización de fauna para el DTU-BR del proyecto. • Se tienen colocados estratégicamente letreros restrictivos para el cuidado de la fauna.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de fauna. • Supervisión periódica en toda el área del proyecto.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Programa o acción: programa de manejo de residuos	
Objetivo: Desarrollar un instrumento de control y consulta que de forma concisa y lógica permita dar un manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; y aguas residuales generadas.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Existen áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos. • No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio. • No se observan residuos dispersos en zonas no adecuadas. • El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente (piso de concreto, diques de contención, ventilación, bitácoras de entradas y salidas de los residuos, etc.). • Cuentan con empresas autorizadas por la autoridad competente, para el retiro de los residuos generados en el área del proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas, monitoreos y recorridos periódicos en el predio donde se ubica el proyecto • Revisión documental de bitácoras

6.3.3. Etapas de operación y mantenimiento del proyecto

En las etapas de operación y mantenimiento se generan impactos diferentes para los cuales también se llevarán a cabo acciones y programas que mitigarán, prevendrán y compensarán las posibles afectaciones.

En este caso las pláticas serán periódicas conforme al reclutamiento de personal, y dependerán de la frecuencia de contrataciones y rotación de personal.

Así mismo la señalización ya será de forma permanente y con información dirigida tanto a empleados como a los usuarios del desarrollo.

Los indicadores que se mencionarán a continuación serán revisados a base de supervisiones periódicas, las cuales serán efectuadas por el personal con experiencia en el tema ambiental.

Tabla 6.4. Indicadores de las acciones o programas implementados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Village Etapa II”

Acción: pláticas de inducción ambiental
Objetivo: Concientizar a todo el personal involucrado en el proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado.

Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • El 100% del personal ha sido informado sobre el tema. • Se impartirán pláticas sobre la política ambiental con la que cuenta en el proyecto, durante cada ciclo de contrataciones del personal.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Impartición de cursos • Entrevistas aleatorias al personal • Supervisión ambiental en las áreas del proyecto.
Acción: instalación de señalización	
Objetivo: Concientizar a todo el personal involucrado y huéspedes del proyecto sobre la importancia del medio ambiente y su cuidado cubriendo los vacíos dejados por el alcance de las pláticas.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • En la infraestructura del proyecto y en las áreas verdes se tienen colocados letreros alusivos a la protección de la flora y fauna. • En áreas donde se reúne el personal de la empresa se tienen colocadas mamparas y carteles con la información de la política ambiental que tiene el proyecto. • Existen señalizaciones referentes a temas ambientales en áreas estratégicas del proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión ambiental en el área del proyecto.
Subprograma de plantación, ajardinado y conservación de flora en el predio del proyecto (VER ANEXO 6 PMIFL) Acción: mantenimiento de las áreas reforestadas	
Objetivo: Mantener en buenas condiciones las plantas sembradas en las áreas verdes y de jardinería para garantizar su sobrevivencia.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Las áreas reforestadas y preservadas de manera natural se encuentran completamente recuperadas con un éxito de supervivencia del 85%. • Existe un vivero temporal donde se albergan y se protegen las plantas nativas y las de ornato no invasivas, dichas plantas son para restitución de aquellas que no lograron sobrevivir conforme al programa de reforestación. • Se tiene que la diversidad de especies vegetales en todo el proyecto es igual que antes del mismo. • Se utilizan productos biodegradables para el mantenimiento de las áreas verdes.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Conteo y revisión de plantas. • Supervisión ambiental en el área del proyecto.
Programa de Manejo Integral de Residuos	
Acción: mantenimiento de equipos	
Objetivo: Prevenir la contaminación del suelo, así como las emisiones excesivas a la atmósfera	

Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Los equipos (equipos contra incendios, plantas de emergencia, etc.) se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento, el ruido que generan son propios de motores. Se le proporcionará mantenimiento preventivo con base a las especificaciones de su uso. • Los equipos del proyecto tiene emisiones por debajo de lo establecido en la NOM-085-SEMARNAT-2011. • Los tanques de Gas L.P. son instalados de acuerdo a la Norma Oficial Mexica NOM-004-SEDG-2004 (Instalación de aprovechamiento de Gas L.P. diseño y construcción), publicados en el Diario Oficial de la Federación el 2 de diciembre de 2004. • No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo. • Los productos químicos, combustibles son acopiados sus almacenes correspondientes. • Se realiza periódicamente el servicio de los equipos utilizados en el proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Visitas y recorridos periódicos en el proyecto. • Revisión documental de permisos de los tres niveles de gobierno.
<p>Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: almacenes de insumos (combustibles y químicos)</p>	
<p>Objetivo: Evitar derrames y filtraciones de químicos y combustibles al subsuelo, así como efectos perjudiciales a la salud humana durante la etapa operativa.</p>	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • En los almacenes y bodegas de insumos (combustibles y químicos) cuentan con las siguientes características: • Equipos para la prevención de incendios (extintores y detectores de humo). • Piso de concreto • Ventilación • Diques de contención, con la finalidad de contener derrames en caso de derrames accidentales. • Fichas técnicas de todos los productos que ahí se almacenan. • Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia. • No existe evidencia de derrames o filtraciones en el suelo.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisiones periódicas en el área de almacenes y bodegas con las que cuenta el proyecto.
<p>Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: centros de acopio de residuos</p>	
<p>Objetivo: Evitar derrames y filtraciones de contaminantes al subsuelo, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.</p>	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Existe una cámara para el acopio de los residuos orgánicos. • La cámara inorgánica cuenta con piso y paredes de mosaico, sifa de lavado, las bolsas almacenadas no pesan más de 20 kg. • Existe una cámara para el acopio de los residuos reciclables (cartón, PET, aluminio, vidrio). • La cámara de residuos peligrosos se apega a las características establecidas en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos • No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo • No existe fauna nociva

	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con empresas contratadas para la correcta disposición de residuos, así mismo estas cuentan con autorización por parte de la autoridad competente para realizar esta actividad.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión ambiental en el área del proyecto. Revisión de bitácoras
Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: instalación de contenedores de residuos	
Objetivo: Evitar dispersión de residuos y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con contenedores para el acopio de los residuos inorgánicos, orgánicos, aluminio, plásticos, peligrosos, cartón, vidrio etc. Los contenedores cuentan con su etiqueta de identificación correspondiente. Se tienen colocados contenedores en áreas estratégicas del proyecto. Los contenedores cuentan con bolsa plástica para facilitar su manejo. No existe fauna nociva No se observan residuos dispersos en las áreas verdes del proyecto.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Visitas y recorridos periódicos en el proyecto
Programa de Manejo Integral de Residuos Acción: implementación Biodigestores	
Objetivo: Evitar derrames y filtraciones de desechos sanitarios al subsuelo y manto freático, así como su dispersión y los efectos perjudiciales a la salud humana.	
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> No se observan fugas ni filtraciones Las calidades de aguas tratadas cumplen con los límites máximo permitidos de parámetros contaminantes que establece la NOM-002-SEMARNAT-1996 para las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y con la NOM-003-SEMARNAT-1997 para las aguas que se usen para riego de áreas verdes. Los análisis se realizan por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobada por la CONAGUA. Se realiza el mantenimiento periódico de la planta.
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> Visitas y recorridos periódicos en el proyecto

Para la verificación de los indicadores se realizarán visitas periódicas durante esta etapa de operación del proyecto "Village Etapa II" en las cuales se harán recorridos verificando los puntos mencionados en donde se debe de cumplir con lo estipulado en las tablas anteriores, a través de un Programa de Vigilancia Ambiental (VER ANEXO 6 PVA).

Las visitas se harán de manera semanal en un principio, pudiendo ser más frecuentes en caso de suscitarse alguna contingencia.

6.4. Seguimiento y control

Con base al cumplimiento de las acciones y programas se puede dar un valor ponderado a cada programa o acción para poder evaluar su desempeño, esto con el fin de obtener un balance crítico y poder determinar la pertinencia, eficiencia y eficacia de la gestión ambiental adelantada en cada fase del proyecto, identificando además los impactos remanentes y problemas no resueltos.

Para la evaluación ex-post se le asignarán diferentes porcentajes de ponderación al cumplimiento de las metas de los distintos indicadores de seguimiento, de manera que pueda obtenerse un consolidado del desempeño del conjunto de actividades.

Esto será dividido por etapa en donde cada valor podrá ser asignado de acuerdo a la importancia de cada acción o programa.

Tabla 6. 5. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de preparación del proyecto “Village Etapa II”

Acción o programa	Indicadores Preparación del sitio	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
Pláticas de inducción ambiental	El 100% de los trabajadores ha sido informado sobre el tema	0.50	1.5
	No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados.	0.50	
	Los trabajadores depositan sus desechos en los contenedores de orgánicos, inorgánicos y reciclables ubicados en áreas estratégicas del proyecto.	0.50	
Instalación de señalización	En áreas estratégicas del proyecto se colocaron letreros restrictivos a favor de la flora y fauna.	1	1.5
	Los contenedores cuentan con etiquetas para que los trabajadores se familiaricen con la separación de residuos.	0.25	
	En puntos estratégicos, se tienen colocado carteles con información sobre el cuidado del medio ambiente.	0.25	
Programa de Manejo Integral de flora	Todas las plantas propuestas para el rescate son albergadas en el vivero provisional.	0.4	1
	Se tiene la diversidad de especies en vivero proyectada en el PMIFL.	0.3	
	Se tiene un porcentaje de sobrevivencia de individuos por especie arriba del 85%.	0.3	
Programa de Manejo Integral de fauna	Las especies de fauna encontradas durante la etapa de preparación del sitio son reubicadas en las áreas de conservación.	0.25	1
	Se tienen colocados estratégicamente letreros restrictivos sobre el cuidado de la fauna.	0.50	
	No existen reportes de muerte de ejemplares o individuos de fauna silvestre lesionados.	0.25	
Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada (VER ANEXO 6)	El 100% de la maquinaria tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad	0.20	1
	No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo	0.40	
	Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubetas de 20 lt y franelas)	0.20	

	Las franelas y los residuos de lubricantes, aceites, combustibles, etc. son acopiados temporalmente en un área para los residuos peligrosos.	0.20	
PMIR Instalaciones de almacenamiento de residuos	Existen áreas acondicionadas para el almacenamiento de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos.	0.20	1
	No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio temporal.	0.20	
	No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo.	0.20	
	El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente.	0.20	
	Los residuos son retirados por las empresas autorizadas para su disposición final.	0.20	
PMIR Instalación de contenedores de residuos	En toda el área del proyecto se tienen colocados contenedores para el acopio de los residuos orgánicos en sitios estratégicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos.	0.20	1
	Los contenedores periódicamente son limpiados y los residuos son concentrados en las cámaras correspondientes.	0.20	
	No existe la presencia de fauna nociva.	0.30	
	No se observan residuos dispersos en la zona de obra	0.30	
PMIR Utilización de obras existentes como baños, almacenes para evitar creación de obras provisionales	Se utilizaran los baños existentes en el sitio del proyecto.	0.50	1
	No se observan rastros de defecación al aire libre.	0.50	
PMIFN	Se realizan monitoreos para evaluar la situación de las especies de fauna.	0.40	1

ESPECIES SILVESTRES Y EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010	Se registra el número de especies potenciales de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las reportadas durante la caracterización de fauna para el DTU-BR del proyecto.	0.40	
	Se tienen colocados estratégicamente letreros restrictivos para el cuidado de la fauna.	0.20	
TOTAL		10	1

Tabla 6. 6. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de construcción del proyecto “Village Etapa II”

Acción o programa	Indicadores Etapa de construcción	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
Pláticas inducción ambiental	Durante la etapa de construcción todos los jefes o encargados de departamento tiene conocimiento de los temas ambientales, así mismo difunden la información a su personal a cargo.	0.25	1
	No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados.	0.25	
	Los trabajadores depositan sus residuos en los contenedores correspondientes.	0.25	
	Previo al inicio de actividades en la etapa de construcción, se impartieron pláticas sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente.	0.25	
Instalación señalización	Todo el personal tiene acceso a la información sobre las prohibiciones y restricciones a favor del medio ambiente en el área del proyecto.	0.10	0.5
	No existe cacería, exterminio y extracción de ejemplares de vida silvestre o sus derivados	0.15	
	Todo el personal realiza una correcta separación de residuos.	0.15	
	Se tienen colocados letreros restrictivos a favor del medio ambiente en áreas estratégicas del proyecto.	0.10	
PMIFL Mantenimiento si fuera el caso de los	En promedio el 85% de las plantas rescatadas sobreviven.	0.50	1
	Se tiene la diversidad de especies en el vivero proyectada en el programa de rescate de flora	0.25	

Acción o programa	Indicadores Etapa de construcción	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
ejemplares rescatados	Se utilizan abonos y plaguicidas orgánicos y en caso de utilizar agroquímicos son los aprobados por la CICOPLAFEST.	0.25	
Subprograma para el uso y mantenimiento de maquinaria ligera y pesada (VER ANEXO 6 PCPAYR)	La maquinaria utilizada en la etapa de construcción de las nuevas obras adicionales al sitio del proyecto tiene emisiones por debajo de lo establecido en la normatividad.	0.10	1
	Los materiales de construcción se mantienen húmedos para evitar que se generen polvos.	0.10	
	No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo.	0.30	
	Toda la maquinaria cuenta con el equipo necesario para la contención de derrames de lubricantes (Cubetas de 20 lt y franelas).	0.25	
	Los residuos de construcción son separados en reciclables y urbanos, para ser trasladados en su acopio temporal y posteriormente son retirados por una empresa autorizada por autoridad competente.	0.25	
PMIR Almacenes de insumos (combustibles y químicos)	Los almacenes se apegan a la normatividad vigente, cuentan con piso de concreto, diques de contención, ventilación, etc.)	0.25	1
	No existen evidencias de derrames o filtraciones de lubricantes y combustibles en el suelo.	0.30	
	Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia.	0.25	
	Se cuenta con el equipo de protección necesario para el manejo de los combustibles y químicos	0.20	
PMIR Instalaciones de almacenamiento de residuos	Existen áreas acondicionadas para el acopio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos.	0.30	1
	No existe mezcla de residuos en las áreas de acopio.	0.10	
	No existe evidencia de derrames o filtraciones en el suelo.	0.10	
	El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente.	0.10	
	Los residuos son retirados por las empresas autorizadas para su disposición final.	0.10	

Acción o programa	Indicadores Etapa de construcción	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
PMIR Instalación de contenedores de residuos	En toda el área del proyecto se tienen colocados en sitios estratégicos contenedores para el copio de los residuos orgánicos, inorgánicos, reciclables y peligrosos.	0.30	1
	Los contenedores periódicamente son limpiados y los residuos son concentrados en las cámaras correspondientes.	0.20	
	No existe la presencia de fauna nociva.	0.30	
	No se observan residuos dispersos en la zona de obra.	0.20	
PMIR Utilización de obras existentes como baños, almacenes para evitar creación de obras provisionales	Se utilizarán los baños existentes en el sitio del proyecto.	0.50	1
	No se observan rastros de defecación al aire libre.	0.50	
Subprograma de plantación, ajardinado y conservación de flora en el predio del proyecto (VER ANEXO 6 PMIFL)	Existen las mismas especies de plantas que antes del inicio del proyecto.	0.20	1
	Las zonas reforestadas son con especies nativas y de ornato no invasivos.	0.20	
	No existe presencia de especies invasivas con base al listado de la CONABIO.	0.30	
	Se utilizan abonos y plaguicidas orgánicos y cuando se requiere únicamente agroquímicos aprobados por la CICOPALFEST.	0.30	
PMIFN Manejo y/o reubicación de fauna silvestre y en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se realizan monitoreos para evaluar la situación de las especies de fauna.	0.20	0.5
	Se registra el número de especies potenciales de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las reportadas durante la caracterización de fauna para el DTU-BR del proyecto.	0.20	
	Se tienen colocados estratégicamente letreros restrictivos para el cuidado de la fauna.	0.10	
PMIR	Se cuenta con un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.	0.20	1
	Existe un Plan de Contingencia Ambiental.	0.20	

Acción o programa	Indicadores Etapa de construcción	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
	No se observan residuos dispersos en zonas no adecuadas.	0.20	
	El almacén de residuos peligrosos se apega a la normatividad vigente correspondiente (piso de concreto, diques de contención, ventilación, bitácoras de entradas y salidas de los residuos, etc.)	0.20	
	Cuentan con empresas autorizadas por la autoridad competente, para el retiro de los residuos generados en el área del proyecto	0.20	
Total		10	10

6.4.1. Etapas de operación y mantenimiento

Una vez calificado el desempeño de cada programa a través del valor obtenido por cada indicador, se suman los valores de los indicadores obtenidos por cada componente con el fin de obtener un puntaje total por componente.

Tabla 6.7. Ponderación de las acciones o programas implementados en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto “Village Etapa II”

Acción o programa	Indicadores Etapa de operación.	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
Pláticas inducción ambiental	Al menos el 100% del personal ha sido informado sobre el tema.	0.50	1
	Se impartirán pláticas sobre la política ambiental con la que cuenta en el proyecto, durante cada ciclo de contrataciones del personal.	0.50	
Instalación de señalización	En la infraestructura del proyecto y en las áreas verdes se tienen colocados letreros alusivos a la protección de la flora y fauna.	0.25	1
	En áreas donde se reúne el personal de la empresa se tienen colocados mamparas y carteles con la información de la política ambiental que tiene el proyecto. Publicados en el	0.25	
	Existen señalizaciones referentes a temas ambientales en áreas estratégicas del proyecto.	0.25	
PR mantenimiento de las áreas reforestadas	Las áreas reforestadas y preservadas de manera natural se encuentran completamente recuperadas con un éxito de supervivencia del 85%.	0.25	1
	Existe un vivero temporal donde se albergan y se protegen las plantas nativas y las de	0.25	

Acción o programa	Indicadores Etapa de operación.	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
	ornato no invasivas, dichas plantas son para restitución de aquellas que no lograron sobrevivir conforme al programa de reforestación.		
	Se tiene que la diversidad de especies vegetales en todo el proyecto es igual que antes del mismo.	0.25	
	Se utilizan productos biodegradables para el mantenimiento de las áreas verdes	0.25	
PMIR Mantenimiento de equipos	Los equipos (equipos contra incendios, plantas de emergencia, etc.) se encuentran en óptimas condiciones de funcionamiento, el ruido que generan son propios de motores.	0.05	1
	Los equipos del proyecto tienen emisiones por debajo de lo establecido en la NOM-085-SEMARNAT-2011.	0.05	
	Los tanques de Gas L.P. son instalados de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEDG-2004 (Instalación de aprovechamiento de Gas L.P. diseño y construcción), publicados en el Diario Oficial de la Federación el 2 de diciembre de 2004.	0.10	
	No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo.	0.20	
	Los productos químicos, combustibles son acopiados sus almacenes correspondientes.	0.20	
	Se realiza periódicamente el servicio de los equipos utilizados en el hotel.	0.10	
PMIR Almacenes de insumos (combustibles y químicos)	En los almacenes y bodegas de insumos (combustibles y químicos) cuentan con las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> Equipos para la prevención de incendios (extintores y detectores de humo). Piso de concreto Ventilación Fichas técnicas de todos los productos que ahí se almacenan. 	0.50	1
	Se cuenta con personal capacitado en caso de contingencia.	0.30	
	No existe evidencia de derrames o filtraciones en el suelo.	0.20	
PMIR	Existe una cámara para el acopio de los residuos orgánicos.	0.40	1

Acción o programa	Indicadores Etapa de operación.	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
Instalaciones de almacenamiento de residuos	La cámara inorgánica cuenta con piso y paredes de mosaico, sifa de lavado, las bolsas almacenadas no pesan más de 20 kg, etc.	0.10	
	Existe una cámara para el acopio de los residuos reciclables (cartón, PET, aluminio, vidrio).	0.10	
	La cámara de residuos peligrosos se apega a las características establecidas en el artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	0.10	
	No existen evidencias de derrames o filtraciones en el suelo.	0.10	
	No existe fauna nociva.	0.10	
	Se cuenta con empresas contratadas para la correcta disposición de residuos, así mismo estas cuentan con autorización por parte de la autoridad competente para realizar esta actividad.	0.10	
PMIR Instalación de contenedores de residuos	Se cuenta con contenedores para el acopio de los residuos inorgánicos, orgánicos, aluminio, plásticos, peligrosos, cartón, vidrio etc.	0.20	1
	Los contenedores cuentan con su etiqueta de identificación correspondiente.	0.20	
	Se tienen colocado contenedores en áreas estratégicas del proyecto.	0.20	
	Los contenedores cuentan con bolsa plástica para facilitar su manejo.	0.20	
	No existe fauna nociva	0.10	
	No se observan residuos dispersos en las áreas verdes del proyecto	0.10	
PMIR Operación y mantenimiento de servicios de aguas residuales	No se observan fugas ni filtraciones	0.25	1
	La calidad de aguas tratadas cumplen con los límites máximo permitidos de parámetros contaminantes que establece la NOM-001-SEMARNAT-1996 para las aguas de descarga en pozos, NOM-002-SEMARNAT-	0.25	

Acción o programa	Indicadores Etapa de operación.	Puntuación por cumplimiento	Puntuación total por acción o programa
	1996 para las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y para las aguas para uso de riego cumplirá con la NOM-003-SEMARNAT-1997.		
	Los análisis se realizan por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y aprobada por la autoridad de la CONAGUA.	0.50	
PMIFN Especies silvestres y especies de la NOM-059- SEMARNAT-2010	Se realizan monitoreos para evaluar la situación de las especies de fauna	0.50	1
	Se registra el número de especies potenciales de fauna listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y las reportadas durante la caracterización de fauna para DTU-BR del proyecto.	0.25	
	Las reforestación de las áreas verdes y ajardinada se encuentran completamente recuperadas proporcionando refugio y alimento a la fauna silvestre residente y migratorias	0.25	
	Existen corrales de protección	0.25	
	Se realizan patrullajes nocturnos	0.25	
	Liberación de crías Retiro del corral de protección.	0.25	
TOTAL		9	9

Para encontrar el desempeño ambiental del proyecto “Village Etapa II” en su conjunto se adoptan los siguientes rangos de calificación, dependiendo del puntaje resultante al sumar el desempeño ambiental en los tres componentes:

Tabla 6. 8. Rangos de calificación de las acciones o programas implementados en las etapas del proyecto “Village Etapa II”

Desempeño ambiental del proyecto	Sumatoria de calificación
Satisfactorio	$8 \leq 10$
Regular	$5 \leq 7.9$
Deficiente	$1 \leq 4.9$

Así como el propio programa evalúa los indicadores de los programas y acciones el mismo es sujeto a ser evaluado y poder retroalimentarse de acuerdo a los objetivos planteados.

Para esto se tendrá una serie de indicadores que nos permitirá evaluar el éxito del plan realizado.

- La evaluación de los diversos programas se realiza con la periodicidad adecuada
- Los resultados obtenidos son congruentes con la realidad
- Las verificaciones proveen la información necesaria
- La metodología es la adecuada

Estos criterios nos indicarán si el programa se está efectuando de manera y metodología adecuadas, por lo que dará la oportunidad de retroalimentar y mejorar los programas.

Esta retroalimentación se hará con la periodicidad adecuada, al mismo tiempo que se interpreten los resultados de cada visita de verificación.

Finalmente se presentan las medidas para contrarrestar la afectación a través del desmonte de 6.26 hectáreas de vegetación forestal de selva mediana subperennifolia/ vegetación secundaria arbórea, particularmente para compensar la captura de carbono por la pérdida de dicha vegetación.

La captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.

En nuestro país las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero son el sector de energía, por el uso de combustible fósiles (Gay y Martínez, 1995), el cambio en el uso del suelo y los procesos de la industria del cemento. El panel intergubernamental sobre el cambio climático IPCC (1995), estimó que las emisiones de México contribuyen con el 14.5% de las emisiones totales de carbono que se dan en nuestro planeta cada año. Autores como Schneider (1989), Lashof y Ahuja (1994) y Dixon et al., (1994) afirman que el dióxido de carbono (CO₂) es uno de los gases de efecto invernadero más importante.

Por esta situación, la captura de carbono juega un papel fundamental en el proceso de mitigación del cambio climático global, pero la captura sólo es posible con la ayuda de la vegetación arbórea ya que los bosques y selvas capturan y almacenan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos, de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición arbórea de ésta.

La captura de carbono es considerada como un servicio ambiental que refiere a la captación y su almacenamiento a través de la vegetación, por medio del proceso biológico de la fotosíntesis y la formación de tejidos vegetales. De esta manera, los árboles absorben el CO₂ atmosférico junto con elementos del suelo y aire, por lo que el volumen que el árbol capture durante su ciclo de vida, se verá representado en la biomasa que logre acumular traducida está en la formación de madera. En este sentido, se considera que aproximadamente del 42% al 50% de la biomasa de un árbol es carbono (materiales secos). Por lo tanto, habrá una captura de carbono neta únicamente mientras el árbol se desarrolla para alcanzar madurez. Cuando el árbol muera, habrá de emitir al entorno la misma cantidad de carbono que capturó, si el mismo es quemado se enviará a la atmósfera, si cae al suelo y se desintegra se incorporará al suelo. Un bosque en plena madurez aporta finalmente la misma cantidad de carbono que captura.

Estimar la biomasa aérea y de las raíces y el carbono total almacenado (aéreo y de las raíces) en el predio denominado "Village II", que se encuentra ubicado dentro del Complejo Ciudad Mayakoba, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Cálculo de biomasa aérea

Para estimar la biomasa aérea de los árboles ≥ 10 cm de diámetro normal, se utilizó la ecuación general generada por Cairns et al (2003) para bosques de la Península de Yucatán y específicamente para el Ejido Graciano Sánchez, Quintana Roo, la cual tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

DN = Diámetro normal (cm).

AT = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapoló a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).

$$Ba = 0.46 + 0.037DN^2AT$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

Dn = Diámetro normal (cm).

At = Altura total (m).

Para los árboles <10 cm de diámetro normal, se utilizó la fórmula genérica propuesta por Torres y Guevara (2002) para selvas medianas y altas que tiene la siguiente expresión:

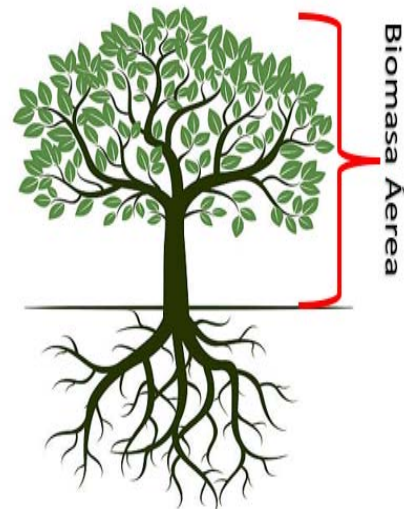
$$Ba = 0.896 + 519.408VTA$$

Donde:

Ba = Biomasa aérea (kg).

VTA = Volumen total (m³).

La biomasa estimada por sitio en (kg sitio⁻¹) se extrapoló a ton ha⁻¹ y posteriormente se estimó el contenido de carbono (ton ha⁻¹).



Fracción de carbono en la biomasa aérea

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa por el factor 0.5, ya que, según resultados de varios autores, este valor representa la concentración promedio de carbono para especies de especies hojosas (Graciano-Ávila *et al*, 2019).

Cálculo del carbono almacenado en la parte aérea

El contenido de carbono almacenado se estimó con la expresión:

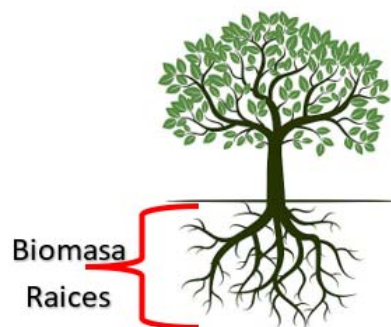
$$Ca = B (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

C = Contenido de Carbono (ton ha⁻¹).

B = Biomasa (ton ha⁻¹).

Fc = Fracción de carbono en la biomasa (0.5).



Cálculo de biomasa en raíces

Para estimar la biomasa de las raíces se utilizó la fórmula que propone Rodríguez-Larramendi *et al* (2016) que, aunque fue propuesta para especies de coníferas y hojosas, es la única aproximación para estimar este componente, que a su vez se sustenta en lo que propone el IPCC para diferentes tipos de vegetación (IPCC, https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch04_Forest%20Land.pdf) y es la siguiente:

$$Br = Ba (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Br=Biomasa de las raíces (ton ha⁻¹).

Ba=Biomasa de la parte área del árbol.

Fc=Factor de expansión (0.30) para estimar Br como porcentaje de la Ba.

Fracción de carbono en la biomasa de las raíces

Para determinar el contenido de carbono se multiplicó el valor de la biomasa de las raíces por el factor 0.5 que representa la concentración de carbono promedio (Rodríguez-Larramendi *et al*. 2016).

$$Cr = Br (\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde: Cr = Contenido de carbono en raíces (ton ha⁻¹), Br = Biomasa en raíces (ton ha⁻¹), Fc = Fracción de carbono en la biomasa de raíces (0.5).

Cálculo de biomasa total

$$Bt = Ba + Br(\text{ton ha}^{-1}) * Fc$$

Donde:

Bt = biomasa total (ton ha⁻¹).

Fracción de carbono total

Una vez que se obtienen los valores de las fracciones de carbono en la parte aérea y de las raíces entonces se aplica la siguiente fórmula para la obtención del carbono total contenido y que es la siguiente:

$$Ct = Ca + Cr (ton\ ha - 1) * Fc$$

Donde:

Ct = carbono total (ton ha⁻¹).

Ca=Carbono aéreo.

Cr= Carbono de raíces

Fc=Fracción de carbono total

Resultados

En el cuadro se observan os promedios de las variables dasométricas para las especies presentes en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, así como las existencias del número de árboles, área basal y distribución de volúmenes, biomasa y carbono por especie y unidad de superficie. Por otra parte, se estiman los límites de confianza de las variables extrapoladas a hectárea de las variables de interés.

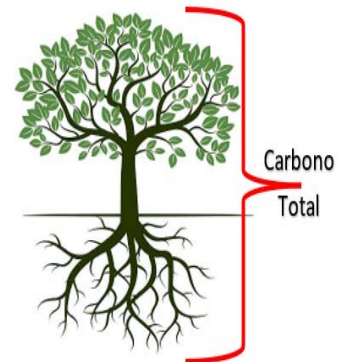
El volumen del predio es de 55.1442 m³ ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% las existencias pueden variar entre 64.6520 y 74.1594 m³ ha⁻¹.

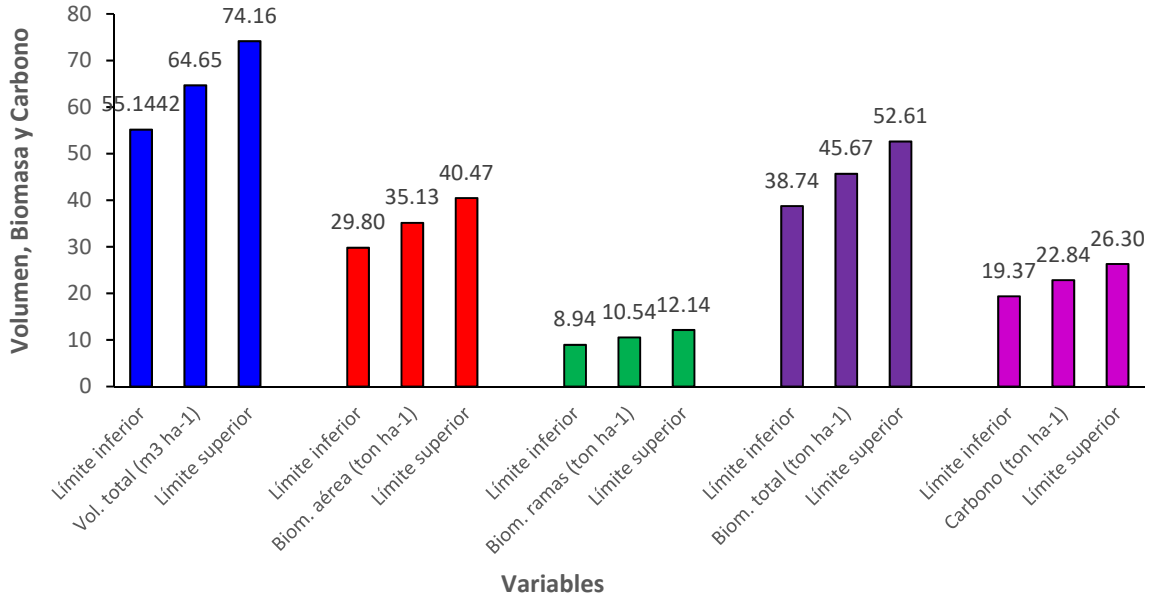
La biomasa aérea es de 35.1331 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 29.7987 y 40.4675 ton ha⁻¹.

La biomasa en raíces es de 10.5399 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 8.9396 y 12.1402 ton ha⁻¹.

La biomasa aérea total que se presenta en este predio tiene un promedio de 45.6730 ton ha⁻¹, pero con una confiabilidad del 95% podemos decir que esta puede variar entre 38.7383 y 52.6078 ton ha⁻¹.

Por su parte, la fracción de carbono contenido, se estima en un promedio de 22.8365 ton ha⁻¹, pero, con una confiabilidad del 95% este contenido puede variar entre 19.3692 y 26.3039 ton ha⁻¹.

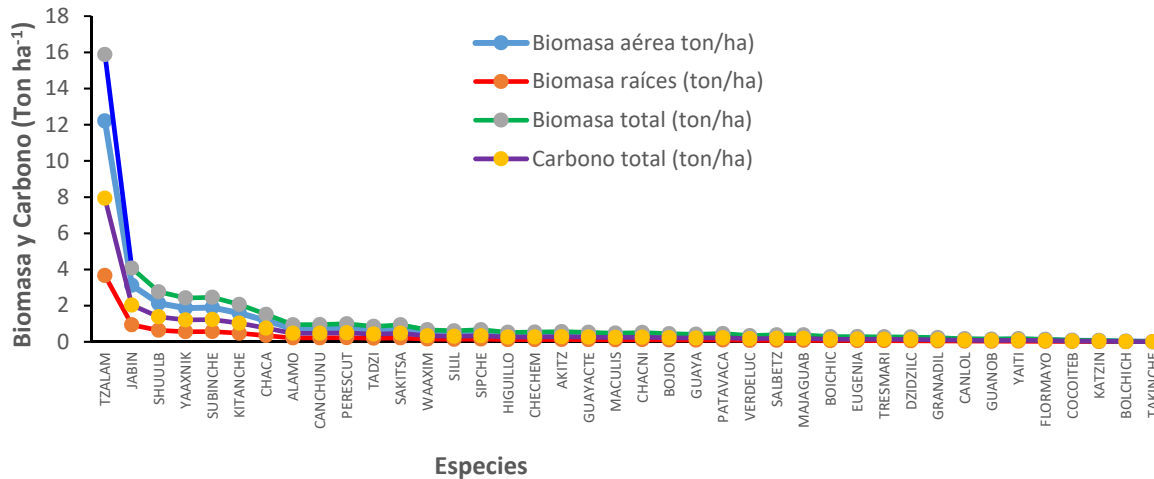




Volumen ($m^3 ha^{-1}$), Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en el predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Por todo lo anterior, dado que se tiene que el carbono almacenado durante estos últimos 32 años es de $22.84 ton ha^{-1}$, tomando en cuenta que en 1988 el huracán Gilberto dañó la zona norte del estado de Quintana Roo y en 1989 el gran incendio forestal arrasó completamente con toda la vegetación de la selva mediana subperennifolia existente en la zona. De esta forma, si se quiere estimar la tasa anual de captura de carbono por $ha año^{-1}$, la cantidad de carbono acumulado ($22.84 ton ha^{-1}$) en un periodo de 32, es de $0.714 ton ha^{-1} año^{-1}$.

De las 40 especies presentes en el área, 13 de ellas: Tzalam, Jabín, Shuul blanco, Ya'axnik, Subinché, Kitanché, Chaca, Álamo, Canchunup, Perescutz, Tadzí, Sakitsa y Waaxim concentran el 80.07 % del carbono almacenado, tal como se puede observar en la Figura siguiente.



Biomasa y carbono almacenados ($ton ha^{-1}$) en especies del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Escenarios de la captura de carbono

Comparación de los diferentes escenarios de la captura de carbono en 6.26 ha del predio Village II, municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

ESCENARIO 1 (Sin cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales)	ESCENARIO 2 (Con cambio de uso del Suelo de los Terrenos Forestales y sin medidas)	ESCENARIO 3 (Cambio de Uso del Suelo de los Terrenos Forestales con Medidas de Mitigación) (6.26 ha + 0.48 ha)
4.470 (+)	4.470 (-)	4.812 (+)

Como se puede apreciar en el **primer escenario**, si no hay cambio de uso del suelo en los terrenos forestales en la superficie de 6.26 has, la captura de carbono seguirá dándose en forma natural en un promedio de 4.470 ton/año/6.26 has y por ha será de 0.714 Ton/ha/año, por lo que este escenario es positivo.

Para el **segundo escenario**, si se realiza el desmonte y no hay ninguna actividad que lo mitigue, entonces se estará perdiendo una captura anual de carbono de 4.470 ton/año /6.26 has y el escenario es negativo.

Para el **tercer escenario**, el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales en las 6.26 has con actividades de mitigación para la captura de carbono, en la que se contemplan la creación de áreas ajardinada con una superficie de 0.48 has, la propuesta de rescate de plantas por una cantidad de 400 individuos que van hacer reforestados en una superficie de 0.48 has (una distancia promedio de 3 X5 m) y como segunda propuesta, está la adquisición de un terreno de 200.62 has (de los cuales se compromete a la conservación de una superficie igual de 6.26 has) que se encuentra ubicado en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y que corresponde a una selva mediana subperennifolia y que su único objetivo es la conservación ecológica y que en total se tiene una captura total anual de carbono de 4.812 toneladas en las 6.74 has y su valor es positivo.

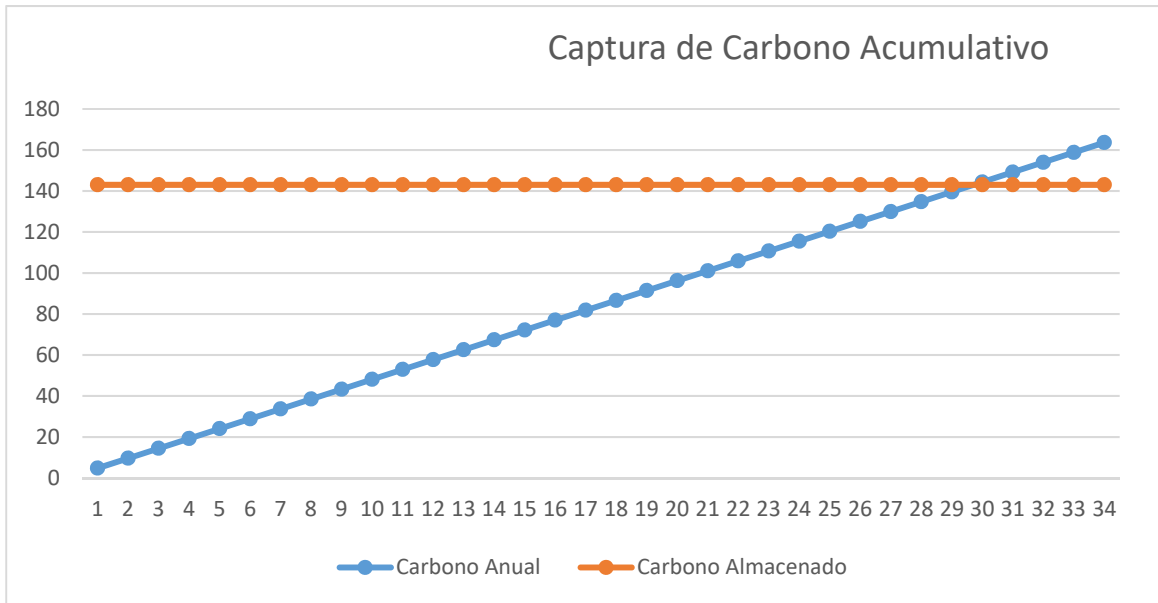
Diferentes escenarios del cambio de uso del suelo y captura de carbono.

Terrenos	Superficie (ha)	Captura anual de Carbono (ton ha ⁻¹)	Total de Carbono capturado (ton/año ⁻¹)
Área ajardinada	0.48	0.714	0.342
Predio La Esperanza-Limonos (200.06 has)*	6.26	0.714	4.470
Total			4.812

De las 200.06 has del predio, el promovente se compromete a cuidar y proteger una superficie de 6.26 has para la captura de carbono.

Conclusiones

Podemos decir que en las 6.26 ha propuestas para el cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, se tiene almacenado un total de 143.04 ton de carbono (0.714 ton/ha/6.26 has/32 años) y con el cambio de uso del suelo se dejará de capturar en ellas un total de 4.470 ton año⁻¹ de carbono.



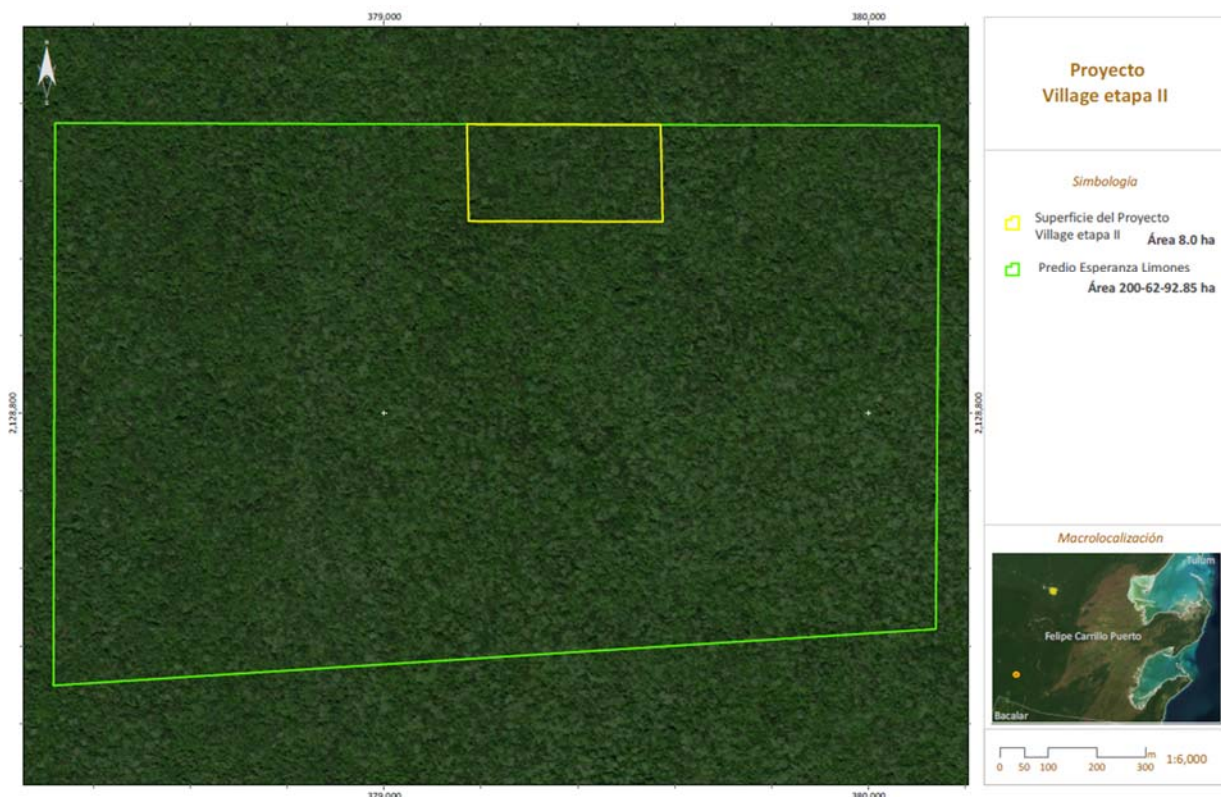
Por lo anterior y con estos compromisos de mitigación, se puede recuperar en un lapso de 30 años el carbono total que fue de 143.04 ton.

Para minimizar los efectos se habrán de aplicar las siguientes medidas de mitigación:

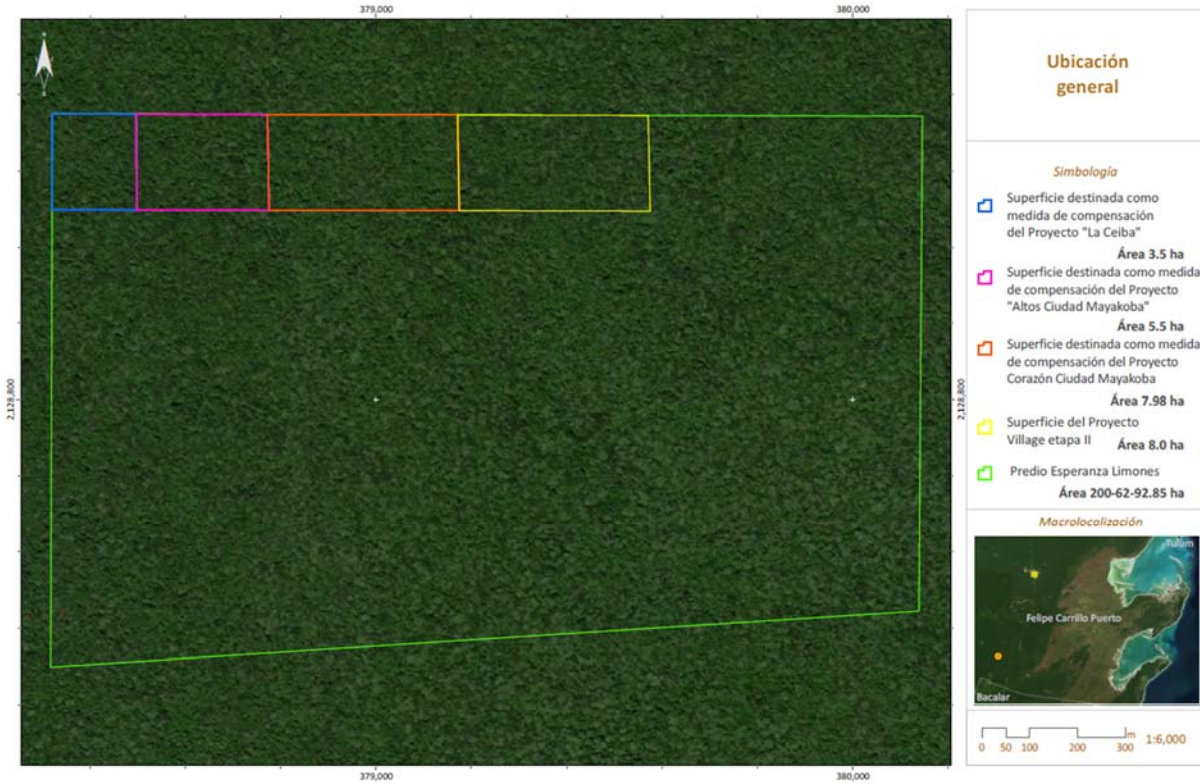
- El desplante del proyecto se deberá realizar dentro de las 6.26 Ha propuestas para el CUSTF y que han sido definidas de acuerdo a los planos arquitectónicos. Con la permanencia de 3.19 Ha de área naturales, se promoverá la captura de las emisiones de carbono.
- Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza o desmonte del terreno. Así como el uso de leña en la preparación de los alimentos de los trabajadores. Por lo que el material producto del desmonte deberá ser triturado y composteado. Asimismo, en cuanto al consumo de alimento estos no deberán de ser preparados en el lugar, para ello se hará uso del comedor correspondiente dentro del área de trabajo. Además, en caso de utilizarse alguna fuente de gas se colocará un extractor de humos, y este deberá contar con un filtro para partículas suspendidas o grasas.
- Los equipos, maquinaria y camiones en los que se trasladarán los materiales producto de desmonte, despalme, transporte de personal, etc., deberán estar en buenas condiciones mecánicas y de afinación, con la finalidad de que la emisión de humo, polvo y partículas suspendidas sea mínima.
- De ser posible se dará preferencia a uso de vehículos que utilicen gas LP o natural como combustible debido a su menor concentración de CO₂. El gas LP es mayoritariamente metano, que es menos nocivo para la atmósfera que el combustible normal.

- Se deberá solicitar a los operadores de los vehículos de carga que cierren sus escapes, que no efectúen acelerones o calentamiento innecesarios de motores y solamente mantengan en funcionamiento el vehículo cuando se encuentran en tránsito dentro del predio e instalaciones.
- Se deberá aplicar el Programa de rescate de flora nativa. Con esta medida se habrá de resguardar el germoplasma que contribuye en la captura de las emisiones de carbono.
- Se deberá establecer un vivero temporal donde se garantice la recuperación de las especies e individuos que sean rescatados y se alcance una sobrevivencia del 80%.
- Se deberá aplicar el Programa de Reforestación de aquellos espacios que así lo requieran, empleando todas los individuos y especies que hayan sido rescatadas dentro del predio.
- Por otro lado, se propone incorporar una superficie de 8.00 has del predio Esperanza limones que tiene el mismo tipo de vegetación como una medida más de compensación, por lo que se tiene almacenado un total de 143.04 ton de carbono (0.714 ton/ha/6.26 has/32 años) y con el cambio de uso del suelo se dejará de capturar en ellas un total de 4.470 ton año-1 de carbono. Por lo anterior y con estos compromisos de mitigación, se puede recuperar en un lapso de 30 años el carbono total que fue de 143.04 ton.

Se anexan planos de macrolocalización.



Es importante señalar que, de igual manera el predio denominado Esperanza Limones ha sido utilizado por otros proyectos como medida de compensación para la captura de carbono, en el plano siguiente se muestran los polígonos que han sido destinados a su conservación, incluyendo el predio del proyecto Village Etapa II.



- El promovente llevó a cabo un contrato de comodato celebrado entre las empresas involucradas, con la finalidad de se mantenga en su estado de conservación las 8.00 ha propuestas, mismo que se puede consultar en el Anexo 9 del presente documento.

VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 7. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL

7.1. INTRODUCCIÓN

La fracción VII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, señala que se debe analizar el efecto que tendrá la implementación del Proyecto en el Sistema Ambiental Regional (SAR), considerando los impactos ambientales que se pudieran generar (Capítulo 5), así como el efecto que tendrán las medidas de mitigación y compensación propuestas (Capítulo 6).

En cumplimiento con la antes citado, se presenta en este capítulo el pronóstico ambiental de lo que resultará la implementación del Proyecto en el SAR (definido en el Capítulo 4) en el que se verá reflejado el efecto de las obras y actividades a desarrollar y como las medidas de mitigación y compensación actuarán sobre los impactos ambientales identificados en el Capítulo 5.

Para realizar el planteamiento del pronóstico ambiental y la descripción del escenario actual sin proyecto y el escenario futuro con proyecto se tomaron en cuenta los estudios de caracterización y diagnóstico ambiental del Proyecto que sentaron las bases del proceso de planificación bajo los siguientes criterios:

- a) Delimitación y descripción del SAR y de sus componentes ambientales, en los cuales se inserta el Proyecto (Capítulo 4).
- b) Análisis y cumplimiento de los instrumentos de ordenamiento ecológico y urbano aplicables, así como el resto de disposiciones jurídicas de observancia obligatoria en materia ambiental (Capítulo 3).
- c) Grado de conservación y preservación de ecosistemas y sus funciones ambientales. (Capítulo 4).
- d) Grado de conservación de las especies faunísticas presentes en el predio y en el SAR. (Capítulo 4).
- e) Superficies de aprovechamiento planteadas por el Proyecto (Capítulo 2).
- f) Ubicación de infraestructura fuera de las zonas con restricciones legales-ambientales (Capítulos 2 y 3).
- g) Implementación de estrategias de análisis, vigilancia, seguimiento y mejoramiento de las condiciones ambientales a través un sistema de manejo ambiental (Capítulo 6).

A lo largo de este Capítulo se presenta:

- a) Un análisis retrospectivo del escenario ambiental del sitio.
- b) Descripción del escenario ambiental actual del sitio sin proyecto, que retoma el diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4.
- c) Descripción del proyecto con los impactos ambientales que éste generará.
- d) Pronóstico del escenario ambiental con la implementación del proyecto.
- e) Programa de vigilancia ambiental que retoma lo establecido en el Capítulo 6 del presente DTU-BR.

7.2. ANTECEDENTES LEGALES

El proyecto denominado “**Village Etapa II**” tiene su origen en el plan maestro denominado “Ciudad Mayakoba” autorizado en materia de impacto ambiental mediante oficios No. SGPA/DGIRA/DG/04219 de fecha 19 de junio del 2013 y su última modificación en materia de impacto ambiental autorizada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG-01896 con fecha del 28 de marzo de 2022 (“macroproyecto autorizado CIUDAD MAYAKOBA”). Además, en el Capítulo 3 de este DTU-BR, se describe a detalle la vinculación con distintos instrumentos jurídicos de interés y aplicables al proyecto, por lo anterior, se concluye que el Proyecto se apegará en su totalidad a toda norma y Ley aplicable; respetando los criterios obligatorios del Plan maestro y considerando las recomendaciones que se planteen en los diferentes documentos de orden jurídico.

7.3. ANÁLISIS RETROSPECTIVO

Para el análisis retrospectivo de este proyecto, se tomaron como referencia las condiciones bióticas, abióticas y del subsistema socioeconómico del SAR. Como fuente se consideró la información geográfica existente, información recabada en documentos oficiales, históricos y en algunos monitoreos realizados en el sitio.

El Proyecto se ubica dentro de Ciudad Mayakoba, el cual cuenta con un Plan Parcial de Desarrollo Urbano “El Jesusito”, mismo que cuenta con autorización en materia de impacto ambiental.

El Proyecto al estar dentro de una Zona urbana, este análisis retrospectivo se limitará a las tendencias de desarrollo urbano y a los factores que han generado el escenario actual.

Como principales factores de influencia en la conformación de las de las condiciones del escenario actual del SAR, se consideraron:

- Procesos antropogénicos, por ejemplo, cambio de uso de suelo, cambio en las estructuras administrativas, instrumentos de política pública, estructuras jurídicas, actividades económicas y diversos factores sociales.
- Fenómenos hidrometeorológicos (tormentas y huracanes).

Como primer antecedente, a partir de 1960, el Gobierno Federal promovió la creación de polos regionales de desarrollo en la mayoría del País. En el caso del Estado de Quintana Roo, se enfocó hacia el sector de servicios turísticos.

La ciudad de Playa del Carmen es parte del municipio de Solidaridad¹, Quintana Roo. Históricamente era un poblado dedicado a la pesca, agricultura de autoconsumo y de tránsito hacia la Isla de Cozumel (Guido et al., 2009). Comenzó a modificar sus tendencias de desarrollo urbano a finales de los años 1980’s, influenciada por la fuerte presión que ejerció la saturación de la zona Hotelera de Cancún, así como su incorporación al corredor Turístico de la Riviera Maya².

¹ El 27 de julio de 1993 se separa el municipio de Solidaridad de la Isla de Cozumel, decretándose como un municipio independiente con la ciudad de Playa del Carmen como cabecera.

² En este corredor se incluyen poblados de los municipios de Benito Juárez (Puerto Morelos), Solidaridad (Playa del Carmen, Puerto Aventuras y Akumal norte.) y Tulum (Akumal sur, Chemuyil, Chanchemuyil y Tulum). ³ Se tiene registro de varios eventos, sin embargo, destacan Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.

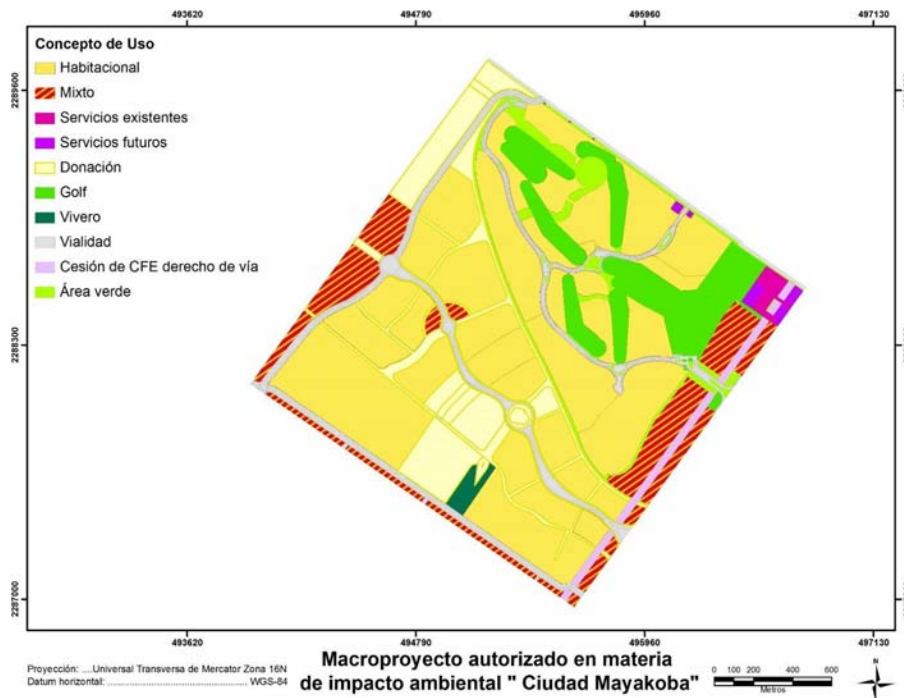
Aunado a esto, se convirtió en un polo de atracción para la inversión nacional y extranjera, para el desarrollo de proyectos turísticos; así como para inmigrantes en búsqueda de oportunidades de empleo. Según Gutiérrez de Mac Gregor y González (1999), para 1995, el 66% de la población total de la ciudad de Playa del Carmen estaba compuesta por inmigrantes.

La modificación medio ambiental como invasión de dunas o erosión de manglares y la erosión costera son una problemática latente en la zona (Guido et al., 2009). Lo anterior se debe principalmente a la escasa reglamentación e instrumentos de política pública eficientes para la implementación de proyectos turísticos durante las primeras etapas que potenciaron a la región como gran receptora del sector servicios; en segundo plano, a las malas prácticas en la implementación de proyectos turísticos y por último a la construcción masiva de hoteles y vías invadiendo esta zona (Guido et al., 2009; Camacho, 2015).

Otro factor de interés para este análisis retrospectivo es que la geolocalización de la ciudad de Playa del Carmen, la hace vulnerable a huracanes³, ciclones tropicales y a los efectos del fenómeno de la niña (entre muchos otros fenómenos hidrometeorológicos), lo que, con el paso de tiempo, al igual que en el resto de la región, ha modificado la morfología costera.

En este contexto, el 19 de junio del 2013, el macroproyecto “Ciudad Mayakoba”, fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el oficio resolutivos SGPA/DGIRA/DG/04219 y su última modificación en materia de impacto ambiental autorizada mediante el oficio resolutivo SGPA/DGIRA/DG-01896 con fecha del 28 de marzo de 2022 (Figura 7. 1); siendo esta última, mediante la cual se buscó alinear el macroproyecto con el acuerdo publicado en el POE-QRoo el 22 de junio del 2020. El proyecto “Plan Maestro “Ciudad Mayakoba”, fue propuesto como un innovador modelo de comunidad integral, planeada y sustentable (Mayakoba, 2018) para atender la demanda de la región.

Figura 7. 1. Obras y actividades autorizadas para el macroproyecto Plan Maestro “Ciudad Mayakoba”.



Es evidente que las tendencias de desarrollo urbano y por lo tanto de modificación del SAR, han estado fuertemente ligadas al impulso del sector servicios de la Región, particularmente enfocado al Turismo.

7.4. ESCENARIO ACTUAL

Según el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen (2010), la Ciudad de Playa del Carmen es el centro urbano con mayor tasa de crecimiento en el Estado de Quintana Roo y se espera que esta tendencia continúe. El municipio de Solidaridad cuenta con una extensión territorial de 2,205 km² y corresponde al 4.33% de la superficie total del estado de Quintana Roo, y alberga al 1.21% de la población total del estado, siendo el tercer municipio con mayor ocupación dentro del estado (INEGI, 2010). En este sentido, la planeación oportuna del crecimiento de las zonas urbanas y turísticas, apegada a lo establecido en la normatividad aplicable, es una prioridad.

Respecto a las problemáticas medioambientales, además de las mencionadas en el análisis retrospectivo, está el manejo de residuos urbanos y su disposición final. La predominancia de actividades del sector servicios enfocado al turismo, aunado a una incipiente política en materia de residuos sólidos urbanos y deficiencias en el manejo de los mismos, son algunos de los factores que han desencadenado esta situación.

Actualmente, el predio donde se pretende realizar el Proyecto consta de 11.19 ha, para el cual se pretende obtener una autorización en materia de impacto ambiental para la remoción de 6.26 ha de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbórea, manteniendo una superficie de 3.19 ha como áreas de conservación, el cual se encuentra sin infraestructura alguna.

De acuerdo con la descripción ambiental presentada en el Capítulo 4 del presente DTU-BR, como parte de los elementos que conforman el escenario actual se destacan los siguientes aspectos:

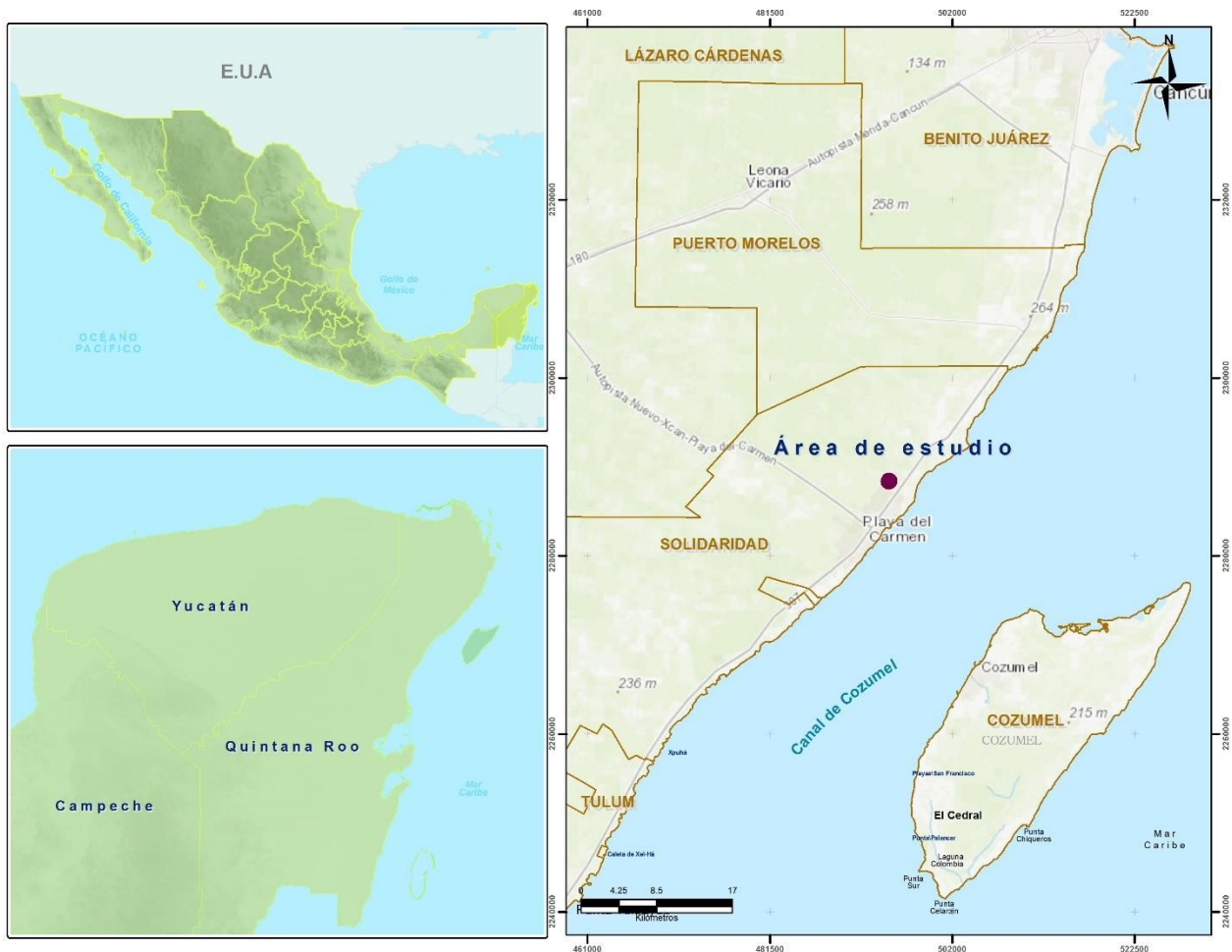
- El macro proyecto Ciudad Mayakoba se localiza dentro de un predio con vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea donde los componentes principales son las leguminosas como el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), xul (*Lonchocarpus xuul*), kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), sakiab (*Gliricidia sepium*) entre otros, así también el ficus (*Ficus conifolia*), chechem (*Metopium brownei*), chacá (*Bursera simaruba*).
- La vegetación que cubre el predio corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por actividades antrópicas, como las agropecuarias, a través de los años. Esta modificación también se debe a los huracanes y fenómenos meteorológicos, por lo que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.
- Respecto a la fauna, se identificó que el grupo con mayor número de especies registradas es el de las Aves con ocho especies, mientras que los Mamíferos con 4, y los Reptiles con una especie. Se concluye que la distribución de todas las especies es homogénea, y con una diversidad baja ocasionada por las obras que de desmonte que se están ejecutando en los alrededores del predio por motivo de la ejecución del macroproyecto autorizado, lo que ocasiona que la fauna tienda a alejarse.

- En cuanto a especies en riesgo, solo la palma *Coccothrinax readii* (náaj k'aax), está clasificada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de amenazada (A). Por otro lado, no se encontraron especies exóticas.
- La población circundante ejerce presión en el predio, por medio de la extracción de madera de diámetros delgados y la extracción de tierra para jardín.

7.5. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO MODIFICADO DEL PROYECTO

El Proyecto planteado, se ubica en los lotes 38 y 39 que en su conjunto tienen una superficie de 11.19 ha (denominado así por el macroproyecto “Ciudad Mayakoba” y conforme a lo establecido en el PPDU-J, ubicados en la Ciudad de Playa del Carmen, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo (Figura 7. 2).

Figura 7. 2. Ubicación de los predios del Proyecto.



7.6. ESCENARIO MODIFICADO

Una vez que se haya concluido la etapa de prepración del sitio, desmonte y despalme del Proyecto, en los términos señalados en el Capítulo 2, la cobertura predominante en el predio cambiará, tal como se muestra en la Tabla 7. 1. Es importante señalar, que la infraestructura del proyecto estará alternada entre obras techadas y no techadas

Como parte de las obras que modificarán la cobertura actual del predio, se incluyeron los jardines, sin embargo, éstas conservarán la vegetación natural y solo recibirán labores de estética en áreas frontales que podrán incluir reforestación con especies nativas o ajardinado, así como la inclusión de elementos de ornato.

Tabla 7. 1. Superficies del escenario actual vs. el escenario modificado por el proyecto.

Tipo de Vegetación / Uso de Suelo	Vegetación en el predio del Proyecto		Escenario modificado del predio después de concluida la fase de construcción del Proyecto	
	ha	%	ha	%
Selva mediana subperennifolia con desarrollo secundario	6.26	100%	6.26	100 %

De manera, que el escenario esperado con la implementación del proyecto es el de:

- Un proyecto que aprovechara el 90% de la superficie total del lote 38, conservando el 10% y aprovechando el 65 % de la superficie del lote 39, conservando el 25 %de selva mediada subperennifolia con desarrollo secundario en sus condiciones naturales.
- Un proyecto que se ajusta a las superficies de aprovechamiento y conservación definidas por el instrumento de planeación urbana aplicable PPDU-J (2016) y el proyecto autorizado en materia de impacto ambiental “Ciudad Mayakoba” (antes denominado “El Ximbal”).
- Un Proyecto que no sobrepasa las regulaciones urbanas aplicables.
- Un proyecto que se integre de manera armónica al entorno en el que se inserta, favoreciendo la conservación de áreas con mayor valor para la continuidad ecológica en función de los usos de suelo de los lotes colindantes.
- Desarrollo inmobiliario que favorezca la calidad de vida de los habitantes del Municipio.
- Un proyecto que incremente el flujo económico tanto del predio, como del macroproyecto en donde se inserta, de modo inherentemente se incremente la derrama económica en la ciudad de Playa del Carmen, el Municipio e inclusive en el Estado.
- Un Proyecto que mantiene poco más de 2 ha como áreas permeables, favoreciendo la filtración de agua al subsuelo.
- Un Proyecto que no compromete la hidrología superficial ni subterránea del predio, toda vez que consideró en su diseño los flujos hídricos naturales, además de medidas para la captación del agua pluvial, facilitando su infiltración al acuífero.

7.6.1. Escenario modificado con medidas

La propuesta del proyecto contempla el estricto apego a los instrumentos jurídicos aplicables, las disposiciones de “Ciudad Mayakoba” así como la implementación de medidas de mitigación dirigidas a los impactos particulares que pudieran derivarse de este. En el Capítulo 6 del presente DTU-BR, se describen a detalle las medidas de mitigación propuestas para este Proyecto, a continuación, se describen algunas:

- Seguimiento al Programa de Ahuyentamiento y Rescate Selectivo de Fauna, mediante el cual, como su nombre lo dice, se ahuyentará y liberará a las especies que existan en las zonas de aprovechamiento del Proyecto previo a la ejecución del mismo, evitando con ello su afectación por el uso de la maquinaria.
- Previo al inicio de los trabajos correspondientes a la etapa de construcción se impartirá a los trabajadores capacitación sobre el desarrollo del Proyecto.
- Se delimitarán físicamente las áreas de aprovechamiento, con el fin de evitar afectaciones e invasiones que puedan disminuir la superficie de conservación o dañar a la vegetación presente en ella.
- En cuanto al personal que labore, en el Proyecto quedará prohibida extraer de la zona del proyecto algún tipo de planta de ornato que pudiese encontrarse en el momento de realizar sus labores, así como de la fauna existente.
- Se contará con sanitarios portátiles para el uso obligatorio de los trabajadores que laboren en LA construcción de las obras (a razón de 1 por cada 15 trabajadores),
- Se contará con contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos para su posterior traslado al basurero municipal.
- Que como parte de las medidas de mitigación que se mantendrá un programa de limpieza periódica del sitio de obra.
- Se instalarán letreros alusivos a prohibir el uso del fuego y químicos dentro del área del proyecto, así como de molestar y/o capturar a la fauna. (señalamientos restrictivos, preventivos e informativos sobre la fauna).

7.7. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Al estar inmerso dentro de un predio con previa autorización en materia de impacto ambiental, respetarse los instrumentos jurídicos en materia de superficies de aprovechamiento y conservación, así como contemplarse medidas de mitigación dirigidas, es posible concluir que con la ejecución del Proyecto en el predio propuesto no comprometerá la integridad funcional del predio ni del SAR.

7.8. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

En el Capítulo 6 de este DTU-BR se presenta diferentes programas ambientales mediante los cuales se establecen medidas de mitigación, compensación y prevención de los impactos identificados en el Capítulo 5, asimismo, este instrumento contempla la identificación y prevención de cualquier impacto no determinado en la presente.

Además, se considera un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), a través del cual se vigilará el estricto cumplimiento de las obligaciones ambientales y funcionará como mecanismo de regulación, verificación y supervisión del resto de los programas, lo que garantizará su funcionamiento y mejorará su efectividad. La Supervisión Ambiental estará presente en todas las etapas del proyecto, para ello se realizarán visitas con el fin de identificar impactos no previstos y en su caso, emitir las recomendaciones y establecer los lineamientos para remediarlas de manera inmediata.

Para cumplir estos objetivos, los supervisores responsables deberán verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se comprometen en el presente DTU-BR, los criterios del Ordenamiento Ecológico correspondiente, las regulaciones dispuestas en el PPDU-J correspondiente y otros instrumentos de ordenamiento aplicables, así como lo establecido en la legislación y normatividad ambiental federal y estatal aplicables al proyecto y las disposiciones que pudiesen surgir de la autorización de la presente manifestación de impacto ambiental.

7.9. CONCLUSIONES

El Proyecto es viable desde el punto de vista ambiental y legal, ya que coadyuvará en el crecimiento urbano organizado y la minimización de impactos ambientales potenciales y el deterioro del SAR.

Aunque se reconoce que la implementación del proyecto implica la generación de impactos ambientales negativos, si son mitigados de manera oportuna y con las medidas contempladas en el capítulo 6 de este DTU-BR, podrían minimizarse de manera significativa. Por lo anterior, el diseño del Proyecto se basó en un proceso de planificación ambiental. Se espera que esto garantice la mitigación y manejo de los impactos, el cumplimiento a los instrumentos legales y normativos aplicables al proyecto.

7.10. FUENTES CONSULTADAS

Camacho, R. (2015). Urbanización Turístico-Costera Desigual en Playa del Carmen, Quintana Roo (México). Geo Graphos: Revista digital para estudiantes de Geografía y Ciencias Sociales. Vol. 6, No. 77.

Gutiérrez de Mac Gregor, M; González, J. (1999). Las costas mexicanas y su crecimiento urbano. Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No. 40. México.

Guido, P.; Ramírez, A.; Godínez, L; Cruz, S.; Juárez. (2009). Estudio de la Erosión costera en Cancún y la Riviera Maya, México. Avances en Recursos Hidráulicos. No. 20.

INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico del Estado de Quintana Roo, 2017.

Mayakoba. (2018). Ciudad Mayakoba. Recuperado el 19.12.18 de:
<http://www.ciudadmayakoba.com/>

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. (2010).

Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, 2010-2050.



VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO B MODALIDAD REGIONAL

CAPÍTULO 8. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN

8.1. INTRODUCCIÓN

La fracción VIII Artículo 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente señala que se deben identificar los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en el DTU-BR, en atención a esta disposición, en este capítulo se presenta una descripción sintética de las estrategias metodológicas y técnicas especializadas empleadas, las cuales sustentan los resultados, interpretación, evaluación y conclusiones del desarrollo del Proyecto.

8.2. CARTOGRAFÍA

Para la caracterización y diagnóstico del Proyecto, se utilizaron técnicas y herramientas básicas para la identificación y delimitación de unidades geomorfológicas, los tipos de cobertura y uso del suelo, la calidad y fragilidad ambiental de los ecosistemas, zonas aptas para aprovechamiento, conservación y restauración del sistema.

8.3. FOTOINTERPRETACIÓN

La fotointerpretación, junto con la fotogrametría, constituyen dos técnicas básicas de la percepción remota, una cualitativa y la otra cuantitativa, condicionadas recíprocamente, a través de las cuáles se han logrado extraer enormes cantidades de información geográfica de los aerofotogramas, cuya utilidad se extiende hoy en día no solo a la geografía, sino al conjunto de las ciencias de la tierra (UNAM, 2016).

La fotointerpretación es un procedimiento de investigación que consiste en identificar los rasgos que aparecen en las imágenes o fotografías aéreas y en interpretar su significado en relación con una determinada área de interés, procediendo posteriormente a comprobar y complementar los resultados, mediante inspección directa sobre el terreno (INEGI, 2005).

8.4. METODOLOGÍAS

8.4.1. Metodologías para la caracterización de la vegetación

La metodología utilizada para la estimación de volúmenes que resultarán del Cambio de Uso de Suelo por el derribo de la vegetación en una superficie total de 6.26 hectáreas para el establecimiento del Proyecto, fue un muestreo sistemático siguiendo las brechas establecidas con integración de 12 sitios circulares concéntricos de 500 m² cada uno sobre la vegetación existente.

Se realizó el muestreo correspondiente tomando como base la metodología aplicada por Reuter, M., C. Schulz y C. Marrufo. 1998. Manual Técnico Forestal, Información básica, métodos y

procedimientos. Acuerdo México – Alemania. Basado en sitios circulares (parcelas de 500 m²). Esta integración de sitios se realizó en forma sistemática y consecutiva, con la finalidad de tener información de los diferentes tipos de vegetación existentes, su situación actual, así como su georreferenciación. Esta información se proporciona en las fichas de datos de campo (Anexo 13).

Durante el levantamiento de datos en los sitios seleccionados se obtuvo información fisonómica, estructural, botánica, diámetros a la altura del pecho (DAP) que posteriormente fueron utilizados para el cálculo del volumen a derribarse.

Para la obtención de los resultados se realizaron las siguientes actividades:

Visita al área de estudio.

Esta se realizó usando los accesos al área de estudio utilizando los planos topográficos correspondientes al trazo y las medidas del predio y documentación legal del mismo, así como información necesaria para la realización de las actividades de campo y gabinete.

Ubicación de accesos y rodalización del área.

Con el apoyo de la cartografía topográfica escala 1:50,00 y el plano topográfico correspondiente se ubicaron y marcaron los accesos al predio. La rodalización y caracterización en general del predio se realizó de forma directa con el apoyo de la cartografía, disponible, (imagen google earth) además de los recorridos de verificación y toma de datos de campo.

Intensidad de muestreo.

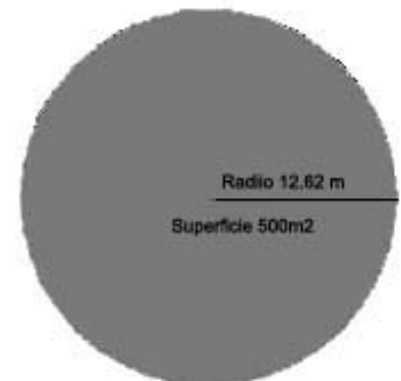
Como se ha mencionado el predio cuenta con una superficie total de 11.19 hectáreas, de las cuales se afectará 6.26 has de selva mediana superrennifolia/vegetación secundaria arbórea, por lo que, considerando la ubicación de los predios, los accesos al mismo y la superficie a afectar la intensidad de muestreo fue la siguiente:

Se levantó datos en una superficie de 6,000 m² lo que hace una intensidad de muestreo del 9.58% con relación a la superficie total que se afectará (6.26 hectáreas) del proyecto y del 5.36% con respecto a la superficie total del lote (11.19 has).

Tamaño del sitio y levantamiento de datos.

Los sitios circulares tienen un radio de 12.62 m, por lo que en total el tamaño de cada sitio muestreado para la selva en general fue de 500 m², en estos se levantó información de cada una de las especies presentes a partir de 5 cm. de diámetro y en sentido del orden en que giran las manecillas del reloj, para ello se ubicó al centro del sitio una baliza con una cinta de color en donde se indica el número correlativo del sitio

En cuanto a los parámetros que se utilizaron en el levantamiento de los datos del arbolado en cada sitio se mencionan lo siguiente: número de sitio, número de árbol, especie, diámetro, altura, sanidad y forma.



Georreferenciación de las líneas y sitios de muestreo

Para cada línea y sitio en particular se establecieron sus coordenadas geográficas por medio de un GPS GARMIN V.5, con marco de referencia cartográfico WGS 84 (equivalente a ITRF92 oficial para México) y la zona 16-Q.

El GPS, sistema de posicionamiento global asistido por satélites civiles permite la ubicación precisa de puntos en el planeta.

Coordenadas UTM de cada uno de los sitios de muestreo del conjunto de predios.

Predio	Faja	Sitio	Coordenadas UTM	
			X	Y
38	1	1	496028	2287600
39		2	495975	2287638
	1	3	495951	2287648
		4	495926	2287665
38	2	1	496145	2287766
39		2	496089	2287819
	2	3	496058	2287841
		4	496029	2287857
38	3	1	496274	2287949
39	3	2	496214	2287990
		3	496185	2288014
		4	496151	2288027

Procesamiento de datos.

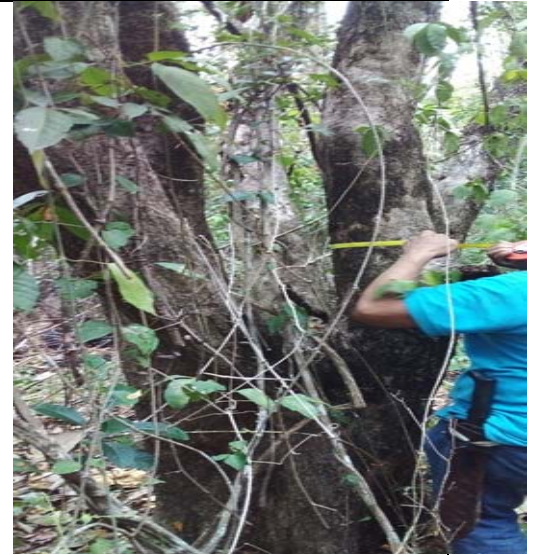
El procesamiento de la información se realizó a través del programa Selva versión 2001 editado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP, sureste), este programa fue diseñado para procesar información dasométrica de inventarios forestales, el cual emplea fórmulas de regresión para los cálculos de los DAP las cuales son las definidas por el Inventario Nacional Forestal para las especies y grupos de especies propias de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

Los volúmenes promedios, de área basal y volumen total son obtenidos a través del cálculo del programa estadístico Excel versión 2010, además de que estos resultados se presentan por medio de tablas, los cuales se generaron a partir de un conjunto de opciones de variables relacionadas con el número de árboles, área basal, especies, volumen total entre otros.

Fotografías del levantamiento de los datos de campo del predio

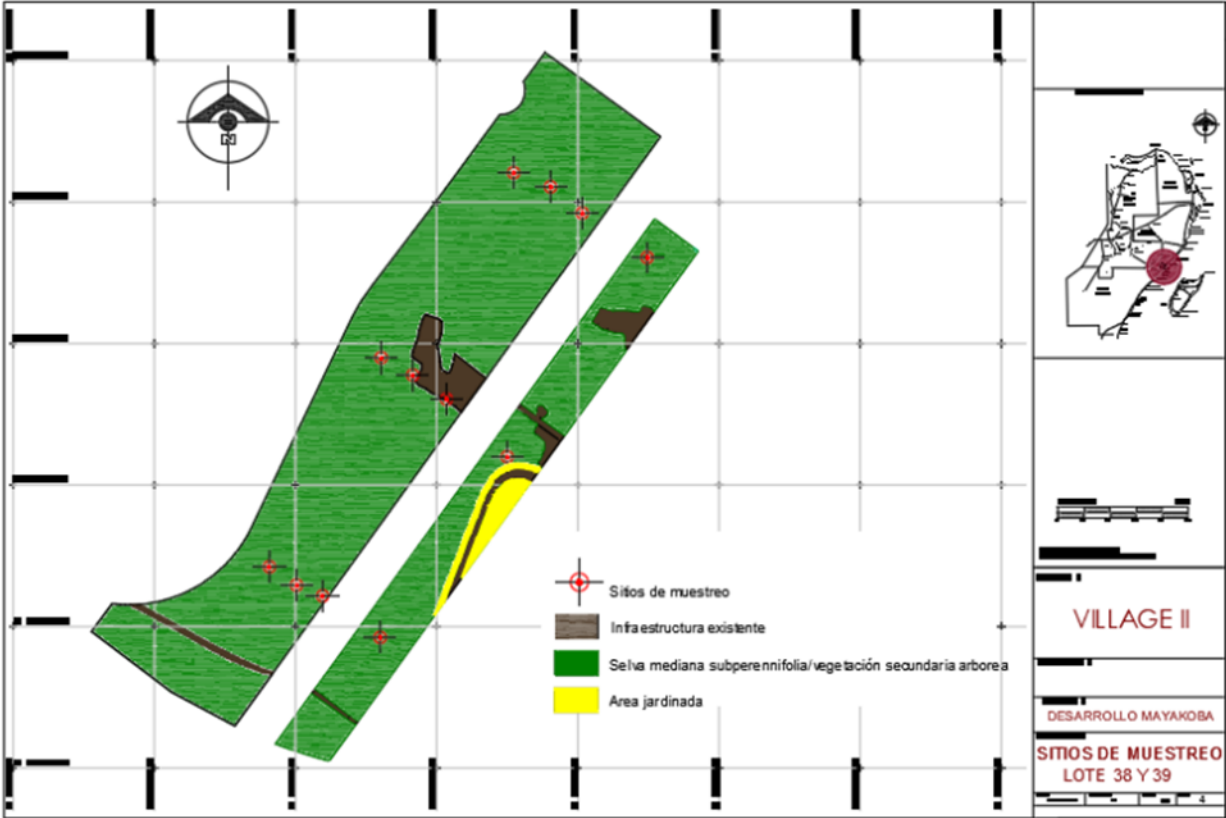


Medición y marcaje de los árboles en el sitio de muestreo en el predio.



Toma de datos de campo en el predio. Y georreferenciación de los sitios de muestreo

Figura 8.1. Plano de sitios de muestreo del predio.



Todos los datos se registraron en un formato similar al que se muestra en la siguiente tabla:

Ejemplo de formato para registro de datos dasométricos para los diferentes estratos

Núm.	Especie	Diámetro	Altura Total (m)	Altura fustal	Área basal	Volúmen total

Estructura del estrato arbóreo en la selva baja subperennifolia con vegetación secundaria arbórea.



Dentro de cada uno de los sitios antes mencionados, se realizaron subsitios de 12.56 m², donde se midieron todos los individuos del estrato arbustivo comprendidos dentro de estos; entendiendo como arbustos, a todos los individuos o especies de porte bajo con relación a los individuos considerados en el estrato arbóreo y que presenten un diámetro menor a 7.0 cm, además se incluyeron los renuevos de las especies de porte alto y se midieron los siguientes parámetros:

- Identificación de cada individuo registrado en el sitio, a nivel de especie.
- Número de individuos de cada especie
- Altura total
- Diámetro promedio por individuo
- Diámetro de copa.
- Número de tallos.
- Para el caso de las especies no identificadas en campo, se registró el número de foto (s) de referencia para su posterior identificación en gabinete. En las fotos se destacaron las diferentes partes de la planta que permiten su identificación, tales como las hojas (haz y envés), tallo, ramas, frutos, entre otros.

✦ ***Evaluación de los Parámetros ecológicos***

Para el caso del presente estudio se empleó el Índice de Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949) y el Índice de Valor de Importancia (IVI), que fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool *et al.* (1977), Cox (1981), Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983) y Corella *et al.* (2001) (Zarco, *et al.*, 2010).

Índice de Shannon-Weaver

Derivado de la teoría de información como una medida de entropía (Pla, 2006), el Índice de Shannon-Weaver mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección de especies (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995 en Moreno, 2001), que este caso es referido a una unidad de muestreo dada. El índice se expresa de la siguiente manera:

$$H = - \sum_{i=1} P_i * \log_2 P_i$$

Dónde:

H =Índice de Diversidad de Shannon-Weaver

P_i =Densidad relativa de la i -ésima especie

$\log_2 P_i$ =Logaritmo Natural de P_i

El índice de Shannon-Weaver tiene una peculiaridad, ya que adquiere valores tendientes a cero, cuando hay una sola especie (Magurran, 1988 en Moreno, 2001), es decir, que la riqueza de especies en el área de estudio es baja. Otra peculiaridad es que dicho índice tiende a ser igual $\log_2 S$ cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988 en Moreno, 2001), o bien existe equidad en la comunidad vegetal, la cual está representada por número de especies abundantes y el número de especies menos abundantes (Moreno *et al.*, 2006).

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de valor de importancia (IVI) describe la estructura horizontal de la vegetación y proporciona información de la influencia de determinada especie dentro de la comunidad. El IVI se obtiene sumando los valores relativos de cada especie en un sitio sobre su densidad, frecuencia y dominancia.

Este índice mide la composición estructural, cuya principal aplicación es la jerarquización de la dominancia de cada especie en rodales mezclados (Zarco, *et al.*, 2010). Este índice considera tres parámetros importantes para estimación: la abundancia, frecuencia y dominancia que cada especie tiene dentro de una comunidad vegetal; y se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$IVI = A_r + D_r + F_r$$

Dónde:

A_r =Abundancia Relativa

$$A_r = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\text{Numero total de individuos de todas las especies}} * 100$$

D_r = Dominancia Relativa

$$D_r = \frac{\text{Área Basal de la especie}}{\text{Área Basal de todas las especies}} * 100$$

F_r =Frecuencia Relativa

$$F_r = \frac{\text{número de sitios en que esta una especie}}{\text{Total de sitios muestreados}} * 100$$

Donde:

F_a =Frecuencia Absoluta

$$F_a = \frac{\text{número de sitios en que esta una especie}}{\text{Total de sitios muestreados}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} * DAP_2$$

Identificación de las principales familias, géneros y especies presentes en el predio

Para lograr la identificación de las especies, fue necesario la captura fotográfica de especies no identificadas directamente en campo para su posterior identificación en gabinete con la ayuda de manuales, claves, guías y consulta bibliográfica especializada. Algunas de las consultas realizadas para la correcta determinación de la nomenclatura de los nombres científicos de las especies reportadas fueron: Enflora Yucatanense (Arellano, R., J., A., *et al.* 2003), Enflora Yucatanense (Chan, V., C., *et al.* 2002) y Árboles Tropicales de México. Manual Para la Identificación de las Principales Especies (Pennington, T., D. Sarukhán, J. 2005).

También se anotaron los nombres comunes más frecuentes que se emplean en la región para designar a las distintas especies. Aunque se reconoce que la mayor parte de éstos proviene de las referencias bibliográficas consultadas.

8.4.2. Metodologías para la caracterización de la Fauna

★ Método de Muestreo

Tomando en consideración la ubicación geográfica del predio del proyecto, el índice de ruido por la cercanía de los desarrollos colindantes y la vialidad de acceso, se considera baja la presencia de especies de fauna en general (aves, reptiles, mamíferos y anfibios), por lo que, para conocer el tipo de hábitat y el estado de conservación del mismo, así como las especies consideradas bajo algún estatus contemplado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el área, se llevó a cabo, el estudio correspondiente:



- **Avifauna.**

Las Aves se muestrearon durante 3 días, (periodo comprendido del 08 al 10 de marzo de 2021, por lo que siguiendo el método de transecto sobre tres brechas ya establecidas de aproximadamente 120 metros de longitud y a través de conteos por contacto visual en distancia limitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron los muestreos teniendo como ayuda el uso de binoculares y guías de campo de aves de la región. (Aves comunes de la Península de Yucatán 2008). De antemano, se reconoce que durante las primeras horas de la mañana es cuando se registran la mayor cantidad de aves y que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Relación de coordenadas por transectos.

Transectos	Coordenadas UTM XY		Longitud aproximada de cada transecto
	Inicial	Final	
1	496028 2287600	495926 2287665	120 m
2	496145 2287766	496029 2287857	120 m
3	496274 2287949	496151 2288027	120 m

Mamíferos.

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos y monitoreos puntuales a lo largo de los transectos durante 3 días y se registraron las observaciones directas las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u oídos, así como observaciones indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc. (Gates, 1983). Adicionalmente se instaló una serie de trampas de las denominadas Sherman (9 en total) y Tomahawk (3 en total) con la intención de capturar roedores y mamíferos de talla chica y mediana, además de recopilar una amplia información de la fauna existente a través de la entrevista con los trabajadores del proyecto. También se emplearon binoculares cámara fotográfica y guías de campo ilustradas de reptiles, aves y mamíferos de la península de Yucatán (guía completa 2008). De esta manera, se monitorearon para conocer la preferencia de las especies. En el caso de las huellas, estas fueron medidas y comparadas con un manual de identificación (huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México 2000).

Se contó con GPS Garmin 60 empleando el Datum WGS-84 para documentar la posición geográfica de los diferentes transectos.

Relación de coordenadas UTM Trampas

Ubicación	Coordenadas UTM Trampas Sherman		Coordenadas UTM Trampas Tomahawk	
	X	Y	X	Y
1	495975	2287638	496028	2287600
	495951	2287648	496058	2287841
	495926	2287665	496185	2288014
2	496145	2287766		
	496089	2287819		
	496029	2287857		
3	496274	2287949		
	496214	2287990		
	496151	2288027		

✦ **Método de análisis de datos**

Para el análisis de la diversidad alfa se estimó el número de especies o riqueza específica total (Moreno, 2001) mediante el conteo directo de las especies. Para medir la diversidad de especies se utilizó el índice de Shannon-Wiener:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

- S– número de especies (la riqueza de especies)
- pi– proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N
- ni– número de individuos de la especie i
- N– número de todos los individuos de todas las especies
- ln logaritmo natural de pi.

La abundancia relativa se calculó a partir de conteo de avistamientos directos e indirectos de cada especie registrada en los trayectos recorridos. Este índice contiene el número de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) en proporción al total de individuos contabilizados. No se realizó el dendrograma y tampoco se calculó el índice de similitud por tipos de vegetación ya que únicamente se muestreo un solo tipo. El índice de Shannon H' fue calculado utilizando el Software Biodiversity pro (McAleece et al., 1997).

Cámaras trampa

Para este caso en particular se instaló una trampa o cámara de sensor al movimiento con un mecanismo para obtener una fotografía natural de los posibles individuos que se pudiesen registrar en el predio, este método es nuevo e innovador ya que al colocarlas en un lugar específico se deja por 12 horas activadas, que posteriormente se recarga para volver a dejarlas en función. Estas cámaras son de gran ayuda debido a que algunas especies son de difícil alcance por que huyen a la presencia de uno mismo. Estas trampas se colocan generalmente por la tarde o noche y se levantan al amanecer. Esto llevará a tener un registro con más exactitud de las especies encontradas y poder determinar si es necesaria su captura.



Resultados

Se registraron 30 especies en total, mayormente representadas por las aves (50%), seguido por los mamíferos (23%), mientras que los reptiles y anfibios fueron los grupos con menor incidencia (17 y 10%). Lo anterior se sintetiza en la siguiente tabla.

Distribución de las especies de fauna registradas en el predio del proyecto.

Grupo Faunístico	Especies	Familia
Aves	15	11
Mamíferos	7	7
Reptiles	5	4
Anfibios	3	3
Total	30	25

8.5. CONCLUSIONES

En el presente Capítulo se explicaron los instrumentos metodológicos más relevantes utilizados en los estudios realizados para la elaboración del presente DTU-BR, siendo importante señalar que para obtener uno de los productos indicados en la LGEEPA y su reglamento en la materia, se utilizó el concepto relevancia de los impactos ambientales tomando como criterio el efecto sobre la integridad ecológica del SAR, entendiendo por integridad ecológica como la estructura y funciones que caracterizan a un ecosistema, mismas que ya fueron descritas en el Capítulo 4. Derivado de lo anterior, se determinó que ninguno de los impactos identificados es relevante o significativo en los términos que establece el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

8.6. BIBLIOGRAFÍA

Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. In: Enflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. 815 p.

- Badia, M.H., A. Guillen, C.E. Rodríguez, O. Lugo, J. Aguilar y M. Acuña. 2015. Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *International Journal of Good Conscience*. 10 (2).156-174.
- Carrillo, E.G. 2008. Casos prácticos para muestreos e inventarios forestales. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. 172 p.
- Chan-Vermount, C., V. Rico-Gray. J.S. Flores. 2002. Guía ilustrada de la flora costera representativa de la Península de Yucatán. In: *Enflora Yucatanense*. Universidad Autónoma de Yucatán. 133 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2016. *EncicloVida*. CONABIO. México, Recuperado en 28 de noviembre de 2018 de: <http://www.enciclovida.mx>.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2011. Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-Muestreo 2011. Comisión Nacional Forestal. 140 p.
- Fernández-Carnevali, G.C., J.L. Tapia-Muñoz, R. Duno-de Stefano, I.M. Ramírez-Morillo, L. Can-Itzá, S. Hernández-Aguilar y A. Castillo. 2012. La flora de la Península de Yucatán Mexicana: 250 años de conocimiento florístico. *CONABIO. Biodiversitas*, 101: 6-10. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <http://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/7279.pdf>.
- Flores, J. S., C. I. Espejel. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. *Enflora Yucatanense Fascículo 3*. Universidad Autónoma de Yucatán. 135 pp.
- Freese, F. 1962. Elementary forest sampling. U.S. Department of Agriculture-Forest Service. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.fs.fed.us/fmssc/ftp/measure/cruising/other/docs/AgHbk232.pdf>.
- Freese, F. 1967. Elementary statistical methods for foresters. U.S. Department of Agriculture-Forest Service. 87 p. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/usda/ah317.pdf>.
- GPPA. 2012. Caracterización de la vegetación terrestre. Proyecto “El Ximbal”. Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional. Anexo 4.2. 39 pp.
- Groom, A. 2012. *Lonchocarpus rugosus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T19891846A20095617. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.iucnredlist.org/species/19891846/20095617>.
- Herbario CICY. 2010. Flora de la Península de Yucatán. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/>.
- Hitchcock, A.S. 1920. The North American species of *Lasiacis*. in *Systematic plant studies, chiefly tropical American*. Contributions from the United States National Herbarium. Washington, DC: Government Printing Office, pp: 13–31.
- Miranda, F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. In: E. Beltrán (ed). *Los Recursos Naturales del Sureste y Su Aprovechamiento*, tomo II. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. pp. 215-271.
- Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*. vol. 1. Zaragoza: 84 p. Recuperado en 03 de diciembre de 2018 de: <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>.

- Nelson, C. 1998. *Agonandra macrocarpa*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T36132A9984004. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.iucnredlist.org/species/36132/9984004>.
- Nelson, C. 1998. *Vitex gaumeri*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T37086A10029942. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.iucnredlist.org/species/37086/10029942>.
- Orellana, R., L. Carrillo y V. Franco. 2007. Árboles recomendables para las calles de las ciudades de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. 78 p.
- Ortiz-D., J.J. 1994. Polygonaceae. Etnoflora Yucatanense Fascículo 10. Universidad Autónoma de Yucatan. Mexico. 61 p.
- Pennington, T.D., J. Sarukhán. 2005. Árboles Tropicales de México. Manual Para la Identificación de la Principales Especies. Universidad Nacional Autónoma de México. 523 p.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31 (8): 583-590. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008.
- Rzedowsk, J., R. Medina-Lemus y G. Calderon-de Rzedowsk .2004. Las especies de *Bursera* (Burseraceae) en la cuenca superior del río Papaloapan (Mexico). *Acta Botanica Mexicana*, 66: 23151.
- Sánchez, S.O. 2000. Análisis estructural de la selva del Jardín Botánico. In: El Jardín Botánico Dr. Alfredo Barrera Marín: fundamento y estudios particulares. Sánchez, S.O. e Islebe, G.A. (Eds.). CONABIO-ECOSUR. 59-74.
- Sánchez, S.O. 1987. Estructura y composición de la selva mediana subperennifolia presente en el jardín botánico del CIQRO, Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México. 73 p.
- Sánchez, S.O. y G.A. Islebe. 1999. Hurricane Gilbert and structural changes in a tropical forest in southeastern México. *Global Ecology and Biogeography*. 8: 29-38.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2018. Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación (DOF): 13/08/2018.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación (DOF): 30/10/2010.

Shannon, E.C. y W. Weaver. 1964. *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois Press. 125 p. Recuperado en 03 de diciembre de 2018 de: <http://www.magmamater.cl/MatheComm.pdf>.

Schmitter-Soto J.J., E. Escobar-Briones, J. Alcocer, E. Suárez-Morales, M. Elías-Gutiérrez, L.E. Marín,
“Los cenotes de la península de Yucatán”, en G. de La Lanza y J.L. García Calderón (comps.), *Lagos y presas de México*, agt, México, 2002.
<http://www.seduma.yucatan.gob.mx/cenotesgrutas/documentos/cenotes-peninsula.pdf>

Thacker, H. 2013. *Lasiacis divaricata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e.T44393464A44488384. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <https://www.iucnredlist.org/species/44393464/44488384>.

Thomas B. Croat y A.R. Acebey. 2015. *Araceae*. Flora de Veracruz Fascículo 164. Instituto de Ecología A.C.-CITRO Universidad Veracruzana. 211 p. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOWER/164-AraceaeFloraVer.pdf>.

Villaseñor, J.J. 2004. Los géneros de planta vasculares de la flora de México. (75):105-135. Olmsted, I. y Álvarez E. B. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: Demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* (5):484-500.

UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC). 2018. *The Checklist of CITES Species Website*. CITES Secretariat, Geneva, Switzerland. Compiled by UNEP-WCMC, Cambridge, UK. Recuperado en 27 de noviembre de 2018 de: <http://checklist.cites.org>.

Whigham, D.F., I. Olmsted, E. Cabrera-Cano y M.E. Harman. 1991. The impact of hurricane Gilbert on trees, litterfall, and woody debris in a dry tropical forest in the northeastern Yucatan Peninsula. *Biotropica* 23:434-441.

Whigham, D.F., P. Zugastly-Towle, E. Cabrera-Cano, J.O. Nelly y E. Ley. 1990. The effect of annual variation in precipitation on growth and litter production in a tropical dry forest in the Yucatan of Mexico. *Tropical Ecology* 31:23-24.

Zarco-Espinosa, V.M., J.I. Valdez-Hernández, G. Ángeles-Pérez y O. Castillo-Acosta. 2010. Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*, 26 (1): 1-17. Recuperado en 03 de diciembre de 2018 de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a1.pdf>.

Aranda Sánchez, J. M. 2012. *Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 255 pp.

Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A. SánchezGonzález, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra (2015). *Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO, México D.F.

Birney, E. C., J. B. Bowles, R. M. Tim Y S. L. Williams. 1974. Mammalian distributional records in Yucatán and Quintana Roo, with comments on reproduction, structure, and status of Peninsular population. *Occas. Pap. Bell MUs. Nat. Hist. Univ Minnesota*, 13: 1-25.

- Calderon-Mandujano, R. Bahena Basave y S. Calmé. 2005. Anfibios y Reptiles de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. COMPACT, ECOSUR, CONABIO. 109 pp.
- Gil Hernández, R. y P. Ocaña Luna. 1994. Manual de protección a tortugas marinas. Amigos de Sian Ka'an. 16 pp.
- GPPA. 2018a. Actualización de la Caracterización de la Fauna, Proyecto WellMedic Ciudad Mayakoba, Quintana Roo. Febrero de 2018. Arq. José Luis Elizondo López; Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C., Cancún, Quintana Roo, México
- GPPA. 2018b. Informe de Caracterización de la Fauna. Proyecto Ciudad Mayakoba, Lote 31, Quintana Roo. Consultores en Gestión, Política y Planificación Ambiental, S.C., Cancún, Quintana Roo, México
- Howell Steve, N. G. and S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. OUP Oxford, 1008 pp.
- Huaribe, S.A. de C.V. 2012. Manifiesto de Impacto Ambiental Modalidad Regional del "Proyecto El Ximbal".
- Jones, J. K, Jr., J. D. Smith Y H. H. Genoways. 1973. Annotated checklist of mammals of the Yucatán Peninsula, México. I. Chiroptera. Occas. Pap. Mus. Texas Tech. Univ. 13: 1-31.
- Jones, J. K. Jr. Y T. E. Lawlor. 1965. Mammals from Isla Cozumel, México, With Description of a New Species of Harvest Mouse. Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist. 16 (3): 409-419.
- Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. xviii, 858 pp.
- Lee, J. G. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. The lowlands of Mexico, Northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. 402 pp.
- López-González, C. A. 1991. Estudio prospectivo de los vertebrados terrestres del corredor turístico Cancún-Tulum, Quintana Roo, México. Tesis profesional. ENEP Iztacala. 127 pp.
- Lopez-Ornat A. y Greenberd R. 1990. Sexual Segregation by Habitat in Migratory Warblers in Quintana Roo, Mexico. The Auk. 107 (3): 539-543
- Lynch, J. F. 1989. Distribution of overwintering nearctic migrants in Yucatán Peninsula, I: general patterns of occurrence. The Condor. 91: 515-544.
- MacKinnon Barbara, H. 2005. Aves y Reservas de la península de Yucatán. Amigos de Sian Ka'an. 76 pp.
- MacKinnon Barbara, H. 2013. Sal a Pajarear Yucatán, guía de aves. La vaca independiente S. A. de C. V. 197 pp.
- McAleece, N., Gage, J.D.G., Lamshead, P.J.D., Paterson, G.L.J. (1997) BioDiversity Professional statistics analysis software. Jointly developed by the Scottish Association for Marine Science and the Natural History Museum London.

Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. CYTED, ORCTYT-UNESCO, Sociedad Entomológica Aragonesa. 86 pp.

Paynter, R. A. 1955. The ornithogeography of the Yucatán Peninsula. Peabody Mus. Nat. Hist. Yale Univ. Bull. 9: 1-328.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Sakil, S. A. de C.V. 2009. Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. Desarrollo turístico Payacar, Fase II.

VILLAGE ETAPA II

CAPÍTULO 9. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.

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

De acuerdo a la fracción XLVI del artículo 7 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los recursos biológicos forestales: comprende las especies y variedades de plantas, hongos y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas para la investigación.

La diversidad biológica de todo ecosistema se refiere a los diferentes organismos vivos existentes en cualquier medio ambiente específico, a las diferencias genéticas de cada especie y su combinación e interacción en un complejo ecológico determinado.

Estimación del Valor económico de los recursos forestales maderables.

La selva mediana presente en área del proyecto de acuerdo a la cartografía de uso del suelo y vegetación de la serie VI, INEG 2017 y las observaciones realizadas, este tipo de vegetación cubre el 100% de la totalidad del predio y corresponde a una sucesión secundaria arbórea derivada de la selva mediana subperennifolia (es decir selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria arbórea) y que fue seriamente modificada por diferentes actividades atreves de los años como la agropecuaria. Misma que fue abandonada hace muchos años, por lo que desde entonces ha prosperado una asociación selvática. No obstante, esta misma ha sido objeto de modificaciones de carácter natural debido a los efectos de los distintos fenómenos atmosféricos de tipo extraordinario que se han manifestado en la región (Beulah, 1967, Gilberto, 1988, Wilma 2005, entre otros). De esta manera, se considera que este ecosistema en si corresponde a una fase o etapa sucesional avanzada de recuperación de una vegetación de características más alta y con elementos de tipo corpulento que se observan de forma aislada como es el caso del chicozapote (Manilkara zapota). Por otra parte, la superficie que se afectara para el establecimiento del proyecto es de 6.26 hectáreas.

A diferencia de los parámetros de altura que se manifiestan en la serie VI, INEG 2017, para este tipo de vegetación esta se ha definido como selva mediana debido a que tiene una dominancia de elementos que alcanzan entre 8 y los 10 m, de altura y posiblemente existen árboles un poco más altos que sobresalen del dosel, así mismo sea aplicado el término subperennifolia debido a que entre el 25 al 50% de las especies tiran sus hojas durante la temporada seca del año (Pennington y Sarukhán 1968)

Actualmente se observa a esta zona como una selva mediana con vegetación secundaria arbórea con alturas de 8 a 10 m y posiblemente algunos individuos más altos y diámetros entre 5 y 40 cm. donde los elementos componentes principales son las leguminosas como el Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), y el Jabin (*Piscidia piscipula*), entre otros, así también el Chacá (*Bursera simaruba*), Alamo (*Ficus cotinifolia*), Chechem (*Metopium brownei*), y además de la poca presencia del maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta asociación vegetal en el área de estudio se constituye como una comunidad de tipo arbóreo-arbustiva, la altura en general varía entre los 8 y 10 m en proceso de recuperación. En general, presenta una estructura semi abierta en donde la gran mayoría de los elementos arbóreos que la integran se ubican dentro de las categorías de 5 a 40 cm de DAP y con árboles mucho más corpulentos, pero de tipo aislado, como es el caso del chicozapote entre otros. De acuerdo al listado florístico presentado por estratos, esta asociación se caracteriza por la presencia de al menos 48 especies distribuidas en 24 familias sobresaliendo las especies perennifolias como la Guaya (*Melicoccus*

oliviformis), el tres marías (*Esenbeckia pentaphylla*), entre otros. Además de aquellos elementos caducifolios como son el Chaca (*Bursera simaruba*), el Jabin (*Piscidia piscipula*), Ya'axnic (*Vitex gaumeri*), entre otros.

Así mismo los impactos ocasionados en años anteriores por los huracanes se hacen presentes en la vegetación, es por ello que puede observarse la presencia de árboles caídos, muertos en pie y en mucho de los casos descopados.

Esta asociación presenta un estrato medio-alto (arbóreo) de entre 5 a 10 m de altura en donde se observan individuos de las especies de, chechem (*Metopium brownei*), Chaca (*Bursera simaruba*), Jabin (*Piscidia piscipula*) entre otros, así también el alamo (*Ficus cotinifolia*) que generalmente se presenta con dos o tres individuos por surco. La estructura horizontal se complementa con un estrato arbustivo entre 3.1 a 4.9 m, con presencia de especies como, dzidzilche (*Gymnopodium floribundum*), Pata de vaca (*Bauhinia divaricata*), flor de mayo (*Plumeria rubra*) y la majagua blanca (*Hampea trilobata*), entre otros, finalmente se tiene el estrato herbáceo-arbustivo que va de nivel del suelo hasta los 2.9 mts compuesto por la regeneración de los adultos presente además de la presencia de la chaya (*Cnidioscolus multilobus*), el xnantus (*Ichnanthus lanceolatus*), y la presencia de bejucos como, el sac ak (*Bignonia potosina*) y el yax ak (*Arrabidaea podopogon*) y los pastos como la escleria (*Scleria lithosperma*) e xnantus (*Ichnanthus lanceolatus*) entre otros.

Una característica adicional de esta vegetación es la poca presencia del maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*) especie considerada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En relación a las epifitas, es importante mencionar para el predio de estudio en específico, durante los recorridos para la toma de datos de vegetación no se observó la presencia de orquídea y/o bromelias, por lo que se entiende que esta zona no reúne las condiciones necesarias para su establecimiento.

Los factores físicos que condicionan la distribución de esta asociación corresponden a la presencia de suelos ligeramente evolucionados, rocosos, así como presencia de materia orgánica en descomposición. El suelo en el área es de tipo tzekele (Litosol-Rendzinas), con afloramiento de roca, por lo que presenta muy fácil drenaje aún durante la época lluviosa del año.

A pesar de las consideraciones antes referidas, debe mencionarse, que este tipo de vegetación de acuerdo a la normatividad vigente sigue siendo una asociación forestal con grado de selva (vegetación secundaria arbórea) por lo que el resto de la vegetación natural (3.19 has) se mantendrá como área natural o de conservación.

Por otra parte, los últimos acontecimientos ciclónicos que afectaron la zona, la temporada pasada causaron afectaciones el cual se ve reflejado con la caída de ramas, copas y de los árboles Sin embargo la afectación que se dará por el cambio de uso del suelo a este tipo de vegetación es 6.26 hectáreas de un total de 11.19 has.

Listado general de especies de flora correspondiente al conjunto de predios por estratos.

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	Familia
1	Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	Moraceae
2	Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae
3	Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	Boraginaceae
4	Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Polygonaceae
5	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae
6	Canlol	<i>Senna atomaria</i>	Fabaceae
7	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
8	Chacni	<i>Calyptanthes pallens</i>	Myrtaceae
9	Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	Anacaediaceae
10	Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	Polygonaceae
11	Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae
12	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	Sapindaceae
13	Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	Malpighiaceae
14	Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae
15	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae
16	Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	Fabaceae
17	Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae
18	Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Bignoniaceae
19	Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	Euphorbiaceae
20	Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	Celastraceae
21	Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Fabaceae
22	Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	Ebenaceae
23	Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	Malpighiaceae
24	Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	Fabaceae
25	Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	Nyctaginaceae
26	Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Fabaceae
27	Tres marias	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Rutaceae
28	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae
29	Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	Fabaceae
30	Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fabaceae
31	Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae
32	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae
Estrato arbustivo			
1	Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	Apocynaceae
2	Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Polygonaceae
3	Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	Myrtaceae
4	Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	Apocynaceae
5	Guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	Arecaceae

Estrato arbóreo			
#	Nombre común	Especie	Familia
6	Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae
7	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae
8	Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Polygonaceae
Estrato herbáceo			
1	Chaya	<i>Cnidocolus multilobus</i>	Euphorbiaceae
2	Chilar	<i>Rivina humilis</i>	Phytolaccaceae
3	Chile de monte	<i>Capsicum annuum</i>	Solanaceae
4	Paulinea	<i>Paullinia pinnata</i>	Sapindaceae
5	Sac ak	<i>Bignonia potosina</i>	Bignoniaceae
6	Scleria	<i>Scleria lithosperma</i>	Cyperaceae
7	Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Poaceae
8	Yax ak	<i>Arrabidaea podopogon</i>	Bignoniaceae

Un recurso biológico frecuentemente tiene varios valores económicos simultáneamente. El caso de una selva o bosque es ilustrativo. Se puede valorar por su producción maderera (valor de uso directo); por la protección del acuífero y el suelo, por su contribución a la calidad del aire, por los servicios de auto sostenimiento para la riqueza biótica que contiene (valores de uso indirecto).

Las especies que se localizan en el sistema pueden tener usos potenciales futuros en alimentos, productos farmacéuticos o nuevas materias primas (valor de opción), y su conservación puede ser un bien en sí mismo para los individuos (valor de existencia) o por poderlos legar a sus descendientes (valor de herencia).

Es de notarse que los valores de uso directo pueden ser positivos o negativos con relación a la conservación del recurso, mientras que el resto de los valores tiene una connotación positiva casi siempre, particularmente.

Los usos extractivos concentran el impacto humano sobre los recursos naturales.

En consecuencia, como ecosistema, la selva o el bosque ofrece recursos y servicios ambientales a la sociedad de acuerdo con Perrings et al. (1995), estos recursos y servicios se pueden clasificar en:

- Regulatorios (por ejemplo, control de la erosión)
- De producción (madera)
- De medio (auto conservación) y
- De información (investigación científica)

De forma particular y desde el punto de vista del aprovechamiento forestal, podemos mencionar que esta actividad ha estado ligada desde sus inicios a la rentabilidad económica tanto de los predios particulares como los ejidos, tal es el caso que en la actualidad quienes poseen vegetación de selva y aun no contando con especies preciosas, tienen la posibilidad de comercializar legalmente una serie de productos como madera dura en rollo o aserrada, así como para construcciones de palapas turísticas (palizada).

Para el predio donde se establecerá el nuevo proyecto, se puede decir que desde el punto de vista económico-forestal cuenta con especies maderables con características forestales de diámetros y alturas susceptibles de ser aprovechadas ya que corresponde a una asociación vegetal de selva mediana con vegetación secundaria arbórea.

De forma general, aun cuando se han descrito las características de este tipo de vegetación, si se tuviera la oportunidad de comercializar de acuerdo a las especificaciones del mercado, estas se clasificarían como palizada y se podría obtener de esta actividad una percepción económica como se detalla a continuación:

Palizada

Estimación económica de los volúmenes a derribar por la superficie total

Nombre común	Nombre científico	Promedio por Ha			Total, a derribar en 6.26 has		
		No. Ind.	AB m2	M3vta	No. Ind	AB m2	M3vta
Akitz	<i>Cascabela gaumeri</i>	62	0.19	0.59	388	1.19	3.69
Alamo	<i>Ficus cotinifolia</i>	12	0.24	1.12	75	1.50	7.01
Boichic	<i>Coccoloba spicata</i>	3	0.06	0.36	19	0.38	2.25
Bojon	<i>Cordia gerascanthus</i>	7	0.10	0.55	44	0.63	3.44
Bolchiche	<i>Coccoloba diversifolia</i>	2	0.01	0.04	13	0.06	0.25
Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>	40	0.23	1.01	250	1.44	6.32
Canlol	<i>Senna atomaria</i>	3	0.04	0.21	19	0.25	1.31
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	58	0.56	2.20	363	3.51	13.77
Chacni	<i>Calyptanthus pallens</i>	60	0.20	0.56	376	1.25	3.51
Chechen negro	<i>Metopium brownei</i>	37	0.27	1.48	232	1.69	9.26
Cocoite blanco	<i>Gliricidia maculata</i>	2	0.02	0.10	13	0.13	0.63
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	32	0.09	0.29	200	0.56	1.82
Eugenia	<i>Eugenia mayana</i>	30	0.11	0.32	188	0.69	2.00
Flor de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	30	0.06	0.13	188	0.38	0.81
Granadillo	<i>Platymiscium yucatanum</i>	2	0.06	0.28	13	0.38	1.75
Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	8	0.12	0.48	50	0.75	3.00
Guayacte	<i>Malpighia lundellii</i>	30	0.15	0.61	188	0.94	3.82
Higuillo	<i>Ficus pertusa</i>	5	0.20	0.62	31	1.25	3.88
Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	100	1.18	5.41	626	7.39	33.87
Katzin	<i>Senegalia riparia</i>	2	0.02	0.09	13	0.13	0.56
Kitanche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	101	0.58	2.10	632	3.63	13.15
Maculis	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12	0.12	0.65	75	0.75	4.07
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	60	0.12	0.40	376	0.75	2.50
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	60	0.12	0.49	376	0.75	3.07
Perescutz	<i>Croton glabellus</i>	89	0.26	1.12	557	1.63	7.01
Sakitsa	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	119	0.26	1.00	745	1.63	6.26
Salbetz	<i>Semialarium mexicanum</i>	60	0.14	0.40	376	0.88	2.50
Shuul blanco	<i>Lonchocarpus xuul</i>	204	0.72	3.14	1277	4.51	19.66
Silil	<i>Diospyros tetrasperma</i>	30	0.15	0.72	188	0.94	4.51
Sipche	<i>Bunchosia swartziana</i>	91	0.22	0.70	570	1.38	4.38
Subinche	<i>Mariosousa dolichostachya</i>	77	0.60	2.79	482	3.76	17.47
Tadzi	<i>Neea psychotrioides</i>	40	0.20	1.00	250	1.25	6.26

Nombre común	Nombre científico	Promedio por Ha			Total, a derribar en 6.26 has		
		No. Ind.	AB m2	M3vta	No. Ind	AB m2	M3vta
Takinche	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	40	0.20	0.70	250	1.25	4.38
Tres marías	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	30	0.08	0.30	188	0.50	1.88
Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	163	4.84	22.46	1020	30.30	140.60
Verde lucero	<i>Chloroleucon mangense</i>	2	0.10	0.44	13	0.63	2.75
Waaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>	18	0.35	1.22	113	2.19	7.64
Ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i>	28	0.68	3.40	175	4.26	21.28
Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	30	0.06	0.18	188	0.38	1.13
Especies		1779	13.71	59.66	11140	85.87	373.45

Estimación económica de los volúmenes a derribar (palizada).

Tipo de vegetación	Superficie a afectar en has	Volumen a Derribar m3 vta	Uso del recurso	Costo por M3	Valor total en pesos
Selva mediana con vegetación secundaria	6.26	373.45	Palizada	450.00	168,052.50
Total					\$168,052.50

Estimación del valor económico de los recursos no maderables.

Palmas y otras especies consideradas en la Norma Oficial.

La comercialización de la flora silvestre en la región no se encuentra regulada y los esfuerzos de estas acciones se encuentran enfocados en las especies que se encuentran bajo estatus de acuerdo a la Norma Oficial (NOM-059-SEMARNAT -2010).

En el pedio se observa de forma dispersa una especie de maculis amarillo (*Handroanthus chrysanthus*), que se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La producción y comercialización de esta especie protegida poco a poco va encontrando valor en el mercado a través del esquema de regulación llamado Unidades de Manejo Ambiental de flora y fauna silvestre (UMA).

Para el caso de esta especie, en atención a la NOM-059-SEMARNAT-2010 se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose todos los individuos ya que se les observa muy dispersa y con poca presencia en el predio, por otra parte a consideración de la empresa promotora se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de esta especie que son de interés para su rescate y que si se tuviera la oportunidad de comercializarlo se tendría una percepción económica siguiente:

Estimación económica de las palmas.

Especie	Nombre común	Total, a afectar En 6.26 has	Costo por planta	Valor total en pesos
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Maculis amarillo	25	300	7,500
Total				\$7,500

Plantas de interés y ornato:

Otras especies nativas que pueden ser de uso ornamental en la región y que se encuentran presentes en el predio y que en estos casos también serán afectados en la zona del proyecto, para estas al igual que las palmas se realizó un levantamiento general en cada sitio de muestreo contabilizándose en su totalidad por lo que de forma general se presenta en la siguiente tabla un número aproximado del total de individuos de dichas especies y que si estos fueran comercializados se tendría un percepción económica siguiente:

Estimación económica de las plantas de ornato y/o de interés para su aprovechamiento.

Especie	Nombre común	Total a afectar En 6.26 has	Costo por planta	Valor total en pesos
Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	125	150	18,750
Cocoite blanco	<i>Gliricidia sepium</i>	31	150	4,650
Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>	31	150	4,650
Majagua blanca	<i>Hampea trilobata</i>	31	150	4,650
For de mayo	<i>Plumeria rubra</i>	25	150	3,750
guano blanco	<i>Sabal yapa</i>	25	150	3,750
Dzidzilche	<i>Gymnopodium floribundum</i>	63	150	9,450
Xnantus	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	19	100	1,900
Total				\$51,550

Obtención de Carbón vegetal

Esta actividad es el resultado de la transformación de la madera en rollo, producto del desmonte que en la gran mayoría de los predios tanto particulares como ejidales se desarrolla cuando estos son desmontados para el desarrollo de diversas actividades. Es importante mencionar, que el consumo de este producto continúa siendo una práctica común en una gran parte del mundo, ya que este recurso forma parte de unos de los principales insumos para la obtención de energía básica que permite satisfacer las necesidades de las poblaciones sobre todo en el medio rural y en la periferia de las grandes ciudades.

Tomando en consideración que el volumen resultante del cambio de uso de suelo del proyecto es de 373.45m³ rta de madera en rollo y que de acuerdo a los estudios realizados en el Estado en relación de la equivalencia de m³/toneladas de carbón. Se tiene que por cada 5.84 m³ de madera en rollo, se puede obtener 1 tonelada de carbón y que el costo de este producto es de 3,000.00 pesos por tonelada. Por lo que en este caso si este volumen fuera comercializado se tendría una percepción económica siguiente:

Estimación económica del carbón vegetal.

Concepto	Total, a afectar 6.26 has	Costo por tonelada	Valor total en pesos
Carbón vegetal	63.94 ton	3,000	191,820
Total			\$191,820

Obtención de Tierra vegetal.

Para el caso del tramo Playa del Carmen – Puerto Morelos y en particular, para el conjunto de predios se reconoce la distribución de una sola asociación de suelo y que está integrada por aquellos del tipo (I+E/2).- Litosol más Rendzina de textura media. Para este tipo de suelo se debe mencionar que se

observa afloramiento de roca distribuida en forma regular con presencia de una pequeña capa de materia orgánica sobre la cual se ha establecido la vegetación de selva.

Estos suelos presentan altas restricciones para su utilización con propósitos agrícolas debido a su escaso espesor y su abundante pedregosidad que afectan el crecimiento de las plantas. Sin embargo, presentan buen drenaje que favorece la infiltración del agua.

En este caso y para hacer una estimación del valor económico, se ha considerado el cálculo de la superficie a afectar y el volumen correspondiente de tierra vegetal. Para el área del proyecto, se observa una capa de suelo de alrededor de 3 cm. No obstante, este volumen no puede ser extraído de manera literal debido a la microtopografía existente en el terreno, es decir que este presenta gran cantidad de piedras y zonas donde literalmente no existe suelo, por lo que se ha considerado una capa de alrededor de 1 cm en promedio. Si este volumen fuera comercializado se tendría aproximadamente 10 m³ de suelo por hectárea por lo que se tendría una percepción económica siguiente:

Estimación económica de la tierra vegetal.

Concepto	Vol. Total a afectar en 6.26 ha	Costo por M3	Valor Total en pesos
Tierra vegetal	62.60 m ³	250.00	15,650
Total			\$15,650

Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

Fauna:

En general para la fauna, posee desplazamiento propio y que responde al menor ruido posible, por lo que es lógico de pensar que el movimiento del personal aunado al ruido ocasionado por la maquinaria ocasionará que esta se desplace a las zonas aledañas en donde no represente mayor riesgo.

Aun cuando el panorama para la fauna no es el adecuado, dado las condiciones antes expuestas y después de aplicar la metodología correspondiente se tiene que se registraron 30 especies en total, mayormente representadas por las aves (50%), seguido por los mamíferos (23%), mientras que los reptiles y anfibios fueron los grupos con menor incidencia (17 y 10%). Lo anterior se sintetiza en la siguiente tabla.

Listado faunístico por grupo presente en el área de estudio.

Grupo Faunístico	Especies	Familia
Aves	15	11
Mamíferos	7	7
Reptiles	5	4
Anfibios	3	3
Total	30	25

Si éstos fueran comercializados se tendría una percepción económica siguiente:

Estimación económica de la fauna.

#	Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a afectar	Costo por Ind.	Valor Total en Pesos
Aves					
1	<i>Eupsittula nana</i>	Perico pecho sucio	6	500	3,000
2	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	26	100	2,600
3	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara azul	4	150	600
4	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	20	250	5000
5	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	3	100	300
6	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis piquigruoso	5	250	1,250
7	<i>Tyrannus couchi</i>	Tirano Salvador	8	200	1,600
8	<i>Minus gilvus</i>	Cenzontle tropical	2	300	600
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentiamarilla	8	300	2,400
10	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis	13	150	1,950
11	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	3	150	450
12	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	5	100	500
13	<i>Cathartes aura</i>	Aura	5	100	500
14	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero	2	300	600
15	<i>Trogon melanocephalus</i>	Coa cabeza negra	6	300	1,800
		Subtotal	118		22,650
Mamíferos					
1	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	3	150	450
2	<i>Nasua narica</i>	Tejón, coati, pizote	10	300	3,000
3	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla yucateca	3	300	900
4	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	2	500	1,000
5	<i>Mazama temama</i>	Venado	1	5,000	5,000
6	<i>Dasyprocta punctata</i>	Cereque	3	150	450
7	<i>Peromyscus yucatanicus</i>	Ratón yucateco	4	100	400
		Subtotal	26		14,800
Reptiles					
	<i>Basiliscus vittatus</i>	Tolock	5	200	1,000
	<i>Boa imperator</i>	Boa, oxcán	1	500	500
	<i>Oxybelis fulgidus</i>	Bejuquillo verde	1	250	250
	<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera oliva	2	300	600
	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rallada, garrobo	4	300	600

	Subtotal	13		2,950
Anfibios				
	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana arborícola	4	100
	<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	1	100
	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita de hojarasca	3	100
		Subtotal	5	800
		Sotal		41,200

Estimación del valor económico de los servicios ambientales.

Valoración de la pérdida del suelo.

La erosión es el proceso que, causando la pérdida neta de suelo, crea una reducción de los servicios ambientales ofrecidos por él. Los servicios ambientales llevados a cabo por el suelo van mucho más allá de la mera producción agrícola. El suelo es el primer receptor de los residuos urbanos, el filtro natural de las aguas de lluvia, un abastecedor de materia prima en varios procesos industriales, el lugar donde se desarrollan una multitud de procesos físicos, químicos y biológicos indispensables para la vida.

De acuerdo con lo anterior, la cuantificación del servicio regulación de la erosión se mide a través de la cantidad física de pérdida de suelo al momento de hacer la evaluación por hectárea. Por lo que los valores pueden estimar a partir de la ecuación de erosión del suelo propuesta por Vásquez-Navarrete (2011)¹.

$$R_e = D_{ap} * U_e * 10^4$$

Donde:

R_e = Pérdida física del suelo ($Mg\ ha^{-1}$);

D_{ap} = Densidad aparente en ($Mg\ m^{-3}$);

U_e = Profundidad del suelo perdido por efecto erosión (m);

10^4 = Constante para transformar a $Mg\ ha^{-1}$.

Asimismo, y de acuerdo con los datos antes referidos, la valoración económica de la regulación de la erosión, se puede obtener mediante la siguiente expresión.

$$VR_e = R_e * Su_e * Pr_e$$

(Donde:

VR_e = Valor económico de la pérdida del suelo (dólares);

Su_e = La superficie con el servicio ecosistémico (ha);

Pr_e = Precio por Mg de suelo (dólares Mg^{-1}).

Considerando los resultados de la predicción de la pérdida de suelo para antes y después de la remoción de la vegetación en la zona de estudio se muestran en siguiente tabla (la metodología y desarrollo de esta estimación se presenta en el Capítulo VI del presenta documento).

¹ Vázquez Navarrete, C.J., E.E. Mata, D.J. Palma, G. Márquez, A. López. 2011. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales en Zonas con Influencia Petrolera en Tabasco, Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.

Cálculo de la erosión durante las etapas del proyecto.

Etapa	Superficie a afectar	R	K	LS	C	P	Ton/Ha	Total 6.26 has
Situación actual (sin proyecto)	6.26	13,069.92	0.02	0.1	0.10	1	0.1421	0.8905
Situación con proyecto y sin practicas antierosivas	6.26	13,069.92	0.02	0.1	0.10	1	14.2129	89.0494
Situación con proyecto y practicas antierosivas	6.26	13,069.92	0.02	0.01	0.10	1	1.4213	8.9049

Por lo anterior se tiene:

$$R_e = 13.06992 * 1.6 * 1 = 20.911872$$

$$VR_e = 20.911872 * 6.26 * 29 = 3,796.34 \text{ dólares.}$$

La evaluación económica de la regulación de la erosión de suelo se realiza mediante la técnica de costo de sustitución. En este sentido, el precio de referencia internacional de este servicio oscila entre 29 - 245 USD ha⁻¹ año⁻¹. **El costo en moneda nacional de esta valoración sería del orden de los \$ 73,383.25 pesos** (considerando el tipo de cambio a \$ 19.33 pesos al 10 de noviembre de 2022). Además, y en este caso, se ha optado por el mínimo valor de proceso erosivos ya que la región es considerada como "sin degradación aparente" (SEMARNAT, 2008).

Valoración del depósito de carbono por hectárea.

Los ecosistemas que retiran dióxido de carbono de la atmósfera son conocidos bajo el nombre de sumideros, los cuales lo almacenan en compuestos orgánicos que conforman la biomasa y la materia orgánica. Cuando los mismos cumplen con su ciclo de vida caen al suelo, se descomponen e incorporan al mismo y constituyen una de las formas de mitigación del efecto invernadero (Martino, 2000). Los ecosistemas forestales pueden absorber cantidades significativas de bióxido de carbono (CO₂), principal gas de efecto invernadero (GEI). El dióxido de carbono presente en la atmósfera es absorbido por las plantas, a través del proceso de fotosíntesis. Por este medio, las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química aprovechable para los organismos vivos.

En este sentido, las selvas o bosques almacenan grandes cantidades de carbono (C) en la vegetación y el suelo; además de que los intercambian con la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración. Como producto de este hecho, en las últimas décadas ha surgido un interés considerable por incrementar el contenido de carbono (C) en la vegetación terrestre mediante la conservación forestal, la reforestación, la agroforestería y otros métodos de manejo del suelo. La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas.

Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a través de la quema acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global.

El valor de depósito de carbono en los bosques y selva ha sido valorado por Muñoz (1994) 2 y los costos se muestran en la siguiente tabla.

Valor en dólares del depósito de carbono por hectárea (Muñoz, 1994).

Bosque templado caducifolio	Bosque tropical Caducifolio	Bosque templado	Bosque tropical siempreverde
600	1,800	3,000	3,600

En este caso, el ecosistema que se distribuye en el inmueble del proyecto ha sido clasificado como Bosque tropical perennifolio secundario³. Por lo que con base en los estimados que se presentan en la tabla anterior, el depósito de carbono que propician los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de \$ 3,600 dólares por hectárea. Así que las 6.26 ha de cambio de uso de suelo que se solicitan a través del presente documento tendría un valor de 22,536 dólares, (considerando el tipo de cambio a \$ 19.33 pesos al 10 de noviembre de 2022) se tiene un costo de \$ **435,620.88 pesos**.

De acuerdo con la propuesta de Muñoz (op cit), este tipo de estimación de incluir una valoración de los costos de la liberación de carbono, misma que en muchas situaciones aún se realiza bajo el sistema Roza-Tumba-Quema, proceso a través del cual se transfiere a la atmósfera el Carbono almacenado. En este caso, en la siguiente tabla se muestran los costos que pudieran implicar el costo medido en carbono liberado por la transformación de un bosque tropical.

Pérdidas por cambio de suelo por hectárea (CSERGE, 1993)

TIPO DE BOSQUE	CAMBIO DE USO DE SUELO (EN DÓLARES)	
	PASTURA PERMANENTE	AGRICULTURA
Templado caducifolio	693	1,887
Tropical caducifolio	3,436	3,633
Templado conífero	643	1,863
Tropical siempre verde	3,410	3,337

Partiendo de lo anterior, los costos de reparación de daños por convertir las 6.26 ha de cambio de uso de suelo a un pastizal tendría un costo estimado de 3,410 dólares por hectárea, es decir, correspondería a \$ 21,346.60 dólares de acuerdo al tipo de cambio referido de \$19.33 pesos al 10 de noviembre de 2022), se tiene un costo de \$ 412,629.77 pesos.

Valoración de los servicios Ambientales Hidrológicos

Para llevar a cabo la estimación económica indirecta de estos servicios, se tomaron como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) en sus reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2016⁴, en relación al concepto de pago por el concepto de apoyo por los Servicios Ambientales Hidrológicos en el área 1, misma que es correspondiente con las Áreas

² Muñoz, P.C. 1994. The Economic Value of Mexican Biodiversity. O'Toole R. y K. Hess Jr., Incentives for Protecting Northamerican Biodiversity, vol. 1, núm. 3. Oregon.

³ http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/29_rocio_becerril.pdf

⁴ Diario Oficial de la Federación del 31 de diciembre de 2015. REGLAS de Operación del Programa Nacional Forestal 2016. (Continúa de la Sexta Sección)

Naturales Protegidas y Zonas Núcleo. Por lo que, en este caso, el pago es correspondiente a un valor de hasta \$ 1,100.00/Ha. De esta manera, en la siguiente tabla se presenta la valoración indirecta del costo de los recursos que se habrán de derivar por el cambio de uso de suelo del proyecto.

Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.

Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Servicios ambientales Hidrológicos	\$ 1,100	Hectárea	6.26	\$ 6,886

Debido a que la superficie que será desmontada para el desarrollo del proyecto corresponde con 6.26 has, el costo estimado mediante la valoración indirecta de los recursos hidrológicos que pudieran ser afectados por el cambio de uso de suelo asciende a \$ 6,886 pesos.

Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales (Flora y fauna) y servicios ambientales.

Recurso	Total a afectar por cambio de uso de suelo	Valor total en pesos
Palizada	6.26 hectáreas	\$ 168,052.50
Palmas y especies protegidas		\$ 7,500
Plantas de interés y de ornato		\$ 51,550
Carbón vegetal		\$ 191,820
Tierra vegetal		\$15,650
Fauna		\$41,200
Servicios ambientales (Suelo)		\$73,382.25
Servicios ambientales (Carbono)		\$435,620.88
Servicios hidrológicos (Agua)		\$6,886
Total		\$991,661.63

Valorización monetaria de los recursos biológicos forestales y de los servicios ambientales que éstos prestan actualmente en el área de interés y en el SAR.

El desarrollo sustentable tiene como premisa el equilibrio entre la actividad económica, los sistemas biofísicos y la calidad de vida de la sociedad. Mantener ese equilibrio implica conocer y dar valor a los costos y efectos negativos, así como a los beneficios, que se producen por la selección de las actividades económicas y los patrones de consumo relacionados con la diversidad biológica. La valoración monetaria es un instrumento necesario para conocer de manera cuantitativa el valor de los recursos biológicos forestales y de los servicios ambientales del área, la correcta valoración de los recursos naturales y sus usos permitirá una correcta evaluación del proyecto que se pretende desarrollar, asimismo, es la capacidad social de medir los beneficios que presta la naturaleza y los costos presentes y futuros de su degradación o agotamiento, así como la adquisición de una conciencia social y una actitud responsable ante la conservación de los recursos naturales, para realizar el cálculos de los valores se tienen diversas clasificaciones aunque para el caso del presente proyecto se propone la clasificación de valores de acuerdo a Munasinghe M. y E. Lutz (1993) , adaptado por Perrings, C. *et al.*, 1995 y Gobierno de México y Banco Mundial, 1995

Valores económicos

VALOR ECONOMICO TOTAL (VET)				
Valor de uso			Valor de no uso	
directo	indirecto	de opción	de herencia	de existencia
Bienes que pueden ser consumidos directamente (tangibles):	Beneficios derivados de las funciones ecológicas (servicios):	Usos futuros directos e indirectos (bienes y servicios):	Derivado del deseo de que futuras generaciones puedan beneficiarse de cierta dotación de los recursos naturales:	Derivado de la satisfacción de saber que existe un determinado ecosistema:
* Productos maderables	* Paisaje, belleza escénica, recreación, educación	* Conservación de la biodiversidad	* Conservación de la biodiversidad	* Especies en peligro de extinción
* Productos no maderables (alimento, fibras, semillas)	* Fijación de carbono atmosférico	* Conservación de hábitat	* Cambios irreversibles	* Conservación de la biodiversidad
* Agua	* Conservación de suelos			* Conservación de hábitat
	* Reciclaje de nutrientes			* Recreación, educación y cultura
	* Servicios hidrológicos			
	* Reducción de la contaminación del aire			

Para el caso específico del proyecto se consideran analizar el Valor de uso directo e indirecto. Con respecto a las estimaciones de los costos económicos de los Valores se consideraron los siguientes datos de acuerdo a los recursos existentes en el predio.

VALOR DE USO DIRECTO

El valor de uso directo reconoce de manera inmediata a través del consumo del recurso biológico (alimentos, producción de madera; la explotación pesquera; la obtención de carne, pieles y otros productos animales y vegetales; la recolección de leña, y el pastoreo del ganado, entre otras) o de su recepción por los individuos (ecoturismo, actividades recreativas). Para el caso del predio se consideraron los siguientes valores:

Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales (Flora y fauna) y servicios ambientales.

Recurso	Total a afectar por cambio de uso de suelo	Valor total en pesos
Palizada	6.26 hectáreas	\$ 168,052.50
Palmas y especies protegidas		\$ 7,500
Plantas de interés y de ornato		\$ 51,550
Carbón vegetal		\$ 191,820
Tierra vegetal		\$15,650
Fauna		\$41,200

Recurso	Total a afectar por cambio de uso de suelo	Valor total en pesos
Servicios ambientales (Suelo)		\$73,382.25
Servicios ambientales (Carbono)		\$435,620.88
Servicios hidrológicos (Agua)		\$6,886
Total		\$991,661.63

VALORES INDIRECTOS

El valor de uso indirecto se refiere 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 bosques como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el autosostenimiento del sistema biológico, entre otros. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones.

Paisaje, belleza escénica, recreación, educación

En los últimos años, los servicios recreacionales y de paisaje se han incrementado, lo cual representa una parte significativa del valor de uso. La selva tropical cuenta con al menos 574 especies de plantas, la cual podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares (Gobierno de México, 1996). Adicionalmente, se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares, de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad (CSERGE, 1993)².

Tomando en cuenta los resultados obtenidos de un estudio realizado en la Biosfera de Sian Kan en la cual se determinó los días de visita, el posible precio a pagar por el visitante y las veces que podría visitar el área al año se obtuvo un valor anual como costo.

Estimación del costo por el concepto de servicios de recreación y paisaje.

Turismo	Centro de recreación	Tipo de área	Área (ha)	Visitantes por año (años de referencia)	Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)	Ingreso anual (USD)	Ingreso anual por hectárea
Ecoturistas	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 ³	500 (1989-1993)	1154	57 500	0.11

De acuerdo al estudio se tiene un ingreso anual por hectárea de 0.11 (USD) por hectárea /año, el costo en moneda nacional de esta valoración corresponde a \$ 2.12 pesos (considerando el tipo de cambio a \$ (considerando el tipo de cambio a \$ 19.33 pesos al 10 de noviembre de 2022). para el caso específico del estudio de la reserva de la biosfera se tiene un costo de \$ 1'119,671.64 pesos (CSERGE, 1993); realizando la aplicación de estos resultados al área del proyecto correspondiente a 6.26 hectáreas se considera un costo de \$ 13.27 pesos de ingreso anual por servicio de disfrute de la belleza escénica, recreación, paisaje y educación de los recursos del predio.

Análisis de cómo el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) propuesto es más productivo a largo plazo comparado con el uso actual; dicho análisis deberá estar basado en la valoración económica de los recursos biológicos forestales y de los servicios ambientales que brinda el área de cambio de uso de suelo, comparado con los beneficios económicos o retribución económica a la sociedad que traería consigo el proyecto una vez puesto en marcha, con una proyección a largo plazo (de 15 años o más), demostrando que éste será más productivo a largo plazo con respecto al uso actual del suelo y no de la inversión total por la construcción de la obra, como lo refiere en el documento técnico.

En el predio se tienen recursos naturales tangibles e intangibles los cuales son valorados económicamente con respecto a los beneficios que se tienen para con el medio ambiente y la sociedad, si bien es sabido que dichos recursos son imprescindibles para contrarrestar el efecto causado por el calentamiento global y la contaminación de aire, también se puede considerar que bajo una estricta modificación del paisaje y aplicando medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente que pudiera ocasionar el desarrollo de un cambio de uso de suelo.

Estimación de los recursos biológicos forestales (Flora y fauna) y servicios ambientales.

Recurso	Total a afectar por cambio de uso de suelo	Valor total en pesos
Palizada	6.26 hectáreas	\$ 168,052.50
Palmas y especies protegidas		\$ 7,500
Plantas de interés y de ornato		\$ 51,550
Carbón vegetal		\$ 191,820
Tierra vegetal		\$15,650
Fauna		\$41,200
Servicios ambientales (Suelo)		\$73,382.25
Servicios ambientales (Carbono)		\$435,620.88
Servicios hidrológicos (Agua)		\$6,886
Total		

En consecuencia como se puede observar en la tabla anterior considerando los valores de los servicios ambientales que nos pudieran proveer en el sitio se tiene un costo de \$509,003.13 pesos, así mismo, realizando una comparativa con los costos obtenidos con la aplicación del proyecto se obtiene un costo de \$ **991,661.63** pesos en los primeros 15 años de ejecución del proyecto, aplicando como se mencionó anteriormente las medidas de prevención y mitigación para afectar lo más mínimo posible los recursos naturales existentes.

De acuerdo a los resultados anteriores se considera que el proyecto cumple con las características necesarias para su desarrollo, cabe señalar que las actividades de prevención y mitigación establecidas serán aplicadas durante todo el desarrollo del cambio de uso de suelo del sitio. Las actividades de rescate de flora y fauna, así como las actividades de restauración establecidas serán de carácter prioritario.

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

La presente estimación del costo de las actividades por la restauración forestal es en apego al artículo 7 fracción LVI de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y que se define como el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal para recuperar parcial o totalmente sus funciones originales.

La presente estimación económica considera únicamente el sitio del proyecto donde habrá remoción de vegetación y despalme de suelo para dar paso al desarrollo del proyecto. Dicha superficie del proyecto abarca 6.26 hectáreas, y tal como se ha manifestado en el este Estudio Técnico, el resto de la superficie corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia/vegetación secundaria en la cual la restauración únicamente requerirá de acciones de protección.

Las actividades necesarias para la restauración han sido clasificadas considerando que la superficie del sitio del proyecto para la cual se solicita el cambio de uso de suelo corresponde a vegetación forestal en su condición de selva por lo que dicha actividad requiere de acciones dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta.

A continuación, se enlistan y describen dichas actividades.

- ✓ Preparación del sitio.
- ✓ Producción de plantas.
- ✓ Reforestación.
- ✓ Mantenimiento del área restaurada.
- ✓ Monitoreo.
- ✓ Asistencia Técnica.

Por otra parte, se realizará la restauración del sitio donde habrá remoción de vegetación y despalme de suelo para dar paso al desarrollo del proyecto el cual corresponde a las 6.26 ha. Las actividades necesarias para la restauración han sido clasificadas considerando que la superficie del sitio del proyecto para la cual se solicita el cambio de uso de suelo corresponde a vegetación forestal en su condición de selva por lo que dicha actividad requiere de acciones dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación, se enlistan estas actividades:

Preparación del sitio.

Esta es la primera actividad para realizar la restauración del sitio, cuyo periodo de duración, materiales, costos incluso la necesidad de llevarse a cabo o no depende en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Por lo que para tener un parámetro aceptable en esta estimación partiremos de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra el cual varía en función de la superficie y el trabajo a realizar. Para el predio en particular se parte del supuesto de la realización de actividades de remoción de malezas, y mejoramiento de la capa orgánica del suelo, como preparación del sitio por lo que se estima el orden de unos 30 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de 250.00 pesos, así mismo se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 6.26 hectáreas será de (188 jornales x 250 pesos), \$47,000 pesos.

Producción de plantas.

Una vez preparado el terreno se llevará a cabo la reforestación de la superficie afectada (6.26 hectáreas) con una densidad promedio de 1,089 plantas por hectárea, tomando en cuenta que la densidad promedio por hectárea reportada para el predio en este estudio es de 1779 para el estrato arbóreo-arbustivo, es decir especies con diámetros a partir de 5 cm, y considerando que la superficie total a afectarse corresponde a 6.26 hectáreas se estima que se requerirá un total de 6,817 plantas.

Por otra parte, se tiene que la producción de cada planta en vivero hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se calcula en \$30 pesos por planta por lo que adquirir 6,817 plantas tendrán un costo de \$ 204,510 pesos.

Plantación.

De acuerdo con especialistas en la materia (jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos), en la Riviera Maya y principalmente en la ciudad de Playa del Carmen el costo promedio por apertura de cepa es de 15 pesos cada una y por la plantación es igualmente de 15 pesos cada una es decir un total de 30 pesos por ambas actividades. Considerando el total de plantas a reforestar (6,817) el total estimado por la apertura de cepas y plantación es de \$ 204,510 pesos.

Mantenimiento del área restaurada.

En la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses será necesario el riego de auxilio y el control de la maleza con el objeto de los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de sobrevivencia esto se aplicará de la siguiente forma:

Riego de auxilio

Durante los tres primeros meses se realizará 4 riegos de auxilio por mes con un costo de \$4000 por ha, por lo que el riego total en los tres meses de las 6.26 has tendrá un costo de \$100,160. Es importante mencionar que el riego de auxilio es solamente para lograr el prendimiento de la plantación ya que esta se mantendrá con las lluvias de la temporada.

Control de malezas

El control de la maleza o chapeo se realizará con mayor frecuencia en el primer año teniendo 3 chapeos durante el primer año y 2 durante el segundo año en total serán 5 chapeos con un costo 2,000.00 pesos por hectárea es decir \$62,600 en total los 5 chapeos.

Reposición de plantas

Así también se menciona que durante este tiempo se realizará la reposición de las plantas. Actividad que ya se encuentra considerada dentro de porcentaje de sobre vivencia y costo.

Monitoreo.

Finalmente se requiere monitorear el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia de los mismos. Esta actividad se realizará durante los

primeros cinco años dicha actividad se realizará en campo cada seis meses teniendo un costo de 30,000 pesos cada uno, en total en los 5 años serán 10 visitas de monitoreo con un costo total de \$ 300, 000.00 pesos.

Asistencia Técnica.

Todas estas actividades que se mencionan para la restauración del área deberán ser supervisadas por personal técnico forestal con registro el cual tendrá que realizar las siguientes acciones:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al área afectada de acuerdo al inventario forestal del predio.
- Asesorar y supervisar en caso que la planta sea producida en vivero en el predio
- Supervisar el trazo y marcado del área de reforestación
- Supervisar la apertura de cepas y la reforestación
- Monitorear el proceso de adaptación de la plantación
- Elaborar los informes técnicos correspondientes

El costo que implica contratar los servicios técnicos forestales es de aproximadamente 30,000 pesos mensuales durante un periodo mínimo de cinco años por lo que el monto tal por dichos servicios será de \$ 1, 800,000.00 pesos.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los costos de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales la superficie de 6.26 hectáreas del proyecto tras el cambio de uso de suelo.

Resumen de las actividades de restauración.

#	Actividad	Costo en Pesos Mexicanos
1	Preparación del sitio	\$47,000
2	Producción de plantas	\$204,510
3	Plantación	\$204,510
4	Riego de auxilio	\$100, 160.
5	Control de malezas	\$62,600
6	Monitoreo	\$300, 000
7	Asistencia Técnica	\$1, 800,000
Total		\$1'718,80