



Representación Federal en el Estado de Quintana Roo

- I Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.
- II Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0135/03/23**.
- III Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a sin censura.
- IV Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA_09_2023_SIPOT_1T_2023_ART69 , en la sesión celebrada el 21 de Abril del 2023.

http://dsiapposdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2023/SIPOACTA_09_2023_SIPOT_1T_2023_ART69.pdf

VI Firma de titular:



Ing. Yolanda Medina Gámez.

"Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción XVI; 32, 33, 34, 35 Y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, previa designación, firma la C. Yolanda Medina Gámez, Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales".

*Oficio 00239 de fecha 17 de abril de 2023.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

PARTICULAR

CONSULTA PUBLICA

REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN

(OBRAS ASOCIADAS AL TREN MAYA)

LA ESCONDIDA,

MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, Q. ROO.

PROMOVENTE: JORGE ALBERTO ZAPATA SANTOS

Contenido

1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL.....	1
1.1	PROYECTO	1
1.1.1	Nombre del proyecto.....	1
1.1.2	Ubicación del Proyecto	1
1.1.3	Tiempo de vida Útil del Proyecto.	2
1.1.4	Presentación de la documentación legal.....	2
1.2	PROMOVENTE	¡Error! Marcador no definido.
1.2.1	Nombre o Razón Social del Promovente	¡Error! Marcador no definido.
1.2.2	Registro Federal de Contribuyentes.....	¡Error! Marcador no definido.
1.2.3	Nombre y Cargo del Representante Legal	¡Error! Marcador no definido.
1.2.4	Dirección del Promovente o de su Representante Legal para recibir u ir notificaciones.....	¡Error! Marcador no definido.
1.3	Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	2
1.3.1	Nombre o Razón Social	2
1.3.2	Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	2
1.3.3	Nombre del responsable técnico del estudio.	2
2	DESCRIPCION DEL PROYECTO	3
2.1	INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.....	3
3	VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.....	19
3.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	19

3.1.1	ARTÍCULO 4	19
3.1.2	ARTÍCULO 25	19
3.1.3	ARTÍCULO 27	19
3.2	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).....	20
3.2.1	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	21
3.3	Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).....	21
3.4	Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.....	28
3.5	Otros instrumentos que considerar son:.....	33
4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO	36
4.1	Delimitación del Sistema Ambiental.....	37
4.2	Caracterización y análisis del sistema ambiental.	42
4.3	Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental.....	46
4.4	Medio físico.	47
4.4.1	Clima y fenómenos meteorológicos.....	47
4.4.2	Geomorfología.....	51
4.4.3	Suelo	57
4.4.4	Agua	58
4.4.5	Aire.....	63

4.4.6	Calidad del aire	63
4.5	MEDIO BIOLÓGICO	63
4.5.1	Vegetación.....	63
4.5.2	Fauna.....	67
4.6	Diagnóstico Ambiental del sitio del proyecto	73
4.6.1	CLIMA.....	73
4.6.2	SUELO.....	74
4.6.3	Erosión potencial del suelo en el predio.....	75
4.6.4	Cálculo del factor de erosividad de la lluvia, R.....	77
4.6.5	Cálculo de la erosionabilidad de los suelos, K.....	79
4.6.6	Resultados de la aplicación de la EUPS a las distintas condiciones presentes en el sitio del Proyecto.	83
4.6.7	PENDIENTE MEDIA.....	84
4.6.8	HIDROGRAFÍA.....	84
4.6.9	Estimación del escurrimiento medio anual	84
4.7	Tipos de vegetación	85
4.7.1	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN DENTRO DEL PREDIO	86
4.7.2	DESCRIPCIÓN FISIONÓMICA DE LA VEGETACIÓN IDENTIFICADA	87
4.7.3	Estructura de la Vegetación	94
4.7.4	Estado de conservación y/o deterioro de la vegetación	124
4.8	FAUNA.....	125
4.8.1	Descripción del método de muestreo	125

4.8.2	Caracterización	126
4.8.3	Especies presentes en el predio con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.....	132
4.8.4	Especies endémicas	133
4.8.5	Especies migratorias	133
4.9	Diagnóstico ambiental.	134
4.9.1	Conclusiones.....	150
5	IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	151
5.1	Identificación de impactos.	151
5.2	Caracterización de los impactos	158
5.3	Valoración de los impactos	166
5.3.1	Valoración Cuantitativa de los Impactos Positivos.....	177
5.3.2	Valoración Cuantitativa de los Impactos Negativos	179
5.4	Conclusiones.....	182
6	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	184
6.1	Descripción de las medidas de prevención y mitigación	184
6.2	Impactos residuales.	194
7	PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	199
7.1	Descripción y análisis del escenario sin proyecto	199
7.2	Descripción y análisis del escenario con proyecto.	200
7.3	Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. .	200
7.4	Pronóstico ambiental.....	201

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

7.5	Programa de manejo ambiental.....	202
7.5.1	Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna (Ver Anexo)	202
7.6	Programa de vigilancia ambiental	208
7.6.1	Lineamientos que considerar dentro del Programa de Vigilancia Ambiental. 208	
7.7	Conclusiones.....	209
8	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	210
8.1	Consultas electrónicas.	211
8.2	Cartografía y mapas elaborados para este estudio.....	211
9	Referencias Bibliográficas.....	213
9.1	Glosario de Términos.	220

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO

1.1 PROYECTO

1.1.1 Nombre del proyecto.

LA ESCONDIDA (OBRAS ASOCIADAS AL TREN MAYA).

1.1.2 Ubicación del Proyecto

Predio La Escondida, S/N, LOTE 020, MANZANA 003, en el Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.



Figura. Ubicación del sitio del Proyecto

1.1.3 Tiempo de vida Útil del Proyecto.

La remoción de la vegetación será permanente, por lo que se considera una vida útil de 20 años, tiempo que puede incrementarse con mantenimiento adecuado.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se presentan archivos digitalizados de los Documentos legales del promovente, así como copias simples para su cotejo con las originales al momento de ingresar el estudio a evaluación. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

1.1.5 Nombre o Razón Social

1.1.6 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

1.1.7 Nombre del responsable técnico del estudio.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 **INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

La superficie para la que se solicita autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de 13.6 Ha (13,623 m²), donde el tipo de vegetación corresponde a Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, de acuerdo con el con el Conjuntos de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000 Serie VII elaborada por el INEGI

2.1.1 Naturaleza del Proyecto

La extracción de materiales pétreos se clasifica dentro del sector terciario; subsector urbano; tipo comercial y de servicios. Esto, ya que el mismo corresponde con la explotación a cielo abierto de un banco de materiales pétreos (agregados), para abastecer a la industria de la construcción de zonas urbanas. Los materiales pétreos (agregados) de aprovechamiento del proyecto no se encuentran entre las substancias minerales reservadas a la federación, en los términos de la Ley Minera.

La totalidad de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será destinada al aprovechamiento de materiales pétreos. La necesidad del cambio de uso de suelo surge por la demanda de material para la construcción en la región donde existe un auge importante de desarrollo inmobiliario con amplio crecimiento, de ahí la importancia de abastecer un material apto para la realización de las mezclas que permitan su óptima construcción en términos de volumen y calidad.

Se analizo si existen lineamientos de algún programa de ordenamiento ecológico local en la zona, a la fecha de la elaboración del presente documento, no existen ordenamiento alguno que incluya la zona donde se pretende realizar el presente proyecto. Sin embargo, se tomaron como referencia directriz que señala alguno otro ordenamiento local dentro del estado, y que son relacionadas con preservación, aprovechamiento sustentable, protección de recursos naturales, restauración, así como otras dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, a lo cual podemos decir que el proyecto es congruente, ya que es

cierto que la naturaleza del proyecto surge a partir de la necesidad de extraer el material, no obstante se realiza el presente estudio para establecer una serie de medidas preventivas y de mitigación previas al inicio de operaciones así como a realizarse una vez terminada la vida útil del mismo en la etapa de abandono del sitio.

2.1.2 Selección del Sitio.

La selección del sitio tiene como origen la necesidad de extracción del material el cual cumple con los requisitos necesarios para el proyecto en cuanto a volumen y calidad, además se considera el aspecto ambiental tomando en cuenta el uso actual que tiene el suelo y tipo de vegetación presente en el sitio. Actualmente es un terreno en breña, donde se desarrolla vegetación de Selva Mediana Subperennifolia (SMQ), según la clasificación de los tipos de vegetación del INEGI.

2.1.3 Ubicación Física del proyecto y plano de Localización

El predio donde se pretende el cambio de uso de suelo se ubica en el Municipio de Solidaridad, corresponde al predio denominado La Escondida, S/N, LOTE 020, MANZANA 003. La única vía de acceso al área de estudio es desde la Carretera Federal No. 307, a una distancia aproximada de 4.5 Km, del límite del centro de población de Puerto Aventuras; se trata de un predio en breña completamente alejado del contexto urbano; los predios circundantes son lotes particulares que guardan las mismas condiciones de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular



VERTICE	X	Y
1	472319.69	2270984.54
2	471882.1	2271377.9
3	471878.03	2271381.56
4	472634.91	2272098.44
5	472638.72	2272094.53
6	473048.34	2271674.17
7	473175.85	2271537.02
8	473309.66	2271406.01
9	473823.26	2270872.38
10	474343.17	2270344.89
11	474462.74	2270211.71
12	474588.71	2270084.58
13	474367.93	2269937.63
14	474298.51	2269894.9
15	474466.98	2269706.21
16	474650.11	2269501.77
17	474454.85	2269279.25
18	474186.52	2269575.89
19	474087.58	2269463.14
20	473818.85	2269760.23
21	473180.81	2270252.46
22	473013.4	2270376.04
23	472851.38	2270506.6
24	472582.59	2270742.29
25	472319.69	2270984.54

POLIGONAL DEL CUSTF

VERTICE	X	Y
1	473113.54	2271679.35
2	473334.8	2271452.9
3	473405.1	2271384.2
4	473149.06	2271152.58
5	472884.96	2271420.04
6	473113.54	2271679.35

Desde el punto de vista de la cuenca hidrológico-forestal, la zona donde se desea llevar a cabo el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH32), en la Cuenca Quintana Roo, Subcuenca Chunyaxche-Santa Amalia, Microcuenca Tulum.

2.1.4 Inversión Requerida

2.1.5 Dimensiones del Proyecto

El predio en estudio cuenta con una superficie de 272.9 Ha, de la cuales, una fracción con una superficie de 13.6 has está destinado al cambio de uso de suelo, donde se instalara también la infraestructura como el patio de maniobras, oficina, almacén, además cuenta con un área de taller mecánico y una caseta de vigilancia y otras áreas de apoyo; 1 ha aproximadamente que corresponden a caminos para acceso existentes en el predio, que se mantendrán funcionando como tal; en el entendido que todas estas actividades son consideradas como no forestales, en esta zona también se pretende establecer un vivero provisional donde se tendría la planta producto del rescate de vegetación realizado en las áreas a ser aprovechadas, para reforzar las labores de reforestación, por la superficie destinada al aprovechamiento y al cambio de uso de suelo. Se conservan 259.3 ha destinadas a conservación.

2.1.6 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

El sitio seleccionado dispone de una vía de acceso desde la carretera federal 307 a unos 5 Km aproximadamente en dirección al predio, se llega a los linderos del mismo por un camino rustico que debe ser rehabilitado , es así que no se tendrá la necesidad de construir nueva vía de acceso, evitando así retirar vegetación para este fin.

El sitio se encuentra rodeado por terrenos con vegetación de Selva Mediana Subperennifolia, que de manera natural forman una zona de amortiguamiento muy extensa, y donde puede desplazarse la fauna del sitio sin poner en peligro su viabilidad como especies. Cabe mencionar que previa a la realización de cualquier actividad constructiva se llevarán a cabo programas de rescate de vegetación y fauna.

El predio donde se propone la extracción de material pétreo se encuentra a una distancia mayor a 5 Km del cuerpo de agua superficial más cercano. Así mismo, el área en la que se localizará el banco de material se ubica a más de 4 kilómetros del centro de población de Puerto Aventuras. El impacto visual y acústico será mínimo o nulo para la población, ya que no existen localidades cercanas en un radio de 3 Km. La distancia entre la ciudad y proyecto es la suficiente para no alterar el ambiente de bienestar y confort de sus pobladores.

En el terreno no se desarrolla ningún tipo de actividad económica y no existen vestigios arqueológicos, por lo que no se generarán impactos negativos económicos y/o culturales.

En cuanto a la superficie solicitada para autorización, se tiene en cuenta que el uso del suelo está inherentemente ligado a la sustentabilidad del uso de los recursos naturales, por lo tanto, la intensidad con la cual se modificará la cubierta vegetal es alta, no obstante, se reubicarán individuos para asegurar su supervivencia y se almacenará el material vegetal producto del despalme para poder utilizarlo al término del proyecto en la reforestación del sitio, lo cual determinará la persistencia del ecosistema y por ende de los recursos y servicios que estos proporcionan.

Es cierto que el área donde se pretende desarrollar el proyecto presenta una cobertura vegetal de carácter forestal, el arbolado y la madera que conforman tanto la superficie que se pretende solicitar de cambio de uso de suelo forestal, como la totalidad del predio, NO SON ECONÓMICAMENTE REDITUABLES hablando en términos forestales, por lo tanto es de prever que el uso propuesto, que implica una fuerte inversión, fuente de empleo y mayor recaudación fiscal, es un uso mucho más productivo que el de un aprovechamiento forestal o agrícola que causaría mucho más impacto a la zona.

Con el proyecto se favorece de manera permanente a la población local y sobre todo la creación de fuentes de empleo significativas para los habitantes, durante todas sus etapas, ya que durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán requeridos servicios diversos. Lo que en conjunto ocasionará una derrama económica también importante para la localidad y el municipio en general. Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir en una pequeña parte las condiciones socioeconómicas de la región, ya que una gran proporción de la población obtendrá la oportunidad de trabajo por el desarrollo del proyecto.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Ubicación estratégica. - Se encuentra alejado del centro de población, no existen aeródromos o aeropuertos cercanos, no está dentro de un área natural protegida, no está en una zona de ecosistemas frágiles, no está en una zona inundable, no está cercano a pozos de extracción de agua.

Accesibilidad. - Existe un camino de terracería que será adecuado para convertirlo en la viabilidad que entronque con la Carretera Federal 307 Reforma Agraria Puerto Juárez y el predio, lo que le confiere capacidad para la movilidad vial.

La tenencia de la tierra. - El predio es propiedad privada, y se realizó un contrato de usufructo de aprovechamiento con el promovente.

Disponibilidad del predio. - No tiene un uso urbano actual y debido a su ubicación, alejado a más de 5 km del límite de la mancha urbana actual, es adecuado para la construcción de la infraestructura proyectada ya que no representa una molestia para la población.

El predio de estudio y en general la zona donde se pretende la construcción del proyecto carece de redes de agua potable y drenaje sanitario, por lo que para el suministro de estos servicios el promovente instalará cisternas rotoplast para el abasto de agua la cual será extraída mediante la perforación de un pozo desde el subsuelo con los volúmenes autorizados por la CONAGUA.

En cuanto al suministro de energía eléctrica el promovente realizará una acometida subterránea de la red de distribución de alta tensión de la Comisión Federal de Electricidad a la subestación del proyecto, la cual contará con un transformador de 750 Kva. y será conducida de la subestación, a los tableros de distribución con un interruptor principal de 3 x 1,600 amperes (Amps) para distribuirse al resto del proyecto. Además, se contará con un generador de emergencia de 75 Kw.

Por lo que se refiere a la disposición de los residuos sólidos estos serán almacenados temporalmente en el cuarto de basura (área de sustentabilidad) para su posterior traslado al relleno sanitario Municipal.

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

2.2.1 Preparación del sitio

Previo al inicio de las actividades del proyecto, se llevará a cabo la delimitación física de las áreas de cambio de uso de suelo. Lo anterior, con el objetivo de evitar la afectación de áreas distintas a las que se solicita sean autorizadas al proyecto.

Una vez delimitadas las áreas de cambio de uso de suelo, entrará en ejecución el programa de “rescate y reubicación de flora y fauna”, para finalmente iniciar las actividades de desmonte y rescate de la capa orgánica del suelo. En el capítulo medidas de mitigación para la ejecución del cambio de uso de suelo, así como de prevención y mitigación de impactos se presentan a detalle las actividades de preparación del sitio apenas mencionadas. Entre las actividades de preparación del sitio se incluirá también la colocación de señalamientos preventivos, relativos a la entrada y salida de camiones al sitio del proyecto.

2.2.2 Explotación de materiales pétreos

CORTE. Consiste en suavizar y uniformizar la inclinación de los taludes mediante tractor Buldózer D-8, con el fin de estabilizar las paredes del socavón, además de uniformizar la inclinación del talud. Las bermas se construirán de acuerdo con las especificaciones de la SCT.

CARGA. Se utilizará una excavadora Caterpillar 320 al momento de la compra a pie de banco, por lo que no será necesaria ninguna área para almacenar.

ACARREO. Será con camiones de volteo de 14 m³ de capacidad. De los disponibles que se encuentran sindicalizados y rentan sus servicios en la localidad.

2.2.3 Relación de personal e insumo requeridos por el proyecto

Personal

El personal con el que contará el proyecto será básicamente los operadores de la maquinaria que se maneje en el sitio, así como los encargados de regular la entrada y salida de camiones del sitio del proyecto.

Maquinaria y equipo

La tecnología que se utilizará son dos máquinas: un tractor bulldózer D-8 y una excavadora Caterpillar 320, con las especificaciones técnicas de afinación y el control de los filtros que marcan las normas.

Una vez obtenido la fractura del manto rocoso, se utilizará una draga de arrastre "Eric bucyrus" modelo 8813, con motor diesel CAT 3406B y una potencia de 306 KW y 1800 RPM, sistema eléctrico con batería de 24 V. de 5 yardas cúbicas, conformada por excavadora, aditamento de draga que extrae el material depositándolo en los costados para que los materiales recién extraídos y húmedos pierdan el exceso de humedad de alrededor del 70%. Una vez que el exceso de agua haya escurrido, los materiales serán confinados y trasladados al área de trituración.

2.2.4 Carga y Acarreo para su trituración

El material pétreo es un recurso con una gran demanda en el mercado local, toda vez que es el principal insumo para los agregados pétreos (polvo, grava, granzón, cementante, etc.), sascab y piedra hilada para rellenos, cimentación y construcción de viviendas. La carga de los materiales se realizará con el apoyo de un tractor montacarga Case o Jhon Deere, los cuales cargaran y depositaran los materiales pétreos en los cajones de carga de 14 m³ o en góndolas de 30 m³. Cuando los volquetes de carga estén llenos de material, se les colocara una lona

sobre la caja de carga para atenuar la dispersión de polvos, además saldrán del banco a una velocidad reducida y se dirigirán al área de triturados.

La velocidad del transporte será regulada con la colocación de reductores de velocidad con soga gruesa. Estos camiones deberán estar en perfecto estado de funcionamiento para garantizar la seguridad laboral y pública durante el transporte.

2.2.5 Trituración de materiales pétreos

Carga para alimentación de tolva en primario: El material del banco tendrá una medida máxima de 36" (91.4 cm) y se almacenará en una superficie de 2000 m² con capacidad de hasta 4,000 m³ de material pétreo y desde donde con un cargador frontal Cat 966 y/o similar se cargará a la tolva utilizando la rampa para tal fin.

Trituración primaria, transporte y almacenamiento: La materia prima se recibe en la tolva y pasa directamente a través del alimentador vibratorio Grizzly, al triturador primario con capacidad de 560 m³/hr, para posteriormente mediante la banda transportadora pasar el material al almacén del triturador secundario mediante bandas de 48" de ancho por 12 m de largo y 36" de ancho y 50 m de largo.

Trituración secundaria, cribado, transporte y almacenamiento: La superficie de almacenaje del triturador secundario es de 1,385 m² y tiene capacidad para 8,300 m³ de material con tamaño máximo de 10", la alimentación del triturador se realiza con una banda de 36" de ancho y 30 m de largo, el triturador es de tipo Impacto y tiene capacidad para 200 m³/hr, criba vibradora de tres camas y gusano lavador para finos, mediante 3 bandas se reciben y transportan los materiales triturados en diámetros de 1½" a ¾", ¾" a 3/16" y de 3/16 a 0; con otra banda se recibe y transporta al triturador terciario el material con tamaño mayor a 1½".

Trituración terciaria, cribado, transporte y almacenamiento: Se realiza con un triturador de impacto de flecha vertical, su capacidad es de 120 m³/hr. Criba de tres camas y gusano lavador. Se alimentará con una banda transportadora de 24" de ancho por 25 m de longitud,

producirá materiales de 3/4 a 3/8, 3/8 a 3/16 y 3/16 a 0 y contará con tres bandas para el transporte y almacenaje de los materiales triturados.

Carga de material triturado a camiones de volteo: Se realizará con un cargador frontal Cat 950 que será exclusivamente para el despacho de los pedidos de los diferentes materiales que se obtendrán de la trituración.

Reciclamiento de aguas residuales: Para esta etapa la generación de aguas residuales provenientes del lavado de materiales es nula.

2.2.6 Etapa de Mantenimiento:

Mantenimiento camino de acceso: Se realizará en una longitud de 2 km, y se realizará con una moto conformadora y con un compactador recargando en los puntos que se tengan más daños, esta actividad deberá realizarse periódicamente principalmente en la temporada de lluvia.

Mantenimiento de la línea eléctrica: Se realizará periódicamente la revisión de las condiciones de la línea de energía y se mantendrá limpio el trazo de la misma para prevenir posibles daños ocasionados por la vegetación.

Mantenimiento de oficinas de administración: Se refiere prácticamente a la limpieza de las instalaciones y el mantenimiento de las estructuras y sus componentes. El área total de estas es de 115 m².

Mantenimiento del taller: Será diario y se refiere a la limpieza de las instalaciones y el mantenimiento de las estructuras y sus componentes. Incluyendo el manejo de los residuos que genera el taller manejándolos de acuerdo a las normas según el tipo de residuo de que se trate.

Mantenimiento de la planta y equipo: La planta trituradora tendrá un programa de mantenimiento que incluye acciones diarias y acciones periódicas expresamente definidas por el fabricante. Se deberá revisar el buen funcionamiento de todo el equipo que interviene en el proceso de producción.

2.3 Programa general de trabajo

Los beneficios de materiales pétreos están proyectados con una vida útil de 10 años de trabajo continuo, a partir de la obtención de las autorizaciones Federales y municipales correspondientes. Sin embargo, este tiempo podría disminuir o incrementarse en caso de eventos fortuitos o de causa mayor que impidan la ejecución de las tareas programadas en los tiempos establecidos. El programa de trabajo se encuentra organizado por ciclo anual, excepto las actividades previas las cuales se refieren a los estudios de línea base.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Acción	2018											
	E	F	M	A	M	J	J	AS	S	O	N	
Gestiones preliminares												
Caracterización del sitio y sus alrededores												
Selección del sitio												
Estudios asociados al proyecto (Topografía, Inventario forestal, etc.)												
Estudios y diseño (incluye presupuesto)												
·Estudio												
Presentación y resolución de las autoridades ambientales competentes.												
Presentación y resolución de las autoridades ambientales competentes.	X	X										
Preparación del sitio.												
Programa de reubicación de especies.		X										
Limpia y preparación del terreno		X										
Preparación del suelo de soporte		X										
Corte de taludes		X										
Construcción de la infraestructura												
Oficinas, Bodegas, Sanitarios.												
Operación												

D

Extracción del material			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traslado al patio de almacenamiento			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Traslado a los lugares de destino			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Abandono del sitio												
Retiro de maquinaria	X											
Limpieza de residuos sólidos.	X											
Reacomodo de suelo y reforestación	X											

2.3.1 Actividades previas

En esta fase está incluida realizar todos los estudios de línea base para conformar el presente estudio de impacto ambiental, dando principal énfasis a la estratigrafía geológica y al estudio Geohidrológico que ya fue realizado con anterioridad, con el fin de obtener previo al inicio de cualquier obra por debajo del nivel freático se cuenten con los permisos ambientales federales y municipales correspondientes.

2.4 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Durante el desarrollo del proyecto, se generarán residuos sólidos y líquidos, cuya disposición final, de no ser adecuada genera problemas ambientales importantes. Por tal motivo, se llevará a cabo un adecuado manejo de los mismos, disminuyendo su producción e implementando una cultura ecológica para el manejo de los mismos.

2.4.1.1 Emisiones a la atmósfera

Durante la etapa de preparación del sitio del proyecto no se generarán residuos que puedan afectar la calidad del aire, sin embargo, durante la construcción, los vehículos que transportarán materiales y la maquinaria que se requiera durante el proceso, generan

partículas contaminantes producto de la combustión de los motores en operación. Sin embargo, dichas maquinarias no constituyen fuentes fijas de emisión de contaminantes.

2.4.1.2 Residuos líquidos

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación, los residuos líquidos que se generarán serán principalmente de origen orgánico (orina y heces fecales), para el manejo de este tipo de residuos se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores y el manejo final de los residuos estará a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios.

2.4.1.3 Residuos sólidos

Los residuos sólidos que se generarán en la etapa de preparación se separarán en orgánicos e inorgánicos.

Los residuos orgánicos serán los residuos de comida de los trabajadores de obra y material vegetal generado por el desmonte, éstos últimos se deberán picar para utilizarse posteriormente en áreas con vegetación.

Los residuos inorgánicos como desechos de obras, papel, cartón, aluminio, madera, metal serán almacenados temporalmente en el área que posteriormente será el área de servicios, para después ser llevados al relleno sanitario municipal para su disposición final.

En la etapa operativa se llevará a cabo un buen manejo de residuos sólidos, promoviendo con señalizaciones la separación de residuos, así como la reducción de los mismos a través de una campaña de reciclaje, para el personal del desarrollo y

los visitantes.

De igual manera se separarán los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos (residuos de comida y material vegetal) serán depositados en contenedores (señalizados como residuos orgánicos) distribuidas por todas las áreas, para después ser almacenadas en

un cuarto frío que se ubicará en el área de servicios en el extremo Noroeste del predio. En el caso de los residuos sólidos reciclables (plásticos PET, aluminio, papel y cartón), serán recolectados periódicamente por empresas acreditadas oficialmente para tal efecto.

Como se comentó anteriormente se colocarán señalizaciones con letreros alusivos para la correcta disposición de los residuos. Dichos letreros deberán ser del tipo informativo y en los cuales se destacarán los siguientes aspectos:

- No depositar residuos de ninguna clase en cuerpos de agua.
- No dejar en el sitio del proyecto los residuos sólidos generados durante la obra.
- Los recipientes deberán estar perfectamente identificados con letreros para contribuir a la correcta disposición de los desechos de acuerdo con su naturaleza.

Será necesario colocar letreros educativos en el área de almacenamiento y manejo, indicando que deberán de seguir los trabajadores que hagan uso de estas sustancias.

2.4.1.4 Residuos peligrosos

Son considerados residuos peligrosos las estopas, trapos, papel o cartón impregnados con grasas, aceites gastados, gasolina o diésel, así como los envases que contienen dichas sustancias. El manejo de este tipo de residuos se realizará de conformidad con lo establecido en el plan de manejo de residuos del proyecto.

Con la finalidad de prever cualquier situación de riesgo por la disposición inadecuada de este tipo de residuos, se colocarán botes para el depósito exclusivo de dichos residuos, como trapos o estopas impregnados de grasas, aceites gastados, gasolina o diésel, mismos que serán entregados, periódicamente, a los servicios de transporte de residuos que cuenten con registro actualizado emitido por la SEMARNAT para realizar dicha actividad.

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

Debido a que la zona no cuenta con redes de drenaje municipal, el promovente instalará una planta de tratamiento de aguas residuales, a la cual se dirigirán todas residuales generadas por proyecto, y durante la construcción se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores y el responsable de la disposición final de los desechos será la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles.

Los residuos peligrosos serán resguardados temporalmente al interior del predio en el área de servicio para posteriormente ser entregados a una empresa que cuente con los permisos necesarios para disponer de ellos adecuadamente.



Representación gráfica de los recipientes para residuos a utilizar el proyecto.

2.4.2.1 Disposición final.

Se realizarán las gestiones ante el Municipio para solicitar los servicios de recolección por la unidad de transporte hasta los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales autorizados. En caso de no presentarse el servicio de forma habitual, se trasladarán los residuos por medios propios hasta el basurero municipal

3 VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.

El presente estudio que se pone a consideración de la Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en el Estado de Quintana Roo, corresponde a la Manifestación de impacto ambiental para la solicitud de autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos forestales en materia de impacto ambiental, para una superficie de 136,473 m² (13.6 has).

3.1 *CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS*

El fundamento constitucional regulatorio de la evaluación de impacto ambiental se establece en los siguientes artículos:

3.1.1 ARTÍCULO 4

“Establece el derecho de toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.”

3.1.2 ARTÍCULO 25

“Señala la competencia del estado de regir el desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable. Indica también bajo qué criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente”.

3.1.3 ARTÍCULO 27

“Establece que 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 adoptarán las medidas necesarias para preservar y restaurar el equilibrio ecológico”.

3.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de competencia Federal y se publicó en el Diario Oficial el 13 de diciembre de 2001.

El proyecto del presente Manifiesto de Impacto ambiental se fundamenta en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el Artículo 28° Fracción VII y en el Artículo 5° Incisos O), de su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

A su vez, el artículo 35 en su segundo párrafo indica que para las autorizaciones que se refieren en el artículo 28 de la LGEEPA, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento

ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define al Ordenamiento Ecológico del Territorio como el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el

aprovechamiento de los recursos naturales. Sin embargo, el sitio no se ubica dentro de los límites de ningún ordenamiento local.

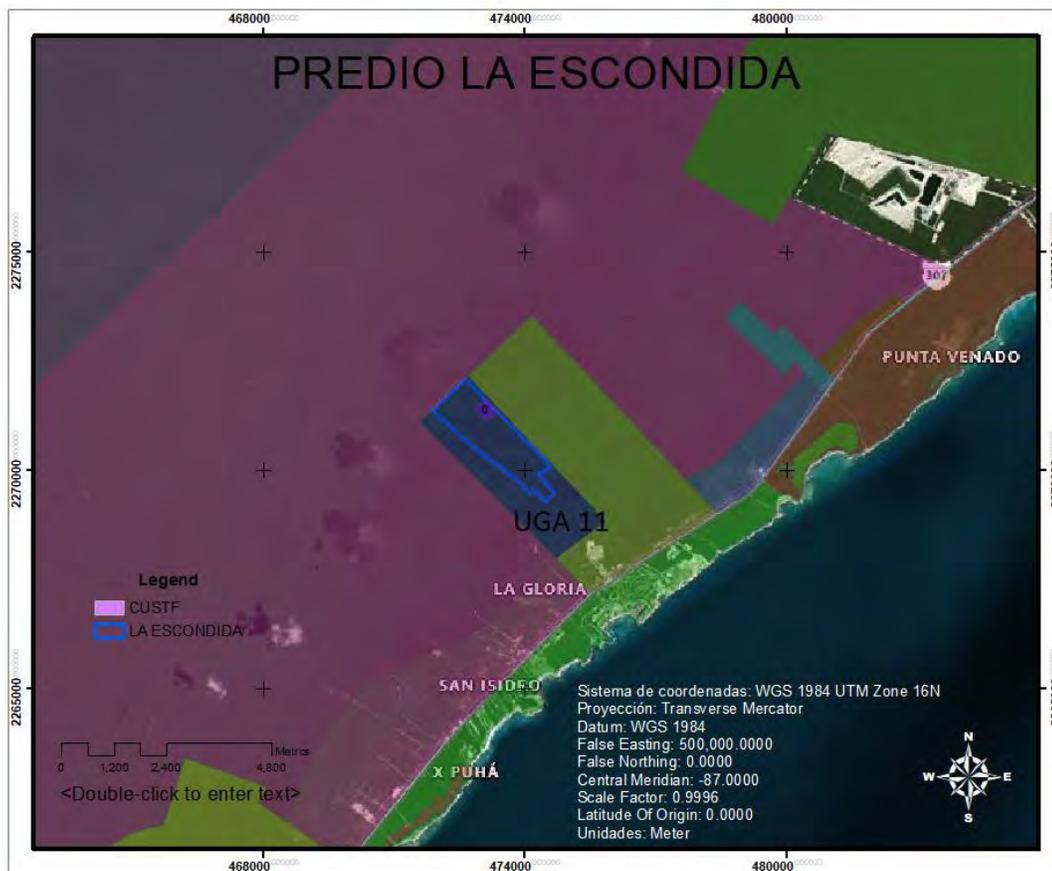
3.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, su cartografía disponible en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación Ambiental de SEMARNAT (SIGEIA), indica que el predio del proyecto incide en la **Unidad de Gestión Ambiental Regional 139 Solidaridad**. A su vez, el ordenamiento indica en su **Artículo Tercero**.- Conforme a los términos del “Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Por lo anterior la aplicación de los criterios y estrategias serán de observancia hasta en tanto sean publicados por los Órganos de Difusión en cada estado, en este caso el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo., con lo anterior se advierte que al momento para el proyecto el citado ordenamiento no es de observancia

3.3 *Planes de ordenamiento ecológico del territorio (POET).*

En el Municipio de SOLIDARIDAD se encuentra vigente el DECRETO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO, MEDIANTE EL CUAL SE ESTABLECE EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MÉXICO., publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 25 DE MAYO DE 2009.

En relación con los ordenamientos ecológicos, el sitio de interés en la Unida de Gestion Ambiental UGA- 11, DE NOMBRE RESERVA URBANA DE SOLIDARIDAD, con una política de Aprovechamiento Sustentable.



UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	11		
NOMBRE	RESERVA URBANA DE SOLIDARIDAD		
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento sustentable		
SUPERFICIE	5,094.18 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL	2.57 %

ESCENARIO INICIAL	<p>El acelerado desarrollo del centro urbano de Playa del Carmen requiere prever las tendencias de crecimiento de la ciudad, por ello se consideró viable la promoción de áreas de dotación urbana a futuro, con la finalidad de poder atender la creciente demanda viviendas por parte de los diferentes sectores de población y abatir el rezago habitacional de la zona, como lo establece el Programa Estatal de Desarrollo 2005-2011, con ciudades dignas que tengan un crecimiento ordenado.</p> <p>La carencia de vivienda genera inequidades sociales y propicia el surgimiento y proliferación de asentamientos humanos 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 de largo plazo 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 desarrolla de manera armónica, y acorde a lo establecido a los planes y programas propuestos. Los servicios urbanos se establecen 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	Urbano, reserva natural, equipamiento.
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agropecuario, turístico, agroforestal, agroindustrial, suburbano, ecoturístico, industrial, minería, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, marina.

CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	USO	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Urbano	24, 98.
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
	Equipamiento	32, 53, 54, 85, 86.

Clave	Crterios de Regulación Ecológica: Reserva Urbana de Solidaridad
Urbano	
CE-24	<p>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.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EL PROYECTO CONSISTE EN LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN UN PREDIO DE 272.9 HECTÁREAS, DE LAS CUALES SE SOLICITA LA AUTORIZACIÓN DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO EN UN SUPERFICIE DE 13.6 HECTÁREAS, QUE SERÁN DESTINADAS A OBRAS ASOCIADAS PARA EL DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL TREN MAYA, COMO LA OBTENCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS.</i></p>
CE-98	<p>Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EL PREDIO SERA DESTINADO AL EQUIPAMIENTO DE OBRAS ASOCIADAS EL TREN MAYA, NO CORRESPONDE AL APROVECHAMIENTO URBANO, SI EMBARGO SI AL EQUIPAMIENTO PARA EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER FEDERAL.</i></p>
Reserva Natural	
CE-07	<p>En la zona continental sólo se permite el establecimiento de caminos a base de materiales permeables y con anchura máxima de 6 m. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese.</p> <p><i>VINCULACIÓN: LOS CAMINOS DEL PROYECTO, PARA LA REALIZACIÓN DEL CAMBIO</i></p>

	<p><i>DE USOS DE SUELO POR LA REMOCIÓN DE VEGETACIÓN, SERÁN DEL SUELO NATURAL E3XISTENTE, NO SE CONSTRUIRÁN NINGUNO A BASE DE MATERIALES NI DE CONCRETO NI ASFALTADOS, SE EMPLEARAN LAS BRECHAS EXISTENTES PARA LA OBRAS Y ACTIVIDADES PARA EL CAMBIO DE USOS DE SUELO POR LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN.</i></p>
CE-16	<p>Se permite establecer 1 vivienda suburbana de tipo rural o agropecuario por predio, como apoyo a la actividad que se promueva.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EL PROYECTO CONSISTE EN LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN PARA EL CAMBIO DE USOS DE SUELO, QUE SERA DESTINADO A OBRAS ASOCIADAS AL DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DEL TREN MAYA. NO SE CONTEMPLAN VIVIENDA EN NINGUNA CIRCUNSTANCIA.</i></p>
CE-30	<p>La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 5 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EL PREDIO DEL PROYECTO TIENE UNA SUPERFICIE TOTAL DEL 272.9 HECTÁREAS, DE LAS CUALES SE SOLICITA EL CAMBIO DE USOS DE SUELO DEL 5% COMO SEÑALA EL CRITERIO, LO QUE REPRESENTA UNA SUPERFICIE DE 13.6 HA.</i></p>
CE-80	<p>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.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EN LA POLIGONAL DE 13.6 HA DESTINADA PARA EL CAMBIO DE USOS DE SUELO, NO EXISTEN CUEVAS, NI CENOTES QUE REQUIERAN UNA FRANJA DE PROTECCIÓN.</i></p> <p><i>EL PROGRAMA DE RESCATE DE ARBOLADO CONTEMPLA INSTALAR EL VIERO PROVISIONAL PARA EL ARBOLADO RETIRADO CON LAS CARACTERÍSTICAS SEÑALADAS EN EL CRITERIO.</i></p>

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><i>VINCULACIÓN: EN EL PREDIO LA VEGETACIÓN NATIVA SE CONSERVA, LA ZONA DESTINADA AL CAMBIO DE USOS DE SUELO CONTEMPLA EL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN DE ZONA QUE SENA AFECTADA POR LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO. DICHO PROGRAMA SE ANEXA AL PRESENTE ESTUDIO.</i></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><i>VINCULACIÓN: DURANTE LOS RECORRIDOS DE CAMPO EN LA SUPERFICIE DE 13.6 HA QUE SE SERA DESTINAD PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO, NO SE OBSERVARON CENOTES NI CUEVAS SON EMBARGO SE MANTENDRÁ LA OBSERVANCIA DEL CRITERIO EN CASO DE IDENTIFICAR DURANTE LA PREPARACIÓN DEL SITIO CUEVAS O CENOTES, Y SE CUMPLIRÁ CON LO SEÑALADO EN EL CRITERIO</i></p>
Equipamiento	
CE-32	<p>El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EL PROYECTO PARA LAS OBRAS ASOCIADAS PARA EL DESARROLLO</i></p>

	<p>DEL TREN MAYA (OBRA FEDERAL) REQUIERE DE 13.6 HECTÁREAS PARA SUS REALIZACIÓN, LO QUE CORRESPONDE LA 5% DE LA SUPERFICIE TOTAL DE 272.9 HECTÁREAS.</p>
CE-53	<p>Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.</p> <p>VINCULACIÓN: EL PROYECTO POR SUS CARACTERÍSTICAS DEL CAMBIO DE USOS DE SUELO PARA LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN, NO ES UNA ACTIVIDAD QUE REQUIERA DE N UA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, TODA VEZ QUE EN EL PROCESO NO SE GENERAN AGUAS RESIDUALES MAS QUE LAS DE ÍNDOLE FISIOLÓGICO, PARA LO CUAL SE INSTALARAN BAÑOS PORTÁTILES PARA LOS TRABAJADORES QUE REALIZARAN LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN. PARA EL CASO DEL MANTENIMIENTO DE LOS VEHÍCULO QUE SE EMPLEARAN, ESTE SE DARA EN EL CENTRO DE POBLACIÓN DE PUERTO AVENTURAS, CON ESTO SE EVITA LA GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL POR MANTENIMIENTO EN LA ZONA DEL PROYECTO.</p>
CE-54	<p>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.</p> <p>VINCULACIÓN: COMO SE INDICO EN EL CRITERIO ANTERIOR, EL PROYECTO NO REQUIERE DE LA INSTALACIÓN DE NINGUNA PLANTA DE TRATAMIENTO, EN EL CASO DE LOS BAÑO PORTÁTILES, LA EMPRESA ARRENDADORA ES LA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO Y EXTRACCIÓN DEL AGUA RESIDUAL GENERADA POR LOS TRABAJADORES DEL PROYECTO.</p>

CE-85	<p>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p> <p><i>VINCULACIÓN: EN EL PROYECTO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO, PARA OBRAS ASOCIADAS EL TREN MAYA, EN ESTE DISEÑO NO SE CONTEMPLAN NINGUNO DE LOS ELEMENTOS QUE EL CRITERIO SEÑALA, SIN EMBARGO, SE HARÁ OBSERVANCIA DEL CRITERIO EL MOMENTO DE DESTINAR ALGUNA SUPERFICIE PARA OBRA CIVILES.</i></p>
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><i>VINCULACIÓN: EL PREDIO DEL PROYECTO CON UNA SUPERFICIE DE 272.9 HECTÁREAS ESTA DESTINANDO A LA REMOCIÓN DE LA VEGETACIÓN PARA EL CAMBIO DE USOS DE SUELO UNA SUPERFICIE DE 13.6 HECTÁREAS. POR LO QUE SE MANTENDRÁN EN SU ESTADO NATURAL 259.3 HECTÁREAS DEL PREDIO.</i></p>

3.4 *Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.*

En el ámbito de las declaratorias de Área Natural Protegida, el predio en estudio no forma parte de algún Área Natural Protegida, ni colinda con alguna de éstas.



3.5 Normas Oficiales Mexicanas.

Durante el desarrollo del cambio de uso de suelo en terrenos forestales con el fin de poder desarrollar el proyecto, se llevará a cabo el seguimiento de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas.

Seguimiento de Normas Oficiales Mexicanas durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto
Aguas Residuales	
Norma Oficial Mexicana	Vinculación al Proyecto

<p>Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>Las excretas generadas por el personal de la construcción, primeramente serán depositadas en letrinas portátiles proporcionadas por empresa autorizada (una por cada 20 personas), para su posterior traslado a la planta de tratamiento de aguas negras más cercana, recayendo esta responsabilidad en el prestador del servicio.</p>
<p>Residuos Peligrosos y Municipales</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Para prevenir la contaminación del suelo por hidrocarburos, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se deberá realizar reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos.</p>
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</p>	<p>Por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas, así como, se pueden presentar fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final.</p>
<p>Protección de Especies</p>	

<p>Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección.</p>	<p>De acuerdo con la caracterización de la vegetación del predio, en el sitio se registra la presencia de tres especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, las palmas Chit (<i>Thrinax radiata</i>) la Palmita (<i>Zamia loddigesii</i>) y el Maculis amarillo (<i>Tabebuia chrysantha</i>), catalogados con el estatus de Amenazados. En relación con la fauna protegida, en el predio se registró la presencia de 4 especies protegidas por la citada Norma Ecológica: la Iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>), el loro de frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>), el pavo de monte (<i>Meleagris ocellata</i>) que se registró indirectamente a través de sus plumas y el tucán (<i>Ramphastos sulfuratus</i>), todas ellas se encuentran protegidas con la categoría de especie Amenazadas y protección especial.</p> <p>El presente proyecto, contempla la implementación de Programas de Rescate Ecológico de Flora y Fauna, con énfasis a las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT- 2010.</p>
<p>Contaminación por Ruido</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNATA-1994, Que establece los límites máximos de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por las presentes normas, además de que se ajustarán a los horarios permitidos.</p>
<p>Protección al Ambiente y Contaminación Atmosférica</p>	
<p>Norma Oficial Mexicana</p>	<p>Vinculación al Proyecto</p>
<p>Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999, Límites Máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Las emisiones de los vehículos automotores y maquinaria serán vertidas directamente a la atmósfera, por lo que se utilizaran vehículos, maquinaria y equipo con el sistema de escape y silenciadores en buenas condiciones de operación,</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Norma Oficial Mexicana, NOM-045-SEMARNAT-2006, Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. Establece los niveles máximos de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	así como, adecuada afinación de los motores de combustión interna por lo que las emisiones estarán debajo de los niveles máximos permisibles establecidos por las presentes normas.
Seguridad e Higiene Laboral	
Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.	Durante las diferentes etapas del proyecto, estas normas se considerarán por el promovente y los contratistas, como parte de las condiciones y medidas de seguridad en los frentes de trabajo.
Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2001, Relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	
Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2002, Señales y Avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.	

3.6 Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).

EL predio del proyecto se encuentra en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras, Municipio de Solidaridad 2011-2050, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo del 8 de abril del 2011). El uso que se identifica con la cartografía del instrumento urbano, corresponde a Zona de Crecimiento Urbano.

La zona está destinada para el crecimiento futuro de la ciudad, se ubica al poniente del futuro libramiento, se dejarán establecidos los equipamientos y servicios requeridos a lo largo del libramiento, así como los ejes de las vialidades con la finalidad de dar continuidad a estas, cuya sección corresponderá con la que se entronquen. Este polígono tiene una extensión de 520.87 hectáreas, de las cuales se designaron uso a 85.81 hectáreas quedando disponibles para el crecimiento 435.1 hectáreas. Al momento de la asignación de usos en esta zona, se

deberá tomar en cuenta el corredor hídrico intermunicipal y proteger las zonas de recarga de los acuíferos. Esta zona quedará sujeta a un Programa Parcial de Desarrollo Urbano cuando la Autoridad Municipal lo determine. Al momento de la elaboración del presente estudio, no existe un programa parcial de desarrollo urbano en la zona de crecimiento urbano.



La ubicación del predio del proyecto se ubica fuera de los límites del PDU-AVENTURAS

3.5 *Otros instrumentos que considerar son:*

3.7.1 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento.

La Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable en su Artículo 12 establece que son facultades de la Federación el expedir, por excepción, la autorización de cambio de uso del suelo de los terrenos forestales, así como controlar y vigilar el uso del suelo forestal.

Así mismo, en su Artículo 117 establece que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales cuando se demuestre que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo, lo cual se demuestra en el presente estudio (Capítulo IX y X).

Aunado a lo anterior, establece que las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Por su parte, el Artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece la información que deberán contener los estudios técnicos justificativos, la cual se presenta a través del presente estudio.

3.7.2 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En su Artículo 18 la LGVS establece que *“los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.”* El promovente cumple con este

mandato legal dado que ha establecido zonas de conservación en las que se asegura la salvaguarda de las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Al interior del predio, en los ecosistemas de Selva Mediana Subperennifolia, se registraron especies de flora y fauna en alguna categoría de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que el promovente no tiene interés de aprovechar más que como elementos del paisaje y para la reforestación de espacios verdes, y para las cuales se han diseñado estrategias que minimizarán el impacto sobre sus poblaciones, entre las que se incluyen las siguientes:

- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el rescate selectivo de la vegetación con énfasis en las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM- 059-SEMARNAT-2010. Los ejemplares rescatados se resguardarán en un vivero provisional y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados.
- Al interior de las áreas de aprovechamiento, en las zonas que no interfieran con el desplante de las obras proyectadas, se conservarán ejemplares de árboles y palmas adultos a fin de mantener lo más posible la estructura de la vegetación. Se reforestarán principalmente con especies de flora nativa procedente del rescate previo.
- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna silvestre a fin de minimizar la posibilidad de encuentro con las cuadrillas de trabajadores y la maquinaria y reducir el riesgo de afectación o daño. En los casos que así lo amerite se llevará a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares al interior del mismo predio.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El objetivo de este capítulo se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de sus principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

En este apartado se analizarán de manera integral los elementos del medio físico, biótico, social, económico y cultural, así como los diferentes usos de suelo y del agua que hay en el sitio de estudio. En dicho análisis se considerará la variabilidad estacional de los componentes ambientales, con el propósito de reflejar su comportamiento y sus tendencias. Las descripciones y análisis de los aspectos ambientales se apoyan en fotografías tomadas en el sitio de ubicación del proyecto. Por otra parte, en la delimitación del área de estudio se debe considerar lo señalado en el Artículo 35 de la LGEEPA, que establece que para la autorización de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de la LGEEPA, la SEMARNAT deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

En este sentido se recurrió a la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI, para determinar los límites de la Selva Mediana Subperennifolia que fue identificada en la caracterización del predio encontrando que ésta abarca mucho más allá de los límites del municipio e incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo.

4.1 *Delimitación del Sistema Ambiental*

Partiendo de las características propias del proyecto, objetivos, metas, alcances, así como de las particularidades del entorno natural, el Sistema Ambiental (SA) del proyecto será aquella zona de interacción de las obras y actividades con el medio natural existente. Y para poder determinar y delimitarlo se consideraron la recomendación que la SEMARNAT propone para definirlo de acuerdo al numeral 7.1 contenido en los “Lineamientos de aplicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental” de fecha 16 de agosto de 2013 con el oficio número SGPA/DGIRA/DG/5757:

7.1. Se considerará adecuada una delimitación del Sistema Ambiental (SA), que haya utilizado alguno o algunos de los siguientes criterios.

- *Unidades de Gestión Ambiental, para aquellos casos en los que el proyecto se ubique en una zona regulada por un Ordenamiento Ecológico del Territorio.*
- *Factores sociales, como poblaciones, municipios, etc.*
- *Usos del suelo y tipos de vegetación.*
- *Rasgos geomorfológicos.*
- *Cuenca y microcuenca.*
- *Usos de suelo permitido por algún tipo de plan de desarrollo Urbano.*
- *Combinación de los criterios antes señalados para concretar mejor las unidades ambientales propuesta.*

La delimitación del área de estudio comprende, todos aquellos elementos bióticos y abióticos que estarán en riesgo de recibir un impacto ambiental derivado de las actividades de, desplante, operación y abandono del proyecto, asimismo toma en cuenta la superficie de interacción entre estos elementos, conformando así, un sistema ambiental.

Dada la naturaleza del proyecto, el sistema ambiental definido permite obtener una visión objetiva de los posibles impactos sobre la biodiversidad, los suelos y el agua, elementos imprescindibles para el mantenimiento de la integridad funcional del ecosistema.

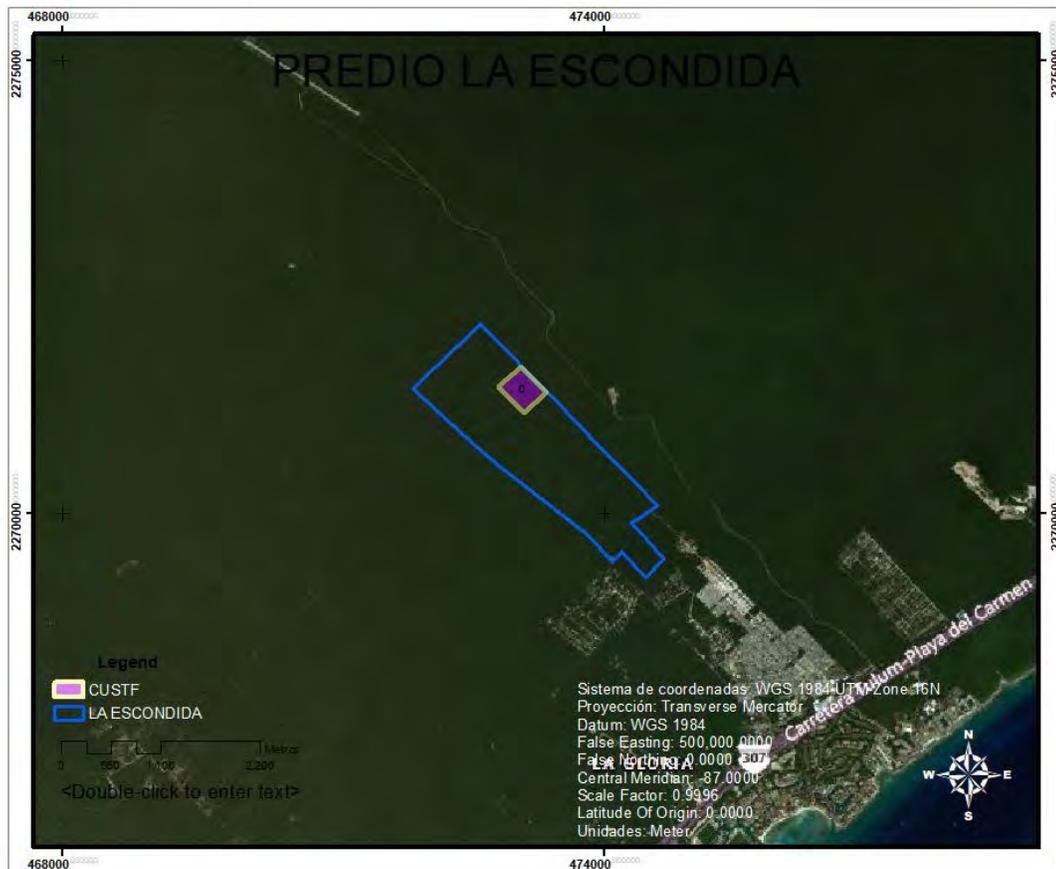
El proyecto pretende la operación de un banco de materiales pétreos, corresponde a un polígono regular que cuenta con una superficie total de 272.9 ha, ubicado en el Municipio de Solidaridad. La única vía de acceso al área de estudio entronca con la Carretera Federal No.307.

En primera instancia, se contempló la regionalización ambiental de cuencas hidrológicas propuesta por el Instituto Nacional de Ecología (INECOL), así como las generadas para el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FICOR), encontrando que el predio se ubica al Sur de la Región Hidrológica Yucatán Norte, sin embargo, los límites geográficos de esta, no son aptos para considerarlos como la delimitación del sistema ambiental, puesto que su extensión es considerablemente mayor a la superficie que ocupa el desplante del proyecto, por lo que los elementos ambientales con los que interactúan el proyecto, corresponden a un porcentaje mínimo respecto a la totalidad de elementos bióticos y abióticos de la región hidrológica, lo que provoca una percepción minimizada de los posibles impactos ambientales derivados de la construcción y operación del proyecto. A su vez el predio se ubica al Noreste de la microcuenca Sub-Cuenca RH32Aa, si bien, los elementos que conforman esta microcuenca presenta mayor homogeneidad, al encontrarse el predio en el límite Norte de la microcuenca, el desplante del proyecto, no sólo impacta a los elementos de esta, sino que también interactúa con los elementos de la microcuenca Tulum, con la cual colinda al Norte y, que en conjunto abarcan una superficie que no resulta apta para el análisis del sistema ambiental, dado que la superficie se extiende a zonas remotas que difícilmente se verían impactadas por el desplante del proyecto.

Así, el Sistema ambiental para la superficie de 13.6 hectáreas se definió considerando los límites del predio y sus colindancias y caminos existentes, que actúan como barreras físicas dado que interrumpen la continuidad de la vegetación y el flujo de fauna silvestre de la región. Este Sistema ambiental abarca la superficie de 272.9 hectáreas del predio y permite

establecer un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales. Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde se pretende establecer este proyecto son los siguientes:

1. La totalidad del predio y la superficie del 5% sujeta a cambio de uso del suelo.
2. El área de influencia directa de los impactos ambientales derivados de la remoción de la vegetación forestal.
3. El ambiente terrestre comprende un área cubierta con vegetación de selva mediana con vegetación secundaria arbórea y arbustiva.
4. La zona esta una reserva urbana del Programa de Desarrollo Urbano vigente.
6. No existe Área Natural Protegida en los límites del SA definido.



Delimitación espacial del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.

Las delimitaciones del sistema ambiental contemplan criterios a distinta escala: físicos, biológicos, sociales, económicos, y se contempla la integración total de los impactos ambientales previstos que se derivan de las actividades de cambio de uso del suelo para este proyecto. De acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación Serie VII de INEGI, las condiciones de la vegetación y los usos de suelo que prevalecen en este Sistema Ambiental, se describen en el siguiente mapa.

Mapa de tipos de vegetación existentes dentro del SA definido.

Gráfico de Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

La poligonal del lote para el proyecto tiene una superficie total de 2,729,469.596 m² (272.9 hectáreas), de las cuales se pretende el cambio de uso de suelo en 13.6 ha al interior del predio correspondiente al área donde se prevén los efectos directos e indirectos que conllevará el desarrollo de este proyecto. La vegetación de selva mediana subperennifolia ocupa la mayor parte de este sistema.



Mapa con los tipos de asociaciones vegetales al interior predio del proyecto.

La zona tiene destinado ZONA DE CRECIMIENTO URBANO un tipo de uso de suelo que sea contemplado en el instrumento de regulación Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Aventuras, Municipio de Solidaridad 2011-2050, sin embargo se indica que esta zona debe ser regulada por un programa parcial de desarrollo urbano, instrumento que no se encuentra publicado en la actualidad.

4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

La riqueza biológica y la diversidad de los ecosistemas terrestres constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que puede gozar la sociedad en general, la ubicación de este sistema ambiental con un relieve casi plano, característico de una plataforma de sedimentos calcáreos de origen marino, compuestos de calizas blandas conocidas como “sascab” y afloramientos de rocas calizas, muy duras denominadas como “laja”, que colinda con franjas costeras de sedimentos lacustres y litorales, constituyen el ámbito geográfico donde se desarrollan las comunidades de flora y fauna de este sistema ambiental. Los suelos son poco profundos y poco evolucionados en toda su superficie. La delgada capa fértil, rica en materia orgánica es fácilmente degradable y se trata de suelos pedregosos que dificultan la mecanización.

Sus características fisiográficas, a través de toda la superficie se presenta un clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias en verano, con temperaturas promedio de entre los 26-27 °C y presentando marcada sequía en la mitad caliente del año (canícula), en donde la curva calurosa asciende a partir de los meses de abril y mayo, con registros de entre 26 °C y 33 °C. Además de que debido a los vientos provenientes del océano Atlántico y mar Caribe, durante el verano la zona se ve afectada por tormentas tropicales y ciclones.

Parámetros ambientales de la cuenca RH32Aa donde se pretende la realización del proyecto.

Identificador en Base de Datos	458	
Clave de subcuenca compuesta	RH32Aa	
Clave de Región Hidrográfica	RH32	
Nombre de Región Hidrográfica	YUCATÁN (YUCATÁN)	NORTE

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Clave de Cuenca	A
Clave de Cuenca Compuesta	A
Nombre de Cuenca	QUINTANA ROO
Clave de Subcuenca	a
Nombre de Subcuenca	Quintana Roo
Tipo de Subcuenca	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)	MAR
Total de Descargas (drenaje principal)	9
Lugar a donde drena 2	-
Total de Descargas 2	0
Lugar a donde drena 3	-
Total de Descargas 3	0
Lugar a donde drena 4	-
Total de Descargas 4	0
Total de Descargas	9
Perímetro (km)	920.06
Área (km ²)	14372.29
Densidad de Drenaje	0.0048
Coefficiente de Compacidad	2.1642
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	52.08333333333333

Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	60
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	0
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	0.3
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	10
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	20
Longitud de Corriente Principal (m)	26691
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.041
Sinuosidad de Corriente Principal	2.34985995268132

Otra característica que, del sistema ambiental, es la falta de corrientes de agua superficial, toda vez que el subsuelo con un acuífero kárstico genera los flujos subterráneos de las zonas de mayor precipitación hacia las costas. Estas aguas afloran a lo largo de la franja litoral en esteros y lagunas costeras. Como parte del proceso de dilución de las rocas calcáreas se forman los cenotes, los bajos o poljes, así como grutas y grietas de conducción de agua subterránea en una matriz de difusión altamente sensible a la contaminación y la dispersión de contaminantes. De acuerdo a sus características fisicoquímicas, la calidad del agua subterránea dentro de la Subcuenca "d" es tolerable y, en general, es apta para su uso y para el consumo humano. Aunque en diversas áreas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas.

Una de las características que modelan el sistema ambiental de forma importante, son los fenómenos meteorológicos como tormentas tropicales, huracanes y "nortes", estos fenómenos tienen su formación ya sea en las aguas del mar Caribe, o bien, desde las del océano Atlántico; fenómenos que por sus dimensiones son imposibles de evitar. Este tipo de tormentas tropicales y los huracanes se presentan los meses de julio a noviembre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos, han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía

y la estructura de la vegetación costera. Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación.

La estructura que corresponde a vegetación de selva mediana subperennifolia presenta una dominancia de especies de mediana altura sin embargo en la actualidad las actividades humanas y naturales, presenta cierto grado de disturbio dejando grandes manchones debido al crecimiento de los asentamientos humanos y a la urbanización del área. Esta vegetación de selva se caracteriza por ser una comunidad muy densa, con especies abundancia de especies arbóreas, con alturas que van desde los 8 a 15 m para la selva mediana.

El Municipio de solidaridad se ha manifestado un gran crecimiento tanto de población como de área urbana donde se han asentado grandes proyectos como son los de educación, comercio de gran nivel y habitacionales. El crecimiento de la actividad turística que ha experimentado la zona y que habrá de continuar a futuro, seguirá causando por una parte una dinámica de crecimiento demográfico acelerado, donde se dificulta la dotación de servicios e infraestructura, y por otra, un desequilibrio regional de los asentamientos humanos respecto al desarrollo turístico. Así como de los servicios de transporte que aún son deficientes para los usuarios ya sean pobladores o turistas.

En este sistema ambiental existen grandes extensiones con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie VII del INEGI, es la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia ocupa la mayor parte de este sistema ambiental definido en este proyecto.

La fauna terrestre del municipio se estima en 351 especies, mientras que otras fuentes reportan 309 (PM ANP PNT, 2007). En el sistema ambiental se observaron 4 anfibios, 8 especies de reptiles, 56 especies de aves y 13 especies de mamíferos, por lo que para este registro se reportan en total en total 81 especies de vertebrados terrestres, de las cuales son

comunes en la zona y han sido reportadas con frecuencia en los estudios de fauna en la región.

Sin embargo con el desarrollo acelerado de la ciudad AVENTURAS y la migración impactan a la planeación de los asentamientos humanos y, por consiguiente, se observa un incremento de impactos negativos como: el comercio ambulante, erosión de costas, acumulación de basura, incremento de aguas grises y negras sin tratamiento, relleno de manglares, daños a los arrecifes, entre otras. Sin embargo, también existen impactos positivos, tales como las relaciones gobierno-inicitiva privada, derrama de capital, creación de empleos a diferentes niveles, generación de instrumentos y mecanismos normativos, así la ciudad de Tulum se ha convertido en imán que atrajo numerosas familias. El crecimiento poblacional acelerado ha dado evidencia de rebasar todas las expectativas y está generando un déficit en la infraestructura urbana, así como el rezago en la dotación de vivienda que a la fecha se han traducido en problemas ambientales que para ser acotados requieren de orden en el crecimiento urbano y el uso del suelo, así como del incremento en la infraestructura, y la necesidad de materias primas como los materiales de construcción.

4.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental.

La calidad ambiental del sistema de la cuenca donde se ubicará este proyecto, se describe en función de la evolución de la zona por asentamientos humanos, turísticos en las últimas décadas, y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, y los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia.

El clima es un componente ambiental de nivel regional, mismo que está determinado por las condiciones meteorológicas a largo plazo, y se considera que no será modificado por el desarrollo de este proyecto. Sin embargo, a una escala muy puntual (microclimática) las acciones del proyecto pudieran inducir muy ligeros cambios sobre la temperatura y el contenido de humedad, situación que se podrá dar de manera específica y puntual en las

áreas donde se modifiquen dos factores determinantes: la vegetación y la presencia de un suelo expuesto.

La vegetación predominante en el sistema ambiental de este proyecto, presenta características que corresponden con una vegetación de selva mediana subperennifolia madura y joven. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el Estado de Quintana Roo. Esta comunidad vegetal presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas. Se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje.

El predio se localiza fuera del centro de población, la zona de influencia del proyecto carece de centros comerciales, gasolineras, mercados y hospitales de alta especialidad.

Una vez delimitado el sistema ambiental, en el presente capítulo se procede a la caracterización del mismo, con el fin de aportar la información necesaria que permita llevar a cabo una evaluación objetiva y certera de los posibles impactos ambientales derivados del desplante del proyecto.

4.4 *Medio físico.*

4.4.1 *Clima y fenómenos meteorológicos*

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988), el sistema ambiental en donde se localiza el predio tiene la influencia de una sola unidad climática de acuerdo con la carta climática de INEGI, escala 1:1,000,000.

La unidad climática que incide sobre el predio es la unidad Aw2(x'), la cual presenta un clima cálido subhúmedo, siendo el más húmedo dentro de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2, precipitación media del mes más seco menor de 60 mm y temperatura media anual mayor a 22 °C. La precipitación media anual es de 500 mm a 2500 mm, en verano, las lluvias al son mayores al 10.2% de la precipitación media anual.

YHG



Mapa de unidades climática donde se inserta el proyecto.

4.4.1.1 Precipitación media anual

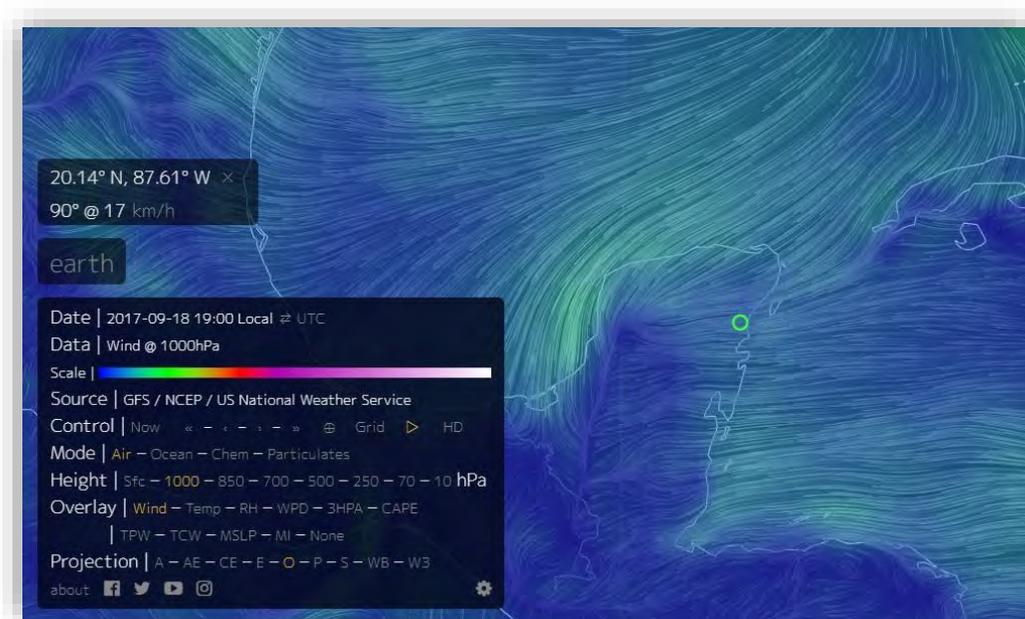
La precipitación media anual varía entre 700 y 1,500 mm de acuerdo con el mapa de isoyetas del INEGI10. El sistema ambiental, recibe una influencia importante de humedad proveniente del Mar Caribe, fenómeno que propicia rangos de precipitación entre 1,300 a 1,500 mm.

4.4.1.2 Vientos dominantes (dirección y velocidad) mensual y anual

En el sistema ambiental, al igual que en todo el Estado de Quintana Roo, se tiene la influencia de las masas de aire marítimo tropical que son transportadas por los vientos alisios del Caribe y del Atlántico. Los vientos dominantes tienen una dirección Este-Sureste (ESE), se presentan prácticamente todo el año y tienen velocidades entre 3 n/s y 4 n/s. En invierno, particularmente en los meses de octubre y Noviembre, los vientos disminuyen su velocidad y

cambian de dirección debido a la influencia de las masas polares que descienden desde el Ártico. Posterior a la temporada de febrero a Julio se hace evidente una mayor variabilidad en la dirección de los vientos dominantes oscilando entre los del Sureste y el Norte.

De acuerdo con datos obtenidos de 1987 a 1997 por la Comisión Nacional del Agua (1997), el promedio de velocidad anual del viento es de 4.55 n/s, presentándose las mayores velocidades en el mes de octubre con 20.1 n/s de velocidad promedio y las menores velocidades en el mes de abril, en el que el promedio de la velocidad es de 5 a 6 n/s.



4.4.1.3 *Humedad relativa*

En la zona, los valores medios de humedad van del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias presente. La temporada de lluvias dura poco más medio año, pues la temporada de secas únicamente incluye los meses de enero a Mayo.

4.4.1.4 *Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)*

En el sistema ambiental, la precipitación anual varía entre los 800 y los 1,500 mm, la temporada seca del año engloba de Noviembre a Abril, que se divide a su vez en dos subperíodos, uno que va de Noviembre a Febrero –época de Nortes-, ocasionado por masas de aire y nubes con vientos polares del Norte, con rachas violentas y temperaturas bajas; y

otra de franca sequía que comprende los meses restantes del año, es decir, de Febrero a Abril. La evaporación potencial media anual es de 1,336.7 mm, con una variación mensual entre 104.9 mm en diciembre a 192.9 mm en Mayo.

4.4.1.5 Posibilidad de fenómenos naturales

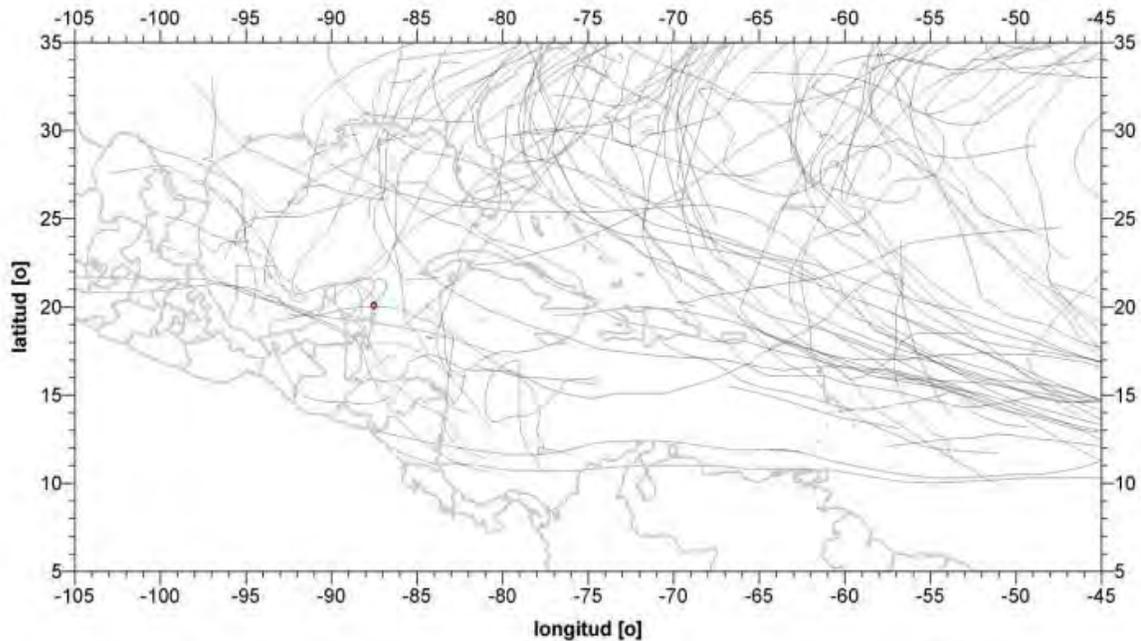
La totalidad de la Península de Yucatán, por su ubicación geográfica, se encuentra constantemente expuesta a fenómenos meteorológicos extremos de diferentes tipos, incluyendo huracanes, tormentas tropicales, “nortes” y suradas o “surestes”.

En los últimos 50 años se han originado 494 huracanes, de los cuales 21 han tocado tierra o han pasado en un radio de 100 Km de la costa de Quintana Roo (NOAA, 2007). La temporada de huracanes en la zona son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre, siendo septiembre el mes en el que se ha registrado el mayor número de ellos y los de mayor fuerza).

Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h).

Los huracanes más significativos que han afectado la zona de interés durante los últimos años son Gilberto en 1988; Opal y Roxanne en 1995, Emily y Wilma en 2005, Deán en 2007 e Ida en 2009.

Wilma es reconocido como el de más importancia que ha impactado las costas del Norte del Estado por sus efectos catastróficos sobre la industria turística y por los cambios sustanciales en la geomorfología costera, se ha registrado como el décimo ciclón tropical más intenso en todo el mundo. En el 2012, solamente el huracán Ernesto afecto la zona Sur de Quintana Roo.



Mapa 3e. Trayectorias de los ciclones tropicales que han pasado por el océano Atlántico, periodo 1991-2000

4.4.2 Geomorfología

De acuerdo con el levantamiento fisiográfico adoptado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2002), el área de estudio se localiza dentro de la provincia fisiográfica denominada como Península de Yucatán, la cual se encuentra dividida en tres subprovincias: 62 Carso Yucateco, 63 Carso y Lomeríos de Campeche y 64 Costa Baja de Quintana Roo, siendo la primera de ellas la correspondiente al predio en estudio. Esta subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste.

Cabe mencionar que dichas subprovincias están integradas por un sistema de topo formas, las cuales pueden variar desde sierras altas hasta llanuras costeras. La clase de sistema de topo forma más común en el área de interés es la llanura rocosa en asociación con lomeríos y fase de piso rocoso o cementado, la cual se extiende sobre el extremo noreste del Estado de Quintana Roo abarcando el corredor Cancún-Tulum.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

El predio de interés está situado sobre una formación de roca caliza del Cuaternario, Q(cz), unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, asignada al Mioceno Superior-Plioceno, formada por calizas microcristalizadas y de diferentes texturas: biomicrita, biospatita, ooespatita, oolítica o biocalcerenita, de facies de plataforma somera y color café claro, amarillo, rojo y blanco. Su estratificación no es claramente observable, aunque aparentemente es de estratos mediano y gruesos, de echado casi horizontal; está constituida por una calcirrudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos, además de foraminíferos, algas, corales y minerales como calcita diseminada, trazas de yeso y aragonito, calizas compactas y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas (INEGI, 2002).



4.4.2.1 Características geomorfológicas más importantes

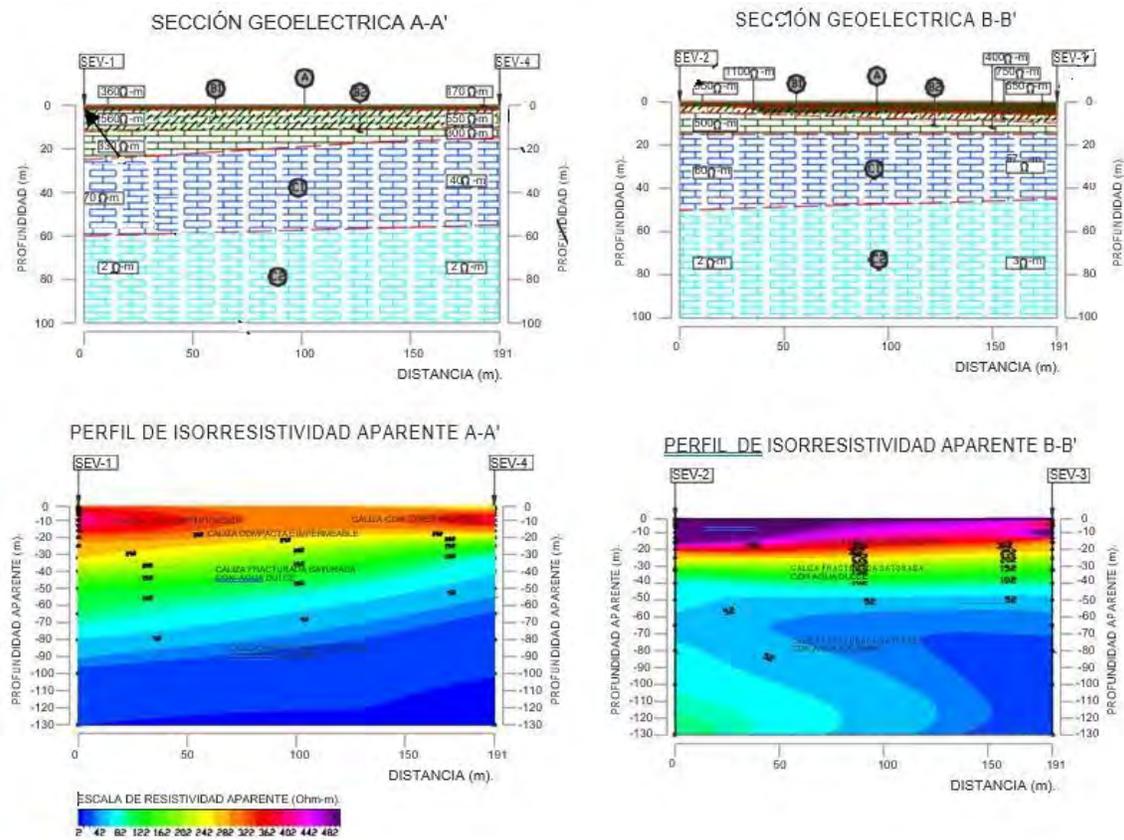
La parte Centro, Este y Norte del litoral inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestadas por la presencia de rasgos de disolución. Dolinas de acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie es modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como por la acumulación de abundantes depósitos de litoral, mitificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas.

De acuerdo con las características geomorfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

La zona de estudio se ubica en una zona perteneciente a una unidad geohidrológica de material consolidado con grandes posibilidades de funcionar como acuífero. El suelo está constituido por rocas calcáreas de textura boundstone, wackstone y grainstone, dispuestas en estratos que varían de delgados a gruesos, casi horizontales e intercalados con capas de coquina; su fracturamiento es moderado; su potencia inferida es de 200 m con gran contenido de fósiles. Se han formado cavernas por disolución que indican una permeabilidad secundaria alta. El acuífero formado en esta unidad es del tipo libre, se recarga por la infiltración del agua de lluvia y se explota por medio de norias, pozos y cenotes.

Con la finalidad de conocer la estructura del subsuelo donde se establecerá el proyecto se realizaron estudios de geofísica y geotecnia (EPYESA 2013), para lo cual se hicieron sondeos eléctricos verticales (SEV's), con base en los resultados obtenidos se determinó que la zona se encuentra libre de cuerpos de agua superficiales, así como de conductos de disolución como cuevas o ríos subterráneos superficiales. Se determinó con base en el perfil de isoresistividad que en la parte superior de la sección se pueden observar las tonalidades oscuras, en las que el color morado representa las calizas cársticas y las rojas la caliza compacta e impermeable. Las tonalidades verdes se correlacionan con las calizas fracturadas

saturadas de agua dulce, las cuales emplazan al acuífero regional y los tonos azules a las calizas fracturadas saturadas con agua salobre.



EXPLICACIÓN GENERAL:

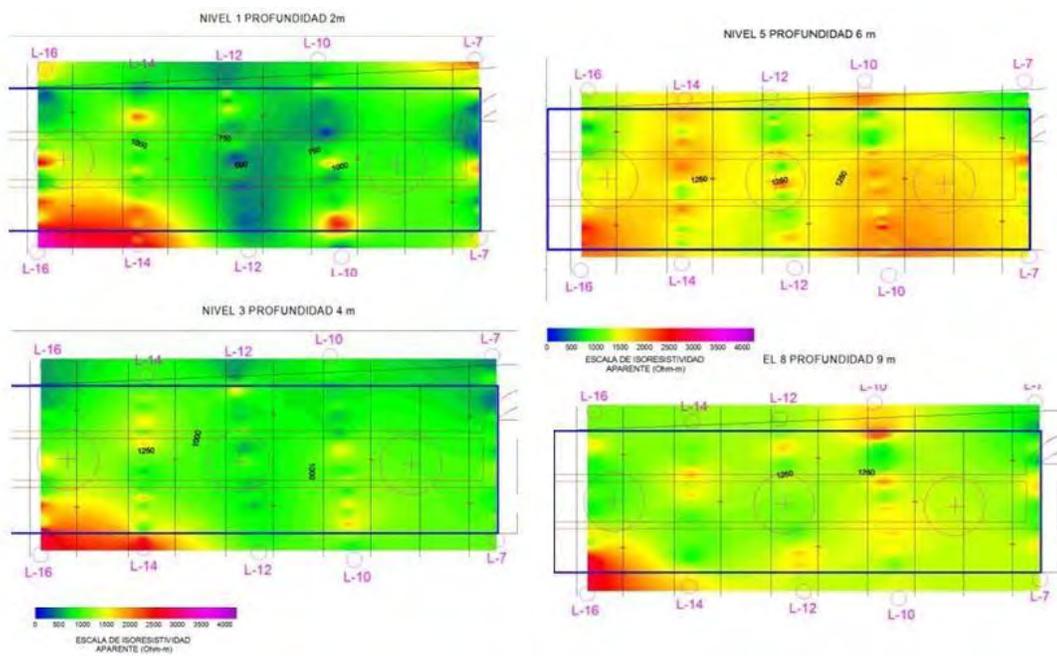
- (A)** RESISTIVIDADES DE 170 A 550 Ωm. SE CORRELACIONA CON LA CALIZA ALTERADA, DRENADA.
- (B1)** RESISTIVIDADES 550 A 1100 Ωm. SE ASOCIA CON UNA CALIZA CON CARSTIFICACIÓN DE PERMEABILIDAD MEDIA, DRENADA (SECO).
- (B2)** RESISTIVIDADES DE 300 A 500 Ωm. CORRESPONDE CON UNA CALIZA DE MENOR CARSTICIDAD DE BAJA PERMEABILIDAD Y DRENADO.
- (C1)** RESISTIVIDADES DE 40 A 100 Ωm. SE CORRELACIONAN CON UNA CALIZA FRACTURADA, SATURADA CON AGUA DULCE DE PERMEABILIDAD MEDIA.
- (C2)** RESISTIVIDADES DE 2 A 10 Ωm. SE CORRELACIONAN CON UNA CALIZA FRACTURADA, SATURADA CON AGUA SALOBRE DE PERMEABILIDAD MEDIA.

En cuanto a los resultados de las secciones geoelectricas se tiene que en el subsuelo del área en donde se pretende establecer el proyecto se identifican cuatro estratos de rocas calizas con las siguientes características: A) Estrato Calizo Alterado, B1) estrato calizo con carstificación, con permeabilidad media y drenado (seco), B2) Estrato calizo de baja carsticidad, baja permeabilidad y drenado (seco), C1) Caliza fracturada saturada con agua dulce, con permeabilidad media y C2) Caliza fracturada saturada con agua salada de permeabilidad media.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Con base en estos sondeos se tiene que el predio presenta dos o tres capas de roca caliza sobre el acuífero, y que estas capas de roca presentan un espesor que va de los 15 hasta los 22 m, sin la presencia de cavidades.

De manera complementaria y debido a la importancia de conocer las características estructurales del subsuelo donde se establecerá el proyecto, se realizaron además tomografías eléctricas que abarcan el ancho de la zona en donde se establecerán las diferentes estructuras del proyecto, en particular la zona en donde se establecerá la celda para residuos se mapeo con cinco tomografías eléctricas, posteriormente se realizó el procesamiento de los resultados para generar imágenes de cortes horizontales a diferentes profundidades que describen las características del subsuelo. A continuación, se presentan los cortes de cinco estratos a profundidades de 2, 4, 6, 9 metros. Se muestran los resultados procesados de las cinco mediciones realizadas en el área de estudio Estas mediciones indican que la zona en donde se pretende establecer la celda para residuos no presenta oquedades, ni cuevas que puedan representar un riesgo de desplome del subsuelo. En estos cortes se aprecia que la totalidad de la superficie no presenta cavidades, ni discontinuidades, sólo en la porción Suroeste se aprecia una sección con roca carstificada, seca y cuya afectación se reduce conforme se incrementa la profundidad.



4.4.2.2 Presencia de fallas y fracturas

En la porción este de la Península de Yucatán se ubica la Zona de Fallas de Oriente, la cual constituye una franja de 80 km de ancho y se extiende desde Cabo Catoche hasta Belice. Presenta rocas calcáreas afectadas por una serie de fallas y con orientación Nornordeste que han provocado la existencia de horst y gravens. En la zona costera el fracturamiento ha ocasionado canales de flujo preferencial de agua subterránea, a lo largo de los cuales existe una fuerte erosión química que da origen a la formación de caletas y lagunas costeras (Back, 1979).

Al Sureste del predio se ubica parte de la extensa falla de Holbox misma que corre en dirección Noreste hasta la isla del mismo nombre, y que constituye la falla más conspicua de la región. Esta falla no representa un riesgo para el proyecto, ya que no es una falla activa y se ubica a varios kilómetros de la zona por lo que no ocasiona falta de estabilidad del terreno.

4.4.2.3 Susceptibilidad de la zona a:

Sismicidad. Las características geológicas de la Península de Yucatán, donde el subsuelo es una losa compacta, aunada a su reciente formación, no dan lugar al reacomodamiento de las placas tectónicas por lo que es poco probable que ocurra algún movimiento sísmico en la zona.

Deslizamiento. Debido a la poca probabilidad de que se registren movimientos tectónicos en la Península, se considera poco probable que se presenten deslizamientos en la zona.

Derrumbes. Aunque existen derrumbes cuando la capa superior de las cavernas subterráneas cae por efecto de la disolución diferenciada de carbonatos, llamados también procesos cársticos, dichos movimientos ocurren esporádicamente y en superficies muy pequeñas, por lo cual no se pueden considerar propiamente como derrumbes.

Otros movimientos de tierra o de roca. Debido a la naturaleza alejada de la cordillera volcánica, que corre desde América del Norte hasta América del Sur, ya que dicha cordillera se

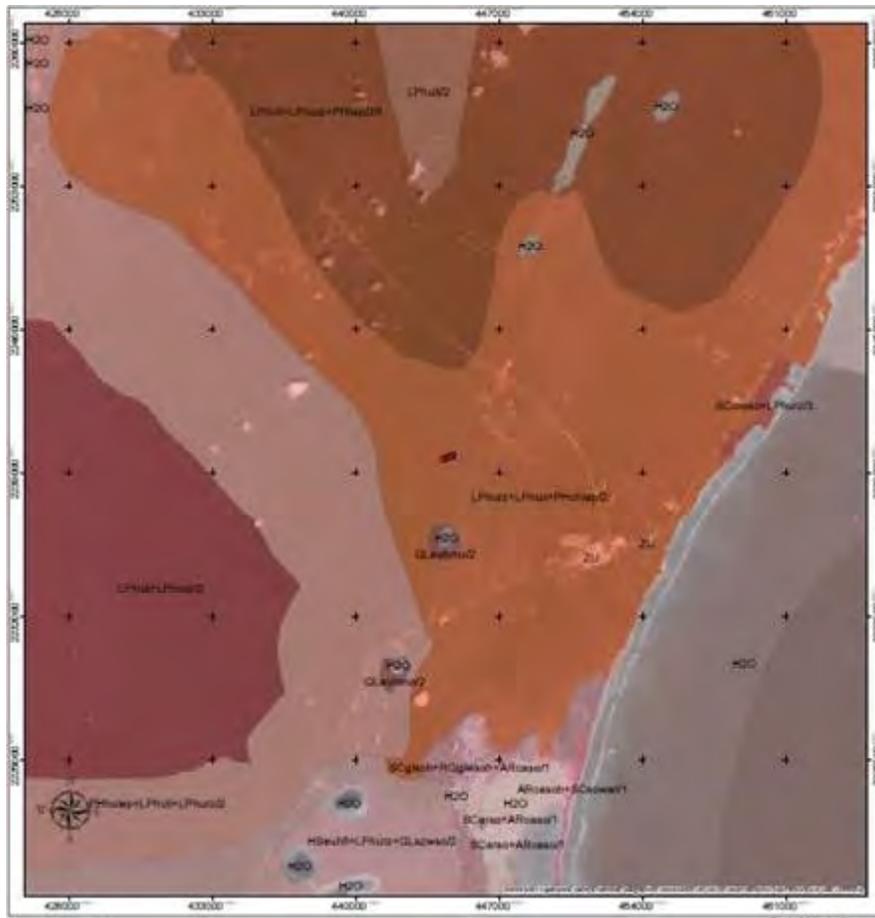
interrumpe precisamente en la península, por lo cual queda descartada la posibilidad de actividad volcánica.

4.4.3 Suelo

El Estado de Quintana Roo se ubica en un área que se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café, con abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca.

El conjunto de suelos presentes en el Estado se conforma por litosoles, rendzinas, gleysoles, luvisoles, vertisoles, solonchaks, regosoles y nitosoles. El suelo presente en el sistema ambiental está compuesto predominantemente por Rendzina.

Los suelos de tipo Rendzina, son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm-reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica de entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.



Tipos de suelos. El tipo de suelo en el área de estudio FUENTE: INEGI, Carta Edafológica, Escala 1: 250, 000.

4.4.4 Agua

4.4.4.1 Hidrología superficial

Como ocurre en casi toda la Península de Yucatán, el sistema ambiental no presenta corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el territorio que ocupa, así como su escaso relieve, con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundaciones por la presencia de pequeñas depresiones impermeables donde se forman las aguadas y humedales.

Las unidades de escurrimiento superficial que presenta incluyen rangos de 0 a 5 %, excepto las franjas costeras que varían con rangos de 5 a 10 % y de 10 a 20 %. En el sistema ambiental delimitado, el rango de escurrimiento es de 0 a 5%, en el cual no ocurren inundaciones debido a las características de permeabilidad del suelo.

4.4.4.2 Escurrimiento medio anual en el Sistema Ambiental

Con base a los datos obtenido de las Normales Climatológicas de la estación 23025 (Tulum), se registra una precipitación media anual de 1,099.3 mm para el periodo de 1981-201011. La Norma Oficial Mexicana NOM- 011-CNA-2000 establece las especificaciones, el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales y señala que los coeficientes de escurrimiento se determinan en base a los valores de "K" mostrados en la siguiente Tabla.

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Áreas desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo	0,24	0,28	0,30

Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Otros			
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Una vez obtenido el valor de K en base al tipo de suelo y vegetación presentes, el coeficiente de escurrimiento se calcula a través de las formulas de la Tabla siguiente.

Fórmulas para la obtención del coeficiente de escurrimiento. El cálculo se basa en los valores de K y la P, donde P es la precipitación media anual del área de estudio.

K: PARÁMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE SCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0,15	$Ce = K (P^* - 250) / 2000$
Si K es mayor que 0,15	$Ce = K (P^* - 250) / 2000 + (K - 0,15) / 1,5$

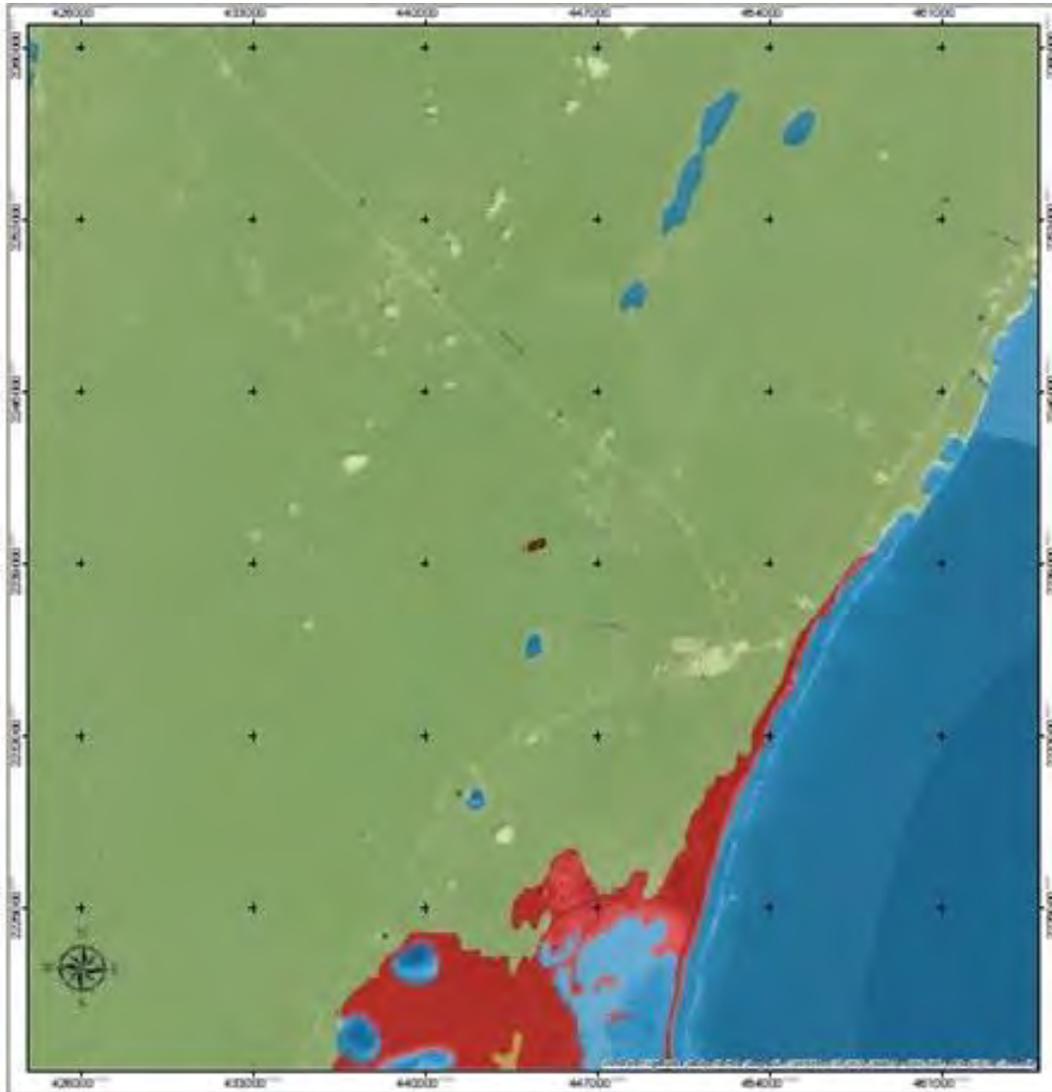
El coeficiente de escurrimiento posibilita calcular de forma sencilla el volumen de agua escurrida en el sistema ambiental. Para el sistema ambiental delimitado, se tiene un volumen de escurrimiento de 2,482,490.09 m³

Escurrencimiento medio anual en la cuenca y predio de estudio. Se muestra el escurrencimiento medio anual generado en el predio y en la cuenca de estudio con y sin el desmonte producido con el proyecto.

	SISTEMA AMBIENTAL SIN PROYECTO
Precipitación media	La estación meteorológica registra 1,099.3 mm/año
Tipo de suelo	Suelos permeables
K	0.07
Ce	0.029
Área (km ²)	75.97
Escurrencimiento anual (m ³)	2,482,490.09 m ³

4.4.4.3 *Hidrología subterránea*

El sistema ambiental se localiza al interior de la zona geohidrológica denominada Planicie interior cuya extensión equivale a 40.84 % del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).



Unidad geohidrológica. El área de estudio se encuentra en una zona con alta probabilidad de funcionar como acuífero. FUENTE: INEGI, Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas, Escala 1:250,000.

La unidad geohidrológica sobre la que se ubica el sistema ambiental está integrada por material consolidado con posibilidades altas de convertirse en acuífero, lo cual significa que la permeabilidad del suelo permite la infiltración de grandes volúmenes de agua, que originan la formación de un acuífero libre, con niveles estáticos someros de 0.5 a 20 m con una dirección de flujo subterráneo Noreste, Sureste hacia el litoral. Existe la posibilidad de intrusión salina, sin embargo, la calidad del agua es generalmente tolerable con un total de sólidos disueltos superior a 1,500 mg/l, con predominancia de la familia de agua sódica-clorurada.

4.4.5 Aire

4.4.6 Calidad del aire

La calidad del aire, además de ser afectada por factores climáticos y geográficos, tiene una relación directa con el volumen de los contaminantes emitidos a la atmósfera.

La Secretaría de Salud publicó las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) para evaluar la calidad del aire con respecto a:

Actualmente, se cuenta con una red nacional de monitoreo de contaminantes atmosféricos que abarca 52 zonas metropolitanas y poblaciones, desafortunadamente el Estado de Quintana Roo no cuenta aún con una unidad de monitoreo ambiental, por lo que faltan los registros correspondientes a las emisiones anuales generadas en la Cuenca de estudio.

4.5 *MEDIO BIOLÓGICO*

4.5.1 Vegetación

En el sistema ambiental, de acuerdo con la clasificación del INEGI, se presenta el tipo de vegetación correspondiente a la selva mediana subperennifolia, la cual ocupa una gran superficie dentro de la Península de Yucatán; cerca del sistema ambiental, siendo el tipo predominante, el de selva mediana subperennifolia.



Carta de uso de suelo y vegetación tomada de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (F1611), elaborada por el INEGI 2015, sobre la cual se sobrepone el predio en estudio (polígono en color rojo). La zona presenta Selva Mediana Subperennifolia (SMQ).

Selva mediana subperennifolia (SMQ). Este tipo de vegetación se distribuye en la totalidad del sistema ambiental, y en gran parte de la microcuenca, con excepción de las áreas inundables presentes principalmente en las zonas costeras. Actualmente este tipo de vegetación ha perdido una gran proporción de su cobertura, siendo que la mayor parte de su área de distribución se presenta como vegetación secundaria en fase arbórea de regeneración, debido generalmente a fenómenos meteorológicos y antrópicos como la incidencia de huracanes e incendios.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Este tipo de vegetación colinda principalmente con la Selva mediana subcaducifolia; otros límites importantes son con la vegetación acuática y manglares en las zonas inundables de las costas.

Actualmente son muy escasas las áreas de selva que poseen vegetación primaria o sin alteración. Generalmente las selvas más afectadas se concentran en regiones donde se practica agricultura nómada, ya que se acostumbra a desmontar y quemar la vegetación de forma consecutiva cada ciclo de siembra hasta que los rendimientos llegan a ser tan bajos que los terrenos son abandonados algunos años para después reanudar el ciclo.

Con relación a las familias con mayor número de especies reportadas para el Estado de Quintana Roo y que tienen representación en el sistema ambiental, en la Tabla XI se presenta un listado de las mismas, que incluye el número de especies por cada una de ellas.

Familias con mayor número de especies. Se enlistan las familias reportadas en Quintana Roo con el mayor número y porcentaje de especies con respecto al total de 1,257 reportadas para esta entidad. FUENTE: Sousa y Cabrera, 1983.

Familias con mayor número de especies		
Familias	Número de especies	1,257 especies en total (%)
Leguminosae	146	11.62
Gramineae	101	8.04
Compositae	89	7.08
Euphorbiaceae	71	5.65
Rubiaceae	43	3.42
Cyperaceae	38	3.02
Verbenaceae	37	2.94
Convolvulacea e	34	2.70

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Solanaceae	28	2.23
Familias con mayor número de especies		
Familias	Número de especies	1,257 especies en total (%)
Sapindaceae	27	2.14
Apocynaceae	26	2.07
Orchidaceae	24	1.91
Boraginaceae	24	1.91
Bignoniaceae	23	1.83
Palmae	18	1.43
Malpighiaceae	16	1.27
Acanthaceae	16	1.27
Myrtaceae	16	1.27
Bromeliaceae	16	1.27
Moraceae	16	1.27
Malvaceae	16	1.27
Schrophulariac eae	15	1.19
Cactaceae	14	1.11
Asclepiadacea e	14	1.11
Rutaceae	13	1.03
Total	881	70.06

Las tres primeras familias de la tabla anterior son, en general, de colonización más rápida que el resto y su predominancia a nivel de especies está dada tanto por factores antropogénicos

como climáticos. Las familias ausentes o con escasos representantes, son: Cyatheaceae, Gesneriaceae, Melastomataceae, Monimiaceae, Musaceae, Salicaceae, Vochysiaceae y Zingiberaceae. En general son familias de tendencia hidromórfica, las cuales tienden a estar en climas más húmedos. En el caso de las Salicaceae, su ausencia está ligada a la carencia de corrientes superficiales.

Esta riqueza florística a nivel de familias es relativamente baja. Esto es sin duda resultado de la poca diversidad en el ambiente físico, tanto climático, geológico- edáfico, como el poco relieve orográfico, además de la reciente emersión de la Península (Sousa M. y Cabrera E., 1983).

4.5.2 Fauna

Con respecto a la riqueza faunística, el sistema ambiental presenta fauna típica de la región Neotropical, de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE) está considerada dentro de la Provincia Yucatanense, ya que dicha provincia cubre todo el Estado de Quintana Roo (Barrera, 1982, citado en INE, 1996).

Los datos sobre la fauna en el sistema ambiental descritos a continuación, están basados en diversos estudios realizados dentro de su territorio, que incluyen Programas de Manejo y Conservación de Áreas Naturales Protegidas; fichas técnicas de las Regiones Hidrológicas Prioritarias y las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) elaboradas por la CONABIO, así como estudios diversos realizados por distintas instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Los datos que se presentan son generales y sólo se hace referencia a la fauna de mayor importancia, ya sea por tratarse de especies endémicas, de importancia ecológica (especies “bandera” y especies “sombrija”), o por encontrarse bajo algún estatus de protección de acuerdo con los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La fauna reportada en las regiones cercanas al área de estudio, se dividen en dos grandes grupos: invertebrados (fauna troglobia) y vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos),

tanto terrestres como acuáticos (continentales). Las especies con asterisco (*) poseen el estatus de endémicas.

4.5.2.1 *Invertebrados*

Crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, *Agostocaris bozanici**, *Janicea antiguensis*, *Somersiella sterreri*, *Parahippolyte sterreri* y *Yagerocaris cozumel**; el palemónido *Creaseria morleyi*; los anfípodos *Bahadzia setodactylus**, *B. bozanici**, *Hyaella azteca*, *Mayaweckelia cenotocola**, *Quadrivisio lutzi*, *Tuluweckelia cernua** y *Tulumella unidens*; los isópodos *Bahalana mayana** y *Creaseriella anops*; los decápodos *Typhlatya mitchelli*, *T. pearsei* y *Tulumella unidens*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops agilis*, *E. conrowae*, *Halicyclops caneki*, *Macrocyclops albidus*, *Mastigodiaptomus texensis*, *Mesocyclops edax*, *M. longisetus curvatus*, *M. reidae*, *Mesocyclops sp.*, *Paracyclops fimbriatus chiltoni*, *Schizopera tobac cubana*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*, *T. prasinus aff. aztequei*, *T. prasinus s.str.*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana*, *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Danielopolina mexicana**, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida* y *S. obtusata*; los cladóceros *Ceriodaphnia rigaudi* y *Echinisca rosea*; y finalmente el remípedo *Speleonectes tulumensis**, el termosbenáceo *Tulumella unidens** y el carideo *Procaris n. sp.**; los cuales habitan en cenotes y cuevas. En este grupo se incluye el merostomado conocido como cacerolita de mar (*Limulus polyphemus*).

4.5.2.2 *Vertebrados*

Peces continentales. En este grupo faunístico figuran especies como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílidos *Belonesox belizanus*, *Cyprinodon variegatus ssp*, *Gambusia yucatanica*,

Gambusia puncticulata ss, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia mexicana*, *P. orri*, *P. latipinna*, *P. velifera* spp* y *P. petenensis*; los carácidos, *Astyanax aeneus* y *Astyanax altior**; el bagre (*Rhamdia guatemalensis*), la brótula ciega (*Ogilbia pearsei*)*, la anguila americana (*Anguilla rostrata*), la anguila de cenote (*Ophisternon infernale*)* y las especies *Atherinella nov. sp.**, *Eleotris picta*, *Menidia colei*, *Megalops atlanticus*, *Fundulus grandissimus*, *F. persimilis*, *Synbranchus marmoratus* y *Syngnathus scovelli makaxi*.

Anfibios. De este grupo faunístico Lee (1980, 1996, 2000)¹⁴ reporta un total de 22 especies presentes en la Península de Yucatán, de las cuales aquellas que se distribuyen en el sistema ambiental, corresponden a ranas acuáticas, arborícolas y terrestres, principalmente *Hyla microcephala*, *Phrynohyas venulosa*, *Smilisca baudinii*, *Hypopachus variolosus*, la rana arborícola amarillenta (*Dendropsophus ebraccatus*) (Cedeño-Vázquez et al., 2006)¹⁵, la rana arborícola trompuda (*Scinax staufferi*), la rana de casco yucateca (*Tripurion petasatus*)*, la rana hojarasca (*Leptodactylus melanotus*), el termitero elegante (*Gastrophryne elegans*), la rana de Brown (*Lithobates brownorum*), así como el sapo verrugoso (*Chanus marinus*), el sapo común (*Cranopsis valliceps*), el sapo borracho (*Rhinophrynus dorsalis*); y salamandras como la salamanesca de Yucatán (*Bolitoglossa yucatanana*)*.

Reptiles. En el sistema ambiental se pueden encontrar reptiles de importancia particular como las tortugas terrestres y acuáticas (continentales) como la tortuga casquito (*Kinosternon scorpioides*), la tortuga mojina (*Rhinoclemmys areolata*), la jicotea (*Trachemys scripta*); así como cocodrilos (*Crocodylus acutus* y *C. moreletii*); todas ellas amenazadas o en peligro de extinción. También se encuentra representado el subgrupo de las víboras y culebras como la boa (*Boa constrictor*), la nauyaca (*Bothrops asper*), la cascabel (*Crotalus durissus*), la serpiente lora mexicana (*Leptophis mexicanus*), la bejuquilla (*Oxybelis aeneus*), la petatilla (*Drymobius margaritiferus*) y la guardacamino (*Conopsis lineatus*), entre otras; saurios como el garrobo (*Ctenosaura similis*) y la iguana verde (*Iguana iguana*); lagartijas como el huico rayado (*Cnemidophorus cozumela*), la lagartija escamosa (*Sceloporus cozumelae*); y geos como la salamanesca (*Phyllodactylus tuberculatus*).

Aves. Existen especies con estatus de protección dentro de la normatividad mexicana, como el pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), el loro yucateco (*Amazona xantholora*)*, la garza gigante (*Ardea herodias occidentalis*), el hocofaisán (*Crax rubra*), la garza *Egretta rufescens*, el jabirú (*Jabiru mycteria*), el flamenco (*Phoenicopterus ruber*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), la golondrina marina (*Sterna antillarum*), la paloma cabeza blanca (*Columba leucocephala*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el aguililla cangrejera (*Buteogallus anthracinus*), el tucán real (*Ramphastos sulfuratus*), el trepatroncos sepia (*Dendrocincla anabatina*), el cuitlacoche de Cozumel (*Toxostoma guttatum*)*, el vireo de Cozumel (*Vireo bairdi*)*, el carao (*Aramus guarauna*), *Oxyura dominica*, *Wilsonia citrina* y *Mycteria americana*.

Además de aves endémicas como la paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*)*, la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanica*)*, el mímido negro (*Dumetellaglabrirostris*)*, el troglodita yucateco (*Thryothorus albinucha*)*. También existen especies endémicas como la matraca yucateca (*Campylorhynchus yucatanicus*)*, la chara yucateca (*Cyanocorax yucatanicus*)*, el colibrí tijereta (*Doricha eliza*), el bolsero yucateco (*Icterus auratus*), el copetón yucateco (*Myiarchus yucatanensis*) y el vireo yucateco (*Vireo magister*).

Mamíferos. De este grupo faunístico existen especies comunes como el coatí (*Nasua narica nelsoni*), el mapache (*Procyon lotor*), el tlacuache común (*Didelphys virginianus* y *D. marsupialis*), el armadillo de nueve bandas (*Dasybus novemcintus*), el conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), la ardilla gris (*Sciurus yucatanensis*), la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), el coyote (*Canis latrans*), la martucha (*Potos flavus*) y el tzereque (*Dasyprocta punctata*). Especies amenazadas como el mono aullador (*Alouatta pigra*), el mono araña (*Ateles geoffroyi*), el cacomiztle (*Bassariscus sumichrasti*), el tlacuachillo dorado (*Caluromys derbianus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el temazate (*Mazama americana*), el grisón (*Galictis vittata*), el tapir (*Tapirus bairdii*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el leoncillo (*Herpailurus yaguarondi*), el puerco espín (*Coendu mexicanus*) y el manatí (*Trichechus manatus*), las cuales se encuentran amenazadas por lo reducido y aislado de sus hábitats. También existen especies de interés comercial como el venado

cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el venado temazate (*Mazama americana*) y el pecarí de collar (*Tayassu tajacu*). Entre las principales especies nocturnas se encuentran los murciélagos, principalmente de los géneros *Artibeus*, *Centurio* y *Carollia*. Existen especies endémicas como *Peromyscus leucopus*, *P. yucatanicus* y el ratón de Cozumel (*Reithrodontomys spectabilis*).

Las especies más representativas de fauna registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, presentes en la Cuenca Hidrológica 32A Quintana Roo, dentro de la cual se ubica el sistema ambiental, se indican en la Tabla XII, en la que se incluye la categoría de riesgo en la que se encuentran clasificadas.

Especies de fauna incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT- 2010. Se presenta el listado taxonómico de las especies incluidas en esta Norma que tienen representación en la Cuenca. FUENTE:

Programa de Conservación y Manejo del Parque Nacional Tulum (2007).

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059
Iguanidae	Iguana iguana	Iguana verde	Protección especial
Boidae	Boa constrictor	Boa	Amenazada
Accipitridae	Buteogallus anthracinus	Aguililla cangrejera	Protección especial
Ardeidae	Tigrisoma mexicanum	Garza tigre	Protección especial
	Egreta rufescens	Garceta rojiza	Protección especial
Cathartidae	Sarcoramphus papa	Zopilote rey	Peligro de extinción
Charadriidae	Charadrius melodus	Chorlo chiflador	Peligro de extinción
Ciconiidae	Jabiru mycteria	Cigüeña jabiru	Peligro de extinción

	Mycteria americana	Cigüeña americana	Protección especial
Columbidae	Columba leucocephala	Paloma cabeza blanca	Amenazada
	Zenaida aurita	Paloma	Protección
Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría en la NOM-059
			especial
Cracidae	Crax rubra	Ocofaisán	Amenazada
Dendrocolap tidae	Dendrocincla anabatina	Trepatroncos alileonado	Protección especial
Falconidae	Falco peregrinus	Halcón peregrino	Protección especial
Laridae	Sterna antillarum	Golondrina marina	Peligro de extinción
Mimidae	Toxostoma guttatum	Cuitlacoche de Cozumel	Peligro de extinción
Phasianidae	Meleagris ocellata	Pavo ocelado	Amenazada
Phoenicopte ridae	Phoenicopterus ruber	Flamenco	Amenazada
Psittacidae	Amazona xantholora	Loro yucateco	Protección especial
Ramphastid ae	Ramphastos sulfuratus	Tucán pico multicolor	Amenazada
Vireonidae	Vireo bairdi	Vireo de Cozumel	Amenazada
	Vireo griseus	Vireo ojo blanco	Amenazada
Felidae	Leopardus pardalis	Ocelote	Peligro de extinción

	Leopardus wiedii	Tigrillo	Peligro de extinción
	Herpailurus yagouarondi	Jaguarundi	Amenazada
Cebidae	Ateles geoffroyi	Mono araña	Peligro de extinción
Erethizontidae	Coendu mexicanus	Puerco espín	Amenazada
Myrmecophagidae	Tamandua mexicana	Oso hormiguero, tamandua	Peligro de extinción
Didelphidae	Caluromys derbianus	Tlacuache arborícola	Protección especial
Soricidae	Cryptotis nigrescens	Musaraña orejillas pardas	Protección especial

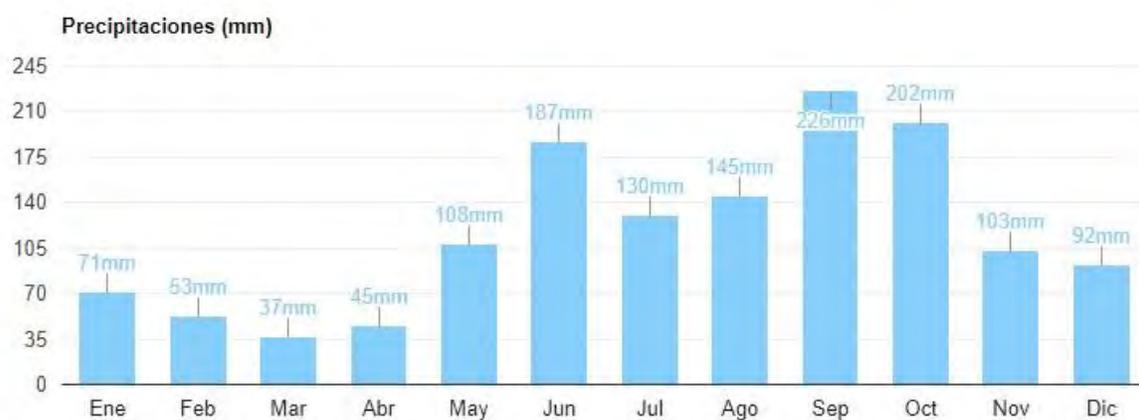
4.6 *Diagnóstico Ambiental del sitio del proyecto*

4.6.1 CLIMA

La región donde se ubica el predio, presenta un clima cálido subhúmedo Aw2(x'): siendo el de humedad media dentro de los subhúmedos, con régimen de lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2, precipitación media del mes más seco menor de 60 mm y temperatura media anual mayor a 22 °C¹⁶.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (CNA) estación 23025 Tulum para el período comprendido de 1981-2010, las temperaturas más bajas se registraron entre los meses de Noviembre a Febrero y las más altas de Mayo a Septiembre. La temperatura media anual es de 25.7 °C, en tanto que la media del mes más frío es 23.3 °C (Enero) y la temperatura media de los meses más cálidos es de 27.1 °C (Junio y Julio), por lo que la oscilación térmica es de 3.8.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular



4.6.2 SUELO

En el predio sólo se encuentran suelos de tipo Litosol, este tipo de suelo presenta abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea, con profundidades menores de 10 cm, limitada por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido. Su fragilidad natural y la

susceptibilidad a la erosión son muy variables y varían en color de pardo claro a casi negro. Este tipo de suelo presenta fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y su abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de plantas cultivadas; sin embargo, presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas.

El suelo presente en el área de estudio corresponden a la asociación litosol como suelo predominante más rendzina en menor cantidad y de clase textural media (I+E/2, asociación Tzekel-Kankab), esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino.

Litosoles (I, Tzek'el, maya). Este tipo de suelo presenta abundante pedregosidad o afloramiento de la coraza calcárea, con profundidades menores de 10 cm, limitada por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido. Su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables y varían en color de café claro a casi negro. Este tipo de suelo presenta fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues su escaso espesor y su abundante pedregosidad afectan el crecimiento de las raíces de plantas cultivadas; sin embargo, presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas.

Rendzinas (E, Pus Lu'um, maya). Son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm– reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica de entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

4.6.3 Erosión potencial del suelo en el predio

La erosión potencial corresponde con aquella que se presentaría en una parcela determinada bajo el supuesto de que su suelo se mantuviera completamente desnudo, sin ninguna protección vegetal, en barbecho continuo así como bajo los efectos directos de la lluvia y viento. Así entonces, la erosión potencial representa la máxima cantidad del suelo que se

puede perder en un terreno con una pendiente determinada, suponiendo que no existieran prácticas de conservación de suelos, así como ninguna cubierta vegetal sobre el terreno que pudiera contribuir con los procesos de retención de suelo (SARH, 1993). Cálculo del valor de los factores de la EUPS para las condiciones presentes en el sitio del proyecto.

En la literatura existen numerosos procedimientos que han sido propuestos para estimar la pérdida de suelo que se origina por la realización de prácticas antropogénicas. No obstante, es quizá la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), o USLE por siglas en inglés (Universal Soil Loss Equation), la de mayor aceptación. Dicha ecuación fue formulada inicialmente por Wischmeier y Smith en 1962, y publicada posteriormente en su forma definitiva en el Manual 534 del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Wischmeier y Smith, 1978); esta última publicación ha tenido una gran aceptación y difusión en distintos países a nivel mundial con problemas de erosión.

Básicamente, la EUPS estima la pérdida de suelo anual, como valor promedio de un período representativo en años, que se producen en una parcela o superficie de terreno debido a factores tales como, la erosión superficial, laminar y en regueros; esto último, ante unas determinadas condiciones de clima, tipos de suelo, relieve, vegetación y usos de suelo.

La hipótesis de partida de la EUPS, considera a la precipitación como el principal agente activo de la erosión superficial, de tal forma que establece que la pérdida de suelo anual es directamente proporcional al índice de erosividad de las lluvias, el cual se relaciona con la energía cinética de cada aguacero y su intensidad máxima.

Las mismas condiciones de erosividad de las lluvias pueden producir erosiones diferentes según las características del suelo sobre el que actúan. Así se reconocen una serie de características del propio suelo que determinan su erosionabilidad o vulnerabilidad a la erosión, tales como textura, estructura, contenido de materia orgánica y permeabilidad.

A su vez, un mismo suelo, expuesto a la acción de las mismas lluvias, sufre intensidades de erosión distintas según se encuentre en la parte alta, media o baja de la ladera, y según sea la pendiente de dicha ladera (efecto de relieve). Finalmente, la erosión resultante también varía también en función del tipo de vegetación que protege al suelo, las prácticas de cultivo o de

aprovechamiento de dicha vegetación, y su disposición con respecto a la pendiente de la ladera.

El relieve y cubierta vegetal son los que matizan la acción erosiva de las lluvias sobre el potencial erosivo de cada suelo, dando por resultado tasas de erosión diferenciales según sea el caso; así entonces dichas tasas pueden evaluarse a través de la estimulación del efecto de cada uno de los factores en comento.

Con base en lo anterior, para efecto de presentar un estimado de las pérdidas de suelo anual que pudieran presentarse al interior del sitio del proyecto, se tomó como marco de referencia la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), en su adaptación a las condiciones de México (Figuroa, 1991), la cual corresponde con la siguiente:

$$A = R * K * LS * C * P$$

Donde:

A = Es el promedio anual de pérdida de suelo (ton/ha/año)

R = Es el factor de erosividad de la lluvia (MJ*mm/ha*hr*año) K = Es el factor de erosionabilidad del suelo (ton/hr/MJ*mm) L = Es el factor de longitud de la pendiente (Adimensional)

S = Es el factor de grado de la pendiente (Adimensional)

C = Es el factor de manejo de cultivos (Adimensional)

P = Es el factor de prácticas mecánicas de control de erosión (Adimensional)

4.6.4 Cálculo del factor de erosividad de la lluvia, R

La erosión de la lluvia, definida como la capacidad potencial de esta para causar erosión, es medida a través de los índices de erosividad. Entre los índices más importantes, así como de una amplia aplicación geográfica, se encuentra el EI₃₀ propuesto por

Wischmeier (1959). El índice en comento mide el efecto en qué la erosión por salpicamiento y la turbulencia del flujo, se combinan con el escurrimiento para remover del terreno las partículas del suelo separadas por dicho flujo. El índice EI_{30} , se define como el producto de la energía cinética total de la lluvia, por la intensidad máxima de lluvia en 30 minutos (I_{30}), tal y como se presenta a continuación:

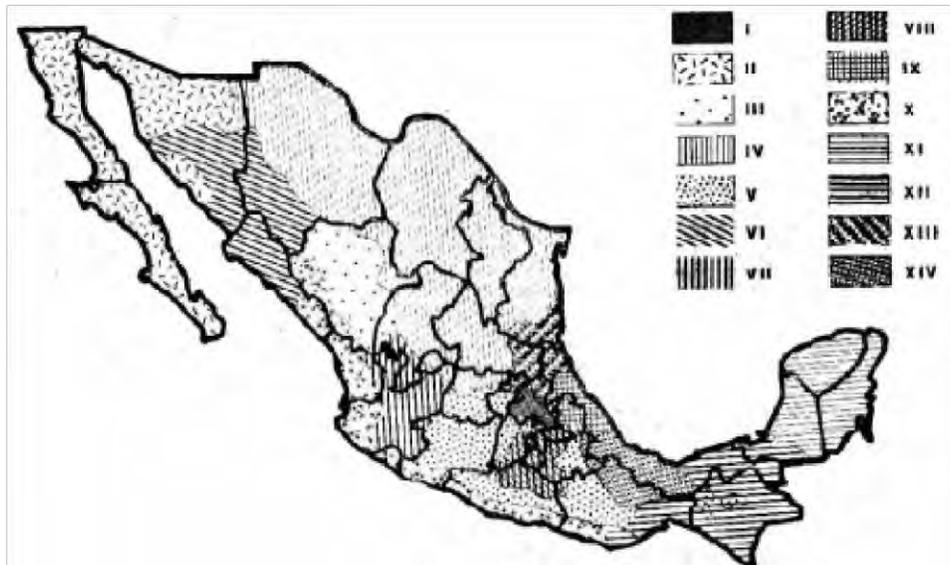
$$EI_{30} = (E)(I_{30}). \quad \text{Donde:}$$

EI_{30} = es el índice de erosividad para un evento (MJ/mm/ha/hr)

E = es la energía cinética total de la lluvia (MJ/ha)

I_{30} = es la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos (mm/hr).

Para el caso de México, Cortés (1991), preparó un mapa de isoerosividad, el cual se desarrolló con base en la regionalización de los datos de lluvia de 53 estaciones meteorológicas. De esta manera, Cortés (1991), formó 14 regiones diferentes en México de erosividad de la lluvia.



Mapa de regiones de erosividad de la lluvia en México (Cortés, 1991).

Además, el autor apenas referido, generó mediante un análisis de regresión, ecuaciones que permiten la estimación del factor de la UEPS, en función de la lluvia anual para cada una de las

regiones. Al respecto, en el sitio del proyecto, se localizan, al interior de la región XI, cuya ecuación para estimar el factor de R (EI30), corresponde con la siguiente:

Región	Ecuación
XI	$Y=3.7745 X + 0.0004540 X^2$

Donde:

Y = Intensidad máxima anual de la lluvia en 30 minutos (MJ mm/ha hr)

X = Lluvia anual en milímetros

Para la aplicación de la fórmula anterior, se consideró el promedio normal anual de la estación climática No. 23025 (Tulum) establecida por el Servicio Meteorológico Nacional en el municipio de Tulum, Q. Roo (coordenadas latitud: 20°13'32" N; longitud 087°27'29" W; altitud 10 msnm). Dicha estación presenta una precipitación anual de 1,099.3 mm.

De la aplicación de la fórmula anterior, resulta que el valor de R para la zona donde se localiza el sitio del proyecto ,, es de 4,697.95 MJ mm/ha hr.

4.6.5 Cálculo de la erosionabilidad de los suelos, K

Algunas de las propiedades de los suelos utilizadas para establecer estimados de su potencial de erosionabilidad corresponden con la distribución del tamaño de las partículas primarias, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, los óxidos de hierro y aluminio, las uniones electroquímicas así como el contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado (Wischmieer et al 1971, Grissinger 1966, Rómkens et al 1977 y Partheniades 1972).

Muchos han sido los intentos por encontrar un índice de erosionabilidad basado en propiedades del suelo determinados en el campo o en el laboratorio, sin embargo, el método más comúnmente usado es el valor de K. El valor de K representa la susceptibilidad del suelo a la erosión hídrica, y su valor depende del contenido de materia orgánica, textura superficial, estructura del suelo y permeabilidad.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

La FAO (1980) asocia un valor de K a cada unidad de suelo considerando la textura superficial de ésta (gruesa, media y fina

Valor de la erosionabilidad en función de la unidad de suelo y su textura (ton.ha.hr/ha.MJ.mm).

ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
A	0.026	0.04	0.013	Lo	0.026	0.04	0.013
Ar	0.013	0.02	0.007	Lp	0.053	0.079	0.026
Ag	0.026	0.04	0.013	Lv	0.053	0.079	0.026
Ah	0.013	0.02	0.007	M(a,g)	0.026	0.04	0.013
Ao	0.026	0.04	0.013	N(a,g)	0.013	0.02	0.007
Ap	0.053	0.079	0.026	O(d,ex)	0.013	0.02	0.007
B	0.026	0.04	0.013	P	0.053	0.079	0.026
Bc	0.026	0.04	0.013	Pf	0.053	0.079	0.026
Bd	0.026	0.04	0.013	Pg	0.053	0.079	0.026
Be	0.026	0.04	0.013	Ph	0.026	0.04	0.013
Bf	0.013	0.02	0.007	Pi	0.026	0.04	0.013
Bg	0.026	0.04	0.013	Po	0.053	0.079	0.026
Bh	0.013	0.02	0.007	Pp	0.53	0.079	0.026
Bk	0.026	0.04	0.013	Q(a,c,f,l)	0.013	0.02	0.007
Bv	0.053	0.079	0.026	R	0.026	0.04	0.013
Bx	0.053	0.079	0.026	Re	0.026	0.04	0.013
C(g,h,k,l)	0.013	0.02	0.007	Rc	0.013	0.02	0.007
D(d,e,g)	0.053	0.079	0.026	Rd	0.026	0.04	0.013
E	0.013	0.02	0.007	Rx	0.053	0.079	0.026
F(a,h,o,p,r, x)	0.013	0.02	0.007	S	0.053	0.079	0.026

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

G	0.026	0.04	0.013	Sg	0.053	0.079	0.026
Gc	0.013	0.02	0.007	Sm	0.026	0.04	0.013
Gd	0.026	0.004	0.013	So	0.053	0.079	0.026
Ge	0.026	0.04	0.013	T	0.026	0.04	0.013
Gh	0.013	0.02	0.007	Th	0.013	0.02	0.007
Gm	0.013	0.02	0.007	Tm	0.013	0.02	0.007
Gp	0.053	0.0079	0.0026	To	0.026	0.04	0.013
Gx	0.053	0.079	0.026	Tv	0.026	0.04	0.013
Gv	0.053	0.079	0.026	U	0.013	0.02	0.007
ORDEN	TEXTURA			ORDEN	TEXTURA		
	G	M	F		G	M	F
H(c,g,h,l)	0.013	0.02	0.007	V(c,p)	0.053	0.079	0.026
I	0.013	0.02	0.007	W	0.053	0.79	0.0026
J	0.026	0.04	0.013	Wd	0.053	0.079	0.0026
Jc	0.013	0.02	0.007	We	0.053	0.079	0.0026
Jd	0.026	0.04	0.013	Wh	0.026	0.04	0.013
Je	0.026	0.04	0.013	Wm	0.026	0.04	0.013
Jt	0.053	0.079	0.026	Ws	0.053	0.079	0.026
Jp	0.053	0.079	0.026	Wx	0.053	0.079	0.026
K(h,k,l)	0.026	0.04	0.013	X(h,k,l,y)	0.053	0.079	0.026
L	0.026	0.04	0.013	Y(h,k,l,y ,t)	0.053	0.079	0.026
La	0.053	0.079	0.026	Z	0.026	0.04	0.013
Lc	0.026	0.04	0.013	Zg	0.026	0.04	0.013
Lf	0.013	0.02	0.007	Zm	0.013	0.02	0.007
Lg	0.026	0.04	0.013	Zo	0.026	0.04	0.013
Lk	0.026	0.04	0.013	Zt	0.053	0.079	0.026

NOTA: Textura Gruesa (G) Menor de 18% de arcilla y mayor de 65% de arena. Textura Media (M)

Menor de 35% de arcilla y menor de 65% de arena o menor de 18% de arcilla y menor de 82% de

arena. Textura Fina (F) Mayor de 35% de arcilla.

En los mapas de suelo elaborados por la FAO a nivel mundial y por el INEGI en

México, se utiliza la simbología siguiente:

$Hc/+Kh/3$ ó $E+l/2$ Donde:

H = Unidad de suelo c =

Subunidad de suelo

$E/+l$ = Asociación de unidades de suelo

2 = Textura

Estos dos primeros términos (unidad de suelo y textura) constituyen los factores edáficos básicos para estimar el factor de erosionabilidad del suelo (Factor K), para un suelo dado. A continuación, se describe el procedimiento para evaluar el factor K, con el método de la FAO.

- 1) Se determina la unidad de suelo o grupo de unidades de suelos asociados entre sí, tal y como se presenta en los mapas de suelos de INEGI.
- 2) Se determina la clase de textura que presenta la unidad o grupos de unidades de suelos asociados entre sí, tal y como se presenta en los mapas de INEGI.
- 3) Una vez obtenida la unidad de suelo y la clase de textura que le corresponde, se determina el orden correspondiente y se ubica la unidad de suelo.
- 4) Se ubica la clase de textura a la que pertenece la unidad de suelo. Los anteriores se utilizan como un cuadro de doble entrada, es decir se buscará la intersección entre el orden y la textura que le corresponda a la unidad de suelo. El valor del intercepto corresponderá al valor de K.
- 5) Para aquellos suelos que están formados con dos o más unidades de suelo, el valor de K se obtendrá siguiendo el mismo procedimiento del inciso 4, pero una vez obtenido

el resultado de K de cada unidad de suelo que forma la asociación, se procede a calcular el valor promedio de K.

La determinación de las unidades edáficas presentes al interior del sitio del proyecto, se llevó a cabo mediante la sobreposición de su poligonal, sobre el juego de datos en formato vectorial "Edafología" del INEGI, escala 1:250,000. Lo anterior, haciendo uso del sistema de información geográfica ArcGis Desktop 9.3 Service Pack 1 (ESRI Inc, 1999-2008).

la siguiente tabla se presenta la relación de los valores de K promedio para cada una de las unidades edafológicas que se distribuyen sobre el predio de estudio.

Factor K para las unidades edafológicas del área de estudio.

CLAVE	Unidad de suelo	Textura	Valor de K (ton/ha/hr)	Promedio K (ton/ha/hr)
E + I / 2	E	Media	0.02	0.02
	I		0.02	

4.6.6 Resultados de la aplicación de la EUPS a las distintas condiciones presentes en el sitio del Proyecto.

Con base en la aplicación de la EUPS fue posible generar un modelo de los volúmenes de suelo que se pierden de manera diferencial, en el sitio del proyecto. De acuerdo con las características del sistema ambiental y la superficie del predio en el que se pretende lleva a cabo el desplante del proyecto, se calculó una erosión de suelo de 0.00237 ton/ha/año. De acuerdo con la SEMARNAT 2009, en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, la erosión potencial para la región de la Península de Yucatán, y particularmente para el área donde se ubica el sitio del proyecto, se estima una erosión potencial menor de 5 toneladas por hectárea, la cual se clasifica como nula, la cual corresponde con el sitio del proyecto, con o sin el cambio de uso de suelo.

Al aplicar la misma ecuación, pero considerando el supuesto de que se haya ejecutado el cambio de uso de suelo, se obtuvieron 1.068 toneladas por hectárea por año, por lo que la

pérdida de suelo debido al desmonte del CIMRST que comprende 1.49 ha, se estimó en 1.591 t/año. Dicha cifra la cual se ubica también dentro de la categoría que va de nula a ligera. Con lo apenas mencionado se está en la posibilidad de afirmar que con la ejecución del cambio de uso de suelo no se provocará la erosión de los suelos.

4.6.7 PENDIENTE MEDIA

La mayor parte de la Península de Yucatán y por ende el predio del proyecto, está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm¹⁸. En el caso del predio en el que se llevará a cabo el proyecto, se ha calculado una pendiente media de 2%.

4.6.8 HIDROGRAFÍA

De acuerdo con las características físicas e hidrológicas de los materiales presentes en el predio en estudio, se tiene que éste se encuentra inmerso en una unidad geohidrológica compuesta de un material calizo consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero, dicha unidad está constituida por calizas de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta coquina con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y fracturamiento moderado; en algunas partes de esta se han desarrollado cavernas por disolución y como consecuencia, la permeabilidad secundaria es alta.

El material calizo presenta alta permeabilidad, ya que posee un coeficiente de escurrimiento oscilante entre 0 y 5%, como consecuencia de esto, es difícil apreciar cuerpos de agua superficiales, en especial de tipo lóxico, tanto en el predio de estudio como en la región.

4.6.9 Estimación del escurrimiento medio anual

En la descripción ambiental de la Cuenca, en el capítulo de la descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal, se menciona que el predio se ubica

en la microcuenca de nombre Tulum que registra una precipitación media anual de 1,099.3 mm y para determinar el coeficiente de escurrimiento para el proyecto se considera que el valor de “K” es de 0.26.

Es importante mencionar que de acuerdo con los resultados obtenidos de sondeos geoelectrónicos denominados tomografías eléctricas se determinó que en el área del proyecto y en particular en la zona donde se establecerá la celda para el depósito de residuos sólidos urbanos no existen discontinuidades o vacíos que permitan suponer la presencia de cavidades o ríos subterráneos, ya que se determinó la presencia de dos capas de roca sobre el nivel freático con espesores que van de los 15 a los 22 metros. Para el sistema ambiental descrito, se calculó un volumen de escurrimiento anual de 2,485,499.71 m³; sin el proyecto. El volumen de escurrimiento para la superficie de desmonte, se determinó de 3,009.62 metros cúbicos, por lo que el volumen de escurrimiento en el sistema ambiental variará 2,522.73 m³; es decir, un 0.102 %.

4.7 *Tipos de vegetación*

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó que el tipo de vegetación a lo largo y ancho del predio corresponde a una vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), en el predio se distingue zonas impactadas por el uso de actividades agrícolas en los años 80's denominado por el INEGI como Pastizal cultivado, actualmente en esta zona se ha incorporado vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia. Como bien se señala, el tipo de vegetación coincide con la carta de uso de suelo y vegetación, serie VII del INEGI, (escala 1:250,000).

Como se ha indicado a nivel de escala de predio presenta una vegetación secundaria derivada de Selva mediana subperennifolia con dos estados de desarrollo y conservación predominantes (VSA/SMQ y VSa/SMQ), que se derivan de la intensidad de los daños provocados por perturbaciones severas y recurrentes y la capacidad de recuperación de la nueva cubierta vegetal. En toda la extensión del predio predominan especies propias del dosel arbóreo de selva mediana subperennifolia como son: *Bursera simaruba* (*chacah*),

Metopium brownei (Chechem), *Vitexgaumeri* (Yaaxnic), *Manilkara zapota* (Zapote), *Lysiloma latisiliquum* (Tsalam) *Tohuinia paucidentata* (Kanchunup), *Drypetes lateriflora* (Ekulub), *Coccoloba spicata* (Bob) entre otras especies. El ejemplar más grande corresponde a individuo de la especie *Metopium brownei* (Chechem) con 12 metros de altura diámetro; la gran mayoría de los individuos presentan tallos delgados, siendo el diámetro promedio del estrato arbóreo 14 cm de DAP, el rango donde se concentra la mayoría de los individuos está entre los 5 a 13 cm de diámetro.

4.7.1 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN DENTRO DEL PREDIO

La metodología empleada para el estudio de la vegetación se dividió en fase de campo y fase de gabinete. En el trabajo de gabinete se analizó el predio con apoyo del plano de ubicación y la imagen de satelital Lansat etm 7 para establecer el uso actual del suelo. Y la caracterización de la vegetación, se realizó un muestreo sistemático sobre la superficie total del área consistió en el levantamiento de cinco parcelas de muestreo del tipo circular con tamaño de 500 m. Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epifitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 12 m, alcanzando un diámetro máximo registrado a la altura del pecho de 55 centímetros. En la Selva Mediana Subperennifolia que caracteriza al predio, se distinguen tres estratos arbóreos de acuerdo a su altura: menor de 10 m, de 10 a 15 m y mayor de 15 m.

En la fase de gabinete se procedió a realizar la captura y análisis de datos. Con la ayuda del programa de cómputo Excel (Microsoft Office Excel, 2007); en donde se obtuvieron valores de riqueza y de valor de importancia de las especies. En esta etapa también se identificaron las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Por último, con base en la caracterización ambiental y el muestreo del predio se determinó que la superficie de cambio de uso de suelo está cubierta por vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia (VaSMQ).

Como ya se ha descrito anteriormente, el predio donde se pretende realizar el proyecto cuenta con una superficie de 13.6 ha para el CUSTF.

4.7.2 DESCRIPCIÓN FISIONÓMICA DE LA VEGETACIÓN IDENTIFICADA

4.7.2.1 Composición de especies

Según los resultados del inventario o muestreo realizado para la caracterización de la vegetación, en total se registraron 82 especies, correspondientes a 34 familias. En la Tabla siguiente, se presenta el listado florístico de las especies registradas durante el levantamiento de datos de campo.

Listado florístico del predio. El listado muestra el listado florístico de especies registradas en el predio.

ESTRATO	FAMILIA	ESPECIE	NOM COMUN	059- SEMARN AT
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Allophyllus camptostachys	Allophylis	
Arbóreo - Arbustivo	Rubiaceae	Alseis yucatanensis	Popiste	
Arbóreo - Arbustivo	Annonaceae	Annona glabra	Mak'	
Arbóreo - Arbustivo	Anacardiaceae	Astronium graveolens	Jobillo	Amenazada
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosae	Bauhinia divaricata	Pata de vaca	
Arbóreo - Arbustivo	Moraceae	Brosimum alicastrum	Ramon	
Arbóreo - Arbustivo	Burseraceae	Bursera simaruba	Chacah	
Arbóreo - Arbustivo	Malpighiaceae	Byrsonima crassifolia	Sakpa	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Arbóreo - Arbustivo	Myrtaceae	Calypttranthes pallens	Guayabillo	
Arbóreo - Arbustivo	Apocynacea e	Cameraria latifolia	Sakcheche m	
Arbóreo - Arbustivo	Flacourtiace ae	Casearia nitida	Cascarillo	
Arbóreo - Arbustivo	Rutaceae	Casimiroa tetrameria	Yu'uy	
Arbóreo - Arbustivo	Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	Protección especial
Arbóreo - Arbustivo	Clusiaceae	Rheedia edulis	Kakawche'	

ESTRATO	FAMILIA	ESPECIE	NOM COMUN	059- SEMARN AT
Arbóreo - Arbustivo	Euphorbiac eae	Sebastiania adenophora	Sakcheche m	
Arbóreo - Arbustivo	Hippocratea ceae	Semialarium mexicanum	Cascarillo grueso	
Arbóreo - Arbustivo	Sapotaceae	Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	
Arbóreo - Arbustivo	Sapotaceae	Sideroxylon salicifolium	Sakchum	
Arbóreo - Arbustivo	Simaroubac eae	Simarouba glauca	Pa'sak'	
Arbóreo -	Anacardiace	Spondia mombin	Jobo	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Arbustivo	ae			
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Swartzia cubensis	Katalox	
Arbóreo - Arbustivo	Bignoniacea e	Tabebuia chrysantha	Maculis	Amenazad a
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Talisia olivaeformis	Guaya	
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Thouinia canescens	Kan chuhub	
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Thouinia paucidentata	Kanchunu p	
Arbóreo - Arbustivo	Meliaceae	Trichilia glabra	Ch'oben che'	
Herbáceo	Acanthacea e	Aphelandra scabra	Chak kank'il xiw	
Herbáceo	Leguminosa e	Bauhinia jenningsii	Tsimin	
Herbáceo	Bromeliácea e	Bromelia pinguin	Piñuela	
Herbáceo	Arecaceae	Chamaedorea seifrizii	Palma xiat	
Herbáceo	Bignoniacea e	Cydista potosina	K'ann lool	
Herbáceo	Dioscoreace ae	Dioscorea floribunda	Makal k'uuch	
Herbáceo	Malvaceae	Hampea trilobata	Mahagua	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Herbáceo	Malvaceae	Malvaviscus arboreus	Tulipancill o	
Herbáceo	Sapindaceae	Paullinia cururu	Xtu' ak'	
Herbáceo	Sapindaceae	Paullinia pinnata	Chéen aak'	
Herbáceo	Piperaceae	Piper amalago	Xpeheche	
Herbáceo	Sapindaceae	Urvillea ulmacea	Zizus	
Arbóreo - Arbustivo	Bombacacea e	Ceiba aesculifolia	Pochote	
Arbóreo - Arbustivo	Polygonace ae	Coccoloba acapulcensis	Toyub	

ESTRATO	FAMILIA	ESPECIE	NOM COMUN	059- SEMARN AT
Arbóreo - Arbustivo	Polygonace ae	Coccoloba cozumelensis	Sak boob	
Arbóreo - Arbustivo	Polygonace ae	Coccoloba diversifolia	Chich bob	
Arbóreo - Arbustivo	Polygonace ae	Coccoloba spicata	Boob	
Arbóreo - Arbustivo	Ebenaceae	Diospyros cuneata	Siilil	
Arbóreo - Arbustivo	Ebenaceae	Diospyros dygina	Zapote prieto	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Diphysa carthagenensis	Tsu'uts'uk'	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Arbóreo - Arbustivo	Euphorbiac eae	Drypetes lateriflora	Ekulub	
Arbóreo - Arbustivo	Boraginacea e	Ehretia tinifolia	Beek	
Arbóreo - Arbustivo	Erythroxylo ceae	Erythroxylum areolatum	Cascarillo delgado	
Arbóreo - Arbustivo	Rutaceae	Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	
Arbóreo - Arbustivo	Myrtaceae	Eugenia trikii	Escobeta	
Arbóreo - Arbustivo	Myrtaceae	Eugenia yucatanensis	Guayabillo	
Arbóreo - Arbustivo	Rubiaceae	Exostema mexicanum	Sabakche'n	
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Exothea diphylla	Wayuum	
Arbóreo - Arbustivo	Sapindaceae	Exothea paniculata	S/N	
Arbóreo - Arbustivo	Moraceae	Ficus cotinifolia	Alamo	
Arbóreo - Arbustivo	Moraceae	Ficus padifolia	Juum kiix	
Arbóreo - Arbustivo	Moraceae	Ficus tecolutensis	Matapalo	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Gliricidia sepium	Madre cacao	
Arbóreo - Arbustivo	Rubiaceae	Guettarda coombsii	Tastab	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Arbóreo - Arbustivo	Euphorbiac eae	Gymnanthes lucida	Yaite	
Arbóreo - Arbustivo	Polygonace ae	Gymnopodium floribundum	Tsitsil che	
Arbóreo - Arbustivo	Euphorbiac eae	Jatropha gaumeri	Pomoulch e	
Arbóreo - Arbustivo	Flacourtiace ae	Laetia thamnia	Xi'mche	
Arbóreo -	Leguminosa	Lonchocarpus	Palo	
ESTRATO	FAMILIA	ESPECIE	NOM COMUN	059- SEMARN AT
Arbustivo	e	guatemalensis	gusano	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Lonchocarpus Rugosus	Kanasin	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Lonchocarpus xuul	Xuul	
Arbóreo - Arbustivo	Rubiaceae	Machaonia lindeniana	K'ucheel	
Arbóreo - Arbustivo	Sapotaceae	Manilkara zapota	Zapote	
Arbóreo - Arbustivo	Anacardiace ae	Metopium brownei	Chechem	
Arbóreo - Arbustivo	Lauraceae	Nectandra coriacea	Laurel	
Arbóreo - Arbustivo	Nyctaginace ae	Neea psychotrioides	Tadzi	
Arbóreo -	Icacinaceae	Ottoschulzia	Otto	

Arbustivo		pallida		
Arbóreo - Arbustivo	Icacinaceae	Ottoschulzia rhodoxylon	Otto2	
Arbóreo - Arbustivo	Rutaceae	Pilocarpus racemosus	K'ok'obche	
Arbóreo - Arbustivo	Myrtaceae	Pimienta dioica	Nukuch pool	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Piscidia piscipula	Ha'abin	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Pithecellobium stevensonii	Cacaoche	
Arbóreo - Arbustivo	Leguminosa e	Platymiscium yucatanum	Granadillo	
Arbóreo - Arbustivo	Apocynacea e	Plumeria rubra	Flor mayo	
Arbóreo - Arbustivo	Sapotaceae	Pouteria unilocularis	Zapotillo	
Arbóreo - Arbustivo	Myrtaceae	Psidium sartorium	Guayabillo	

De las especies registradas en campo, tres de ellas se encuentran catalogadas como especies en riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; dos de las especies se encuentran incluidas en la categoría de amenazadas y una de ellas se ubica sujeta a protección especial. En la Tabla siguiente se presenta el listado de las especies en riesgo presentes al interior del predio del proyecto.

Estrato	Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Arbóreo -	Anacardi	Astronium	Jobillo	Protección especial

Arbustivo	aceae	graveolens		(Pr)
Arbóreo - Arbustivo	Meliacea e	Cedrela odorata	Cedro	Amenazada (A)
Arbóreo - Arbustivo	Bignonia ceae	Tabebuia chrysantha	Maculis	Amenazada (A)

4.7.3 Estructura de la Vegetación

4.7.3.1 Densidad arbórea por rango de altura

Al interior del sitio del proyecto, el rango de altura característico es de entre 5 y 10 m; ya que dicho rango concentra al 65% de la densidad total arbórea. El rango de altura más bajo (<5m), agrupa al 3.5% de la densidad total, en tanto que las especies que presentan las alturas máximas (>15m), representan el 8.5 % de la densidad total.



La imagen muestra las condiciones del estrato arbóreo de la Selva Mediana Subperennifolia identificada en el área de estudio.

En la siguiente tabla se observa la distribución de la densidad arbórea por hectárea, para cada uno de los rangos de altura identificados.

Densidad de árboles por hectárea, por rango de alturas.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Nombre científico	Nombre común	Rango de Alturas				Total Núm. Árboles
		< 5 m	5 - 10 m	10 - 15 m	> 15 m	

						/Ha
Gymnanthes lucida	Yaite	4	240	64	4	312
Drypetes lateriflora	Ekulub	20	204	68	0	292
Gymnopodium floribundum	Tsitsil che	44	152	8	0	204
Laetia thamnia	Xi'mche	0	148	12	0	160
Brosimum alicastrum	Ramon	4	36	28	8	76
Manilkara zapota	Zapote	0	12	44	12	68
Annona glabra	Mak'	0	56	8	0	64
Coccoloba diversifolia	Chich bob	0	4	40	12	56
Neea psychotrioides	Tadzi	0	48	8	0	56
Sideroxylon salicifolium	Sakchum	0	48	0	4	52
Pouteria unilocularis	Zapotillo	0	36	8	0	44
Bursera simaruba	Chacah	0	4	12	24	40
Diospyros cuneata	Siilil	0	40	0	0	40
Thouinia paucidentata	Kanchunup	0	4	8	20	32
Metopium brownei	Chechem	4	8	4	12	28
Simarouba glauca	Pa'sak'	0	20	4	4	28
Ceiba aesculifolia	Pochote	0	0	8	16	24
Exothea paniculata	S/N	0	8	12	4	24
Diphysa carthagenensis	Tsu'uts'uk'	0	20	0	4	24
Semialarium mexicanum	Cascarillo grueso	0	20	4	0	24
Tabebuia chrysantha	Maculis	0	24	0	0	24

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Cameraria latifolia	Sakchechem	0	8	8	4	20
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	0	20	0	0	20
Coccoloba acapulcensis	Toyub	0	20	0	0	20
Ficus cotinifolia	Alamo	0	20	0	0	20
Sebastiania adenophora	Sakchechem	0	20	0	0	20
Exostema mexicanum	Sabak-che'n	0	20	0	0	20
Pilocarpus racemosus	K'ok'obche	0	20	0	0	20
Pimienta dioica	Nukuch pool	0	20	0	0	20
Piscidia piscipula	Ha'abin	0	4	12	0	16
Erythroxylum areolatum	Cascarillo delgado	0	0	4	8	12
Gliricidia sepium	Madre cacao	0	0	4	8	12
Spondia mombin	Jobo	0	4	4	4	12
Swartzia cubensis	Katalox	0	4	4	4	12
Machaonia lindeniana	K'ucheel	0	8	0	4	12
Astronium graveolens	Jobillo	0	0	12	0	12
Platymiscium yucatanum	Granadillo	0	0	12	0	12
Allophylus camptostachys	Allophylis	0	8	4	0	12
Rheedia edulis	Kakawche'	0	8	4	0	12
Exothea diphylla	Wayuum	0	0	4	4	8
Lonchocarpus Rugosus	Kanasin	0	0	4	4	8
Psidium sartorium	Guayabillo	0	4	0	4	8
Ehretia tinifolia	Beek	0	4	4	0	8
Eugenia trikii	Escobeta	0	4	4	0	8
Ficus padifolia	Juum kiix	0	4	4	0	8
Guettarda coombsii	Tastab	0	4	4	0	8
Thouinia canescens	Kan chuhub	0	4	4	0	8
Jatropha gaumeri	Pomoulche	0	8	0	0	8
Coccoloba spicata	Boob	0	0	0	4	4

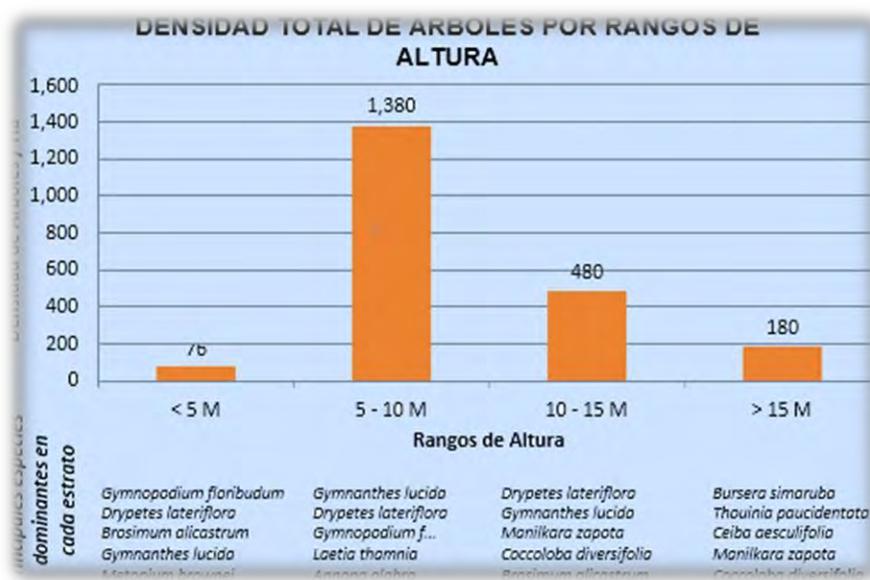
Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	0	0	0	4	4
Talisia olivaeformis	Guaya	0	0	0	4	4
Calyptranthes pallens	Guayabillo	0	0	4	0	4
Casearia nitida	Cascarillo	0	0	4	0	4
Casimiroa tetrameria	Yu'uy	0	0	4	0	4
Cedrela odorata	Cedro	0	0	4	0	4
Coccoloba cozumelensis	Sak boob	0	0	4	0	4
Diospyros dygina	Zapote prieto	0	0	4	0	4
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano	0	0	4	0	4
Nectandra coriacea	Laurel	0	0	4	0	4
Ottoschulzia rhodoxylon	Otto2	0	0	4	0	4
Pithecellobium stevensonii	Cacaoche	0	0	4	0	4
Plumeria rubra	Flor mayo	0	0	4	0	4
Alseis yucatanensis	Popiste	0	4	0	0	4
Byrsonima crassifolia	Sakpa	0	4	0	0	4
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	0	4	0	0	4
Eugenia yucatanensis	Guayabillo	0	4	0	0	4
Ficus tecolutensis	Matapalo	0	4	0	0	4
Lonchocarpus xuul	Xuul	0	4	0	0	4
Ottoschulzia pallida	Otto	0	4	0	0	4
Trichilia glabra	Ch'oben che'	0	4	0	0	4
Densidad Total de Árboles / Hectárea		76	1,380	480	180	2,116

De acuerdo con los datos de la tabla anterior, la especie *Gymnanthes floribudum*, es la especie característica del estrato arbustivo del predio, ya que por sí misma representa aproximadamente el 60% de la densidad total de dicho estrato. Cabe mencionar también que *Gymnanthes floribudum* tiene una presencia significativa en el estrato medio (5-10

m), ya que la densidad de la misma en ese estrato es del 11%; sin embargo, las especies que concentran la mayor densidad en el estrato medio son:

Gymnanthes lucida y *Drypetes lateriflora*, con el 17% y 15%, respectivamente, de la densidad total determinada el estrato en comento. Por su parte, las especies con mayor densidad en los rangos de altura que superan los 10 m son *Drypetes lateriflora*, *Gymnanthes lucida*, *Manilkara zapota* y *Bursera simaruba*. En el grafico se puede observar la distribución de la vegetación del predio, por rango de altura. Para una mejor visualización, en la gráfica se indican las especies características en cada rango de altura.



4.7.3.2 Densidad del estrato herbáceo por rango de altura

Para el estrato herbáceo se logró determinar una altura promedio de 1 m, así como un promedio de 8.2 individuos por sitio de muestreo. El rango de alturas promedio por especie para el estrato herbáceo, varió entre 0.02 m y 3.5 m, En la **siguiente tabla** se presenta la caracterización de las alturas promedio, para cada una de las especies registradas en el estrato herbáceo.

Número de individuos por sitio de muestreo (5 m²) y/o Densidad Relativa, del estrato herbáceo

Nombre científico	Nombre común	Altura	Individ	Densida
-------------------	--------------	--------	---------	---------

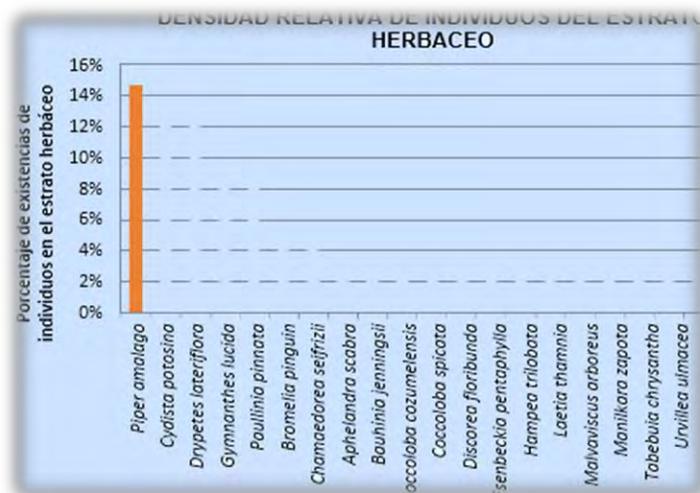
Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		promedio	uos /	d
		(m)	Sitio	Relativa
Piper amalago	Xpeheche	1.0	1.2	15%
Cydista potosina	K'ann lool	1.7	1	12%
Drypetes lateriflora	Ekulub	1.1	1	12%
Gymnanthes lucida	Yaite	0.4	0.8	10%
Paullinia pinnata	Chéen aak'	0.3	0.8	10%
Bromelia pinguin	Piñuela	0.7	0.4	5%
Chamaedorea seifrizii	Palma xiat	1.4	0.4	5%
Aphelandra scabra	Chak kank'il xiw	2.0	0.2	2%
Bauhinia jenningsii	Tsimin	1.5	0.2	2%
Coccoloba cozumelensis	Sak boob	0.2	0.2	2%
Coccoloba spicata	Boob	0.1	0.2	2%
Discorea floribunda	Makal k'uuch	3.5	0.2	2%
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	0.4	0.2	2%
Hampea trilobata	Mahagua	2.6	0.2	2%
Laetia thamnia	Xi' inche	0.4	0.2	2%
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	0.4	0.2	2%
Manilkara zapota	Zapote	2.5	0.2	2%
Tabebuia chrysantha	Maculis	0.2	0.2	2%
Urvillea ulmacea	Zizus	0.2	0.2	2%
Paullinia cururu	Xtu' ak'	0.4	0.2	2%
Promedio General por Sitio de Muestreo (5 m ²)		1.0	8.2	100%

Las especies Piper amalago, Cydista potosina, Drypetes lateriflora, Gymnanthes lucida y Paullinia pinnata, son las más abundantes o de mayor densidad dentro del estrato herbáceo,

ya que en conjunto suman aproximadamente el 60% de la densidad total relativa determinada para ese estrato. La siguiente grafica se puede observar, la distribución de la densidad relativa para cada una de las especies registradas en el estrato herbáceo.

Densidad de individuos del estrato herbáceo



4.7.3.3 *Especies en riesgo por rango de alturas*

Las especies catalogadas como de riesgo por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentran presentes en los estratos herbáceos, arbustivos y codominantes (10 – 15 m de altura). La especie de Maculis (Tabebuia chrysantha), es la más abundante de las especies en riesgo, encontrándose en los estratos herbáceos y arbustivos; mientras que las especies de Jobillo (Astronium graveolens) y Cedro (Cedrela odorata), se ubican en los estratos codominantes.

4.7.3.4 *Densidad arbórea por categoría diamétrica*

Las categorías diamétricas de la vegetación del sitio del proyecto varían entre los 5 y los 55 cm, siendo las clases más frecuentes las de 5, 10 y 15 cm (incorporación). En total, éstas últimas representan el 80% de la densidad total por hectárea. Las especies características de dichas categorías son: Drypetes lateriflora, Gymnanthes lucida, Gymnanthes floribundum, Laetia thamnina y Annona glabra.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Las categorías diamétricas de las clases de entre 20 y 35 cm (reserva o arbolado joven), representan el 17%, y en el mayor de los casos corresponden con las especies *Bursera simaruba*, *Manilkara zapota*, *Coccoloba diversifolia*, *Ceiba aesculifolia* y *Exothea paniculata*.

En tanto que las mayores categorías diamétricas (40 a 55 cm) (aprovechamiento), concentran tan solo al 3% de la densidad total por hectárea; las especies más representativas de estas categorías diamétricas son: *Manilkara zapota*, *Metopium brownei*, *Gliricidia sepium*, *Swartzia cubensis* y *Brosimum alicastrum*.

En la Tabla siguiente se observa la distribución de categorías diamétricas y/o clase de desarrollo, para cada una de las especies registradas en el sitio del proyecto.

Cuantificación de las categorías diamétricas por especie. Distribución de categorías diamétricas y/o clase de desarrollo, para cada una de las especies registradas en el sitio del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Categoría Diamétrica											Total Núm · Árbol es /Ha
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	40	192	60	120	4	4						312
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	140	132	20	0								292
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tsitsilche	60	104	28	88			4					204
<i>Laetia thamnia</i>	Xi'mche	40	104	16	64								160
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramon	20	12	20	40	4	12	4					76

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Manilkara zapota	Zapote		8	1	1	4	8	4		4	4	4	68
Annona glabra	Mak'	4		1									
		0	4	2	4	4							64
Neea psychotrioides	Tadzi	4											
		0	8		4					4			56
Coccoloba diversifolia	Chichobob		2	8	8	1	4						
			4			2							56
Sideroxylon salicifolium	Sakchum	4		1									
		0		2									52
Pouteria unilocularis	Zapotillo		2	1	4								
			8	2									44
Bursera simaruba	Chacah			8	1	1	8						
					2	2							40
Diospyros cuneata	Siilil		4										
			0										40
Thouinia paucidentata	Kanchunup			1	1								
			4	6	2								32
Metopium brownei	Cheche												
					1					4	4		28

Nombre científico	Nombre común	Categoría Diamétrica											Total Números Árboles /Ha
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
	m				6								
Simarouba glauca	Pa'sak'	20											
				4					4				28

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Ceiba aesculifolia	Pochote				4	8	1 2						24
Exothea paniculata	S/N				2 0	4							24
Diphysa carthagenensi s	Tsu'uts'u k'	2 0		4									24
Semialarium mexicanum	Cascarill o grueso	2 0		4									24
Tabebuia chrysantha	Maculis	2 0		4									24
Cameraria latifolia	Sakchec hem		4	8		8							20
Bauhinia divaricata	Pata de vaca		2 0										20
Coccoloba acapulcensis	Toyub		2 0										20
Ficus cotinifolia	Alamo	2 0											20
Sebastiania adenophora	Sakchec hem		2 0	0									20
Exostema mexicanum	Sabakche' n	2 0											20
Pilocarpus racemosus	K'ok'obc he	2 0											20
Pimienta dioica	Nukuch pool	2 0											20

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Piscidia piscipula	Ha'abin		4			4	4	4					16
Gliricidia sepium	Madre cacao				4			8					12
Swartzia cubensis	Katalox					4		4		4			12
Spondia mombin	Jobo		4		4					4			12
Erythroxylum areolatum	Cascarillo delgado			4	4	4							12
Allophyllus camptostachys	Allophyllis			8	4								12
Astronium graveolens	Jobillo		4	4		4							12
Machaonia lindeniana	K'ucheel		8		4								12
Platymiscium yucatanum	Granadillo			8		4							12
Rheedia edulis	Kakawche'			8		4							12

Nombre científico	Nombre común	Categoría Diamétrica											Total Núm. Árboles /Ha
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
Thouinia canescens	Kanchuhub				8								8
Ehretia tinifolia	Beek			4		4							8
Exothea diphylla	Wayuum			4		4							8

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Lonchocarpus Rugosus	Kanasin			4	4															8	
Eugenia trikii	Escobeta		4	4																	8
Ficus padifolia	Juum kiix		4	4																	8
Guettarda coombsii	Tastab		8																		8
Jatropha gaumeri	Pomoulche		4	4																	8
Psidium sartorium	Guayabillo		4	4																	8
Casimiroa tetrameria	Yu'uy												4								4
Coccoloba spicata	Boob													4							4
Talisia olivaeformis	Guaya									4											4
Alseis yucatanensis	Popiste				4																4
Byrsonima crassifolia	Sakpa									4											4
Calyptanthes pallens	Guayabillo				4																4
Cedrela odorata	Cedro									4											4
Lonchocarpus guatemalensis	Palোগusano				4																4
Ottoschulzia rhodoxylon	Otto2				4																4
Pithecellobium stevensonii	Cacaochete				4																4
Plumeria	Flor				4																4

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

rubra	mayo													
Trichilia glabra	Ch'oben che'				4									4
Casearia nitida	Cascarillo			4										4
Coccoloba cozumelensis	Sak boob			4										4
Diospyros dygina	Zapote prieto			4										4
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya		4											4
Eugenia yucatanensis	Guayabillo			4										4
Ficus tecolutensis	Matapal		4											4
Nombre científico	Nombre común	Categoría Diamétrica											Total Núm. Árboles /Ha	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55		
	o													
Lonchocarpus xuul	Xuul		4											4
Nectandra coriacea	Laurel			4										4
Ottoschulzia pallida	Otto			4										4
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo			4										4
Densidad total por hectárea		580	780	340	184	92	64	32	20	12	4		8	2,116

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Densidad de individuos por categoría dimétrica



4.7.3.5 Densidad por especie

Al interior del sitio del proyecto se tiene una densidad general de la vegetación de 2,116 árboles/ha. La especie de mayor densidad corresponde con *Gymnanthes lucida* (Yaite), seguida de las especies *Drypetes lateriflora* (Ekulub), *Gymnopodium floribundum* (Tsitsil che), *Laetia thamnia* (Xi'mche) y *Brosimum alicastrum* (Ramón). En conjunto, las cinco especies apenas mencionadas representan aproximadamente el 50% de la densidad total del predio. Es decir, el 50% de las existencias del predio, se relaciona con tan sólo 5 especies, de un total de 70 especies inventariadas, la siguiente Tabla presenta la cuantificación de la densidad por hectárea, para cada una de las especies de flora registradas al interior del sitio del proyecto.

Densidad de individuos por hectárea, por especie.

Nombre científico	Nombre común	Núm. Árboles /Ha	Densidad relativa
<i>Gymnanthes lucida</i>	Yaite	312	15%
<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub	292	14%
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tsitsil che	204	10%
<i>Laetia thamnia</i>	Xi'mche	160	8%
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	76	4%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Manilkara zapota	Zapote	68	3%
Annona glabra	Mak'	64	3%
Coccoloba diversifolia	Chich bob	56	3%
Neea psychotrioides	Tadzi	56	3%
Sideroxylon salicifolium	Sakchum	52	2%
Pouteria unicularis	Zapotillo	44	2%
Bursera simaruba	Chacah	40	2%
Diospyros cuneata	Siilil	40	2%
Thouinia paucidentata	Kanchunup	32	2%
Metopium brownei	Chechem	28	1%
Simarouba glauca	Pa'sak'	28	1%
Ceiba aesculifolia	Pochote	24	1%
Diphysa carthagenensis	Tsu'uts'uk'	24	1%
Exothea paniculata	S/N	24	1%
Semialarium mexicanum	Cascarillo grueso	24	1%
Tabebuia chrysantha	Maculis	24	1%
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	20	1%
Cameraria latifolia	Sakchechem	20	1%
Coccoloba acapulcensis	Toyub	20	1%
Exotema mexicanum	Sabak-che'n	20	1%
Ficus cotinifolia	Alamo	20	1%
Pimienta diodica	Nukuch pool	20	1%
Policarpus racemosus	K'ok'obche	20	1%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

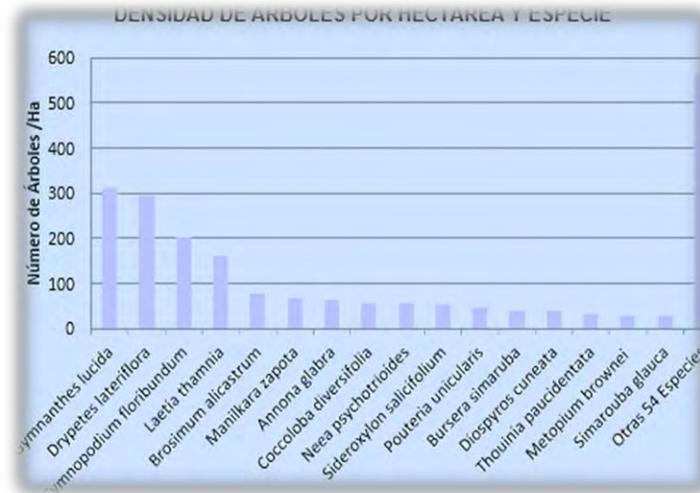
Sebastiania adenophora	Sakchechem	20	1%
Piscidia piscipula	Ha'abin	16	1%
Allophyllus camptostachys	Allophylis	12	1%
Astronium graveolens	Jobillo	12	1%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Nombre científico	Nombre común	Núm. Árboles /Ha	Densidad relativa
<i>Erythroxylum areolatum</i>	Cascarillo delgado	12	1%
<i>Gliricidia sepium</i>	Madre cacao	12	1%
<i>Machaonia lindeniana</i>	K'ucheel	12	1%
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	12	1%
<i>Rheedia edulis</i>	Kakawche'	12	1%
<i>Spondia mombin</i>	Jobo	12	1%
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	12	1%
<i>Ehretia tinifolia</i>	Beek	8	0%
<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta	8	0%
<i>Exothea diphylla</i>	Wayuum	8	0%
<i>Ficus padifolia</i>	Juum kiix	8	0%
<i>Guettarda coombsii</i>	Tastab	8	0%
<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomoulche	8	0%
<i>Lonchocarpus Rugosus</i>	Kanasin	8	0%
<i>Psidium sartorium</i>	Guayabillo	8	0%
<i>Thouinia canescens</i>	Kan chuhub	8	0%
<i>Alseis yucatanensis</i>	Popiste	4	0%
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Sakpa	4	0%
<i>Calypttranthes pallens</i>	Guayabillo	4	0%
<i>Casearia nitida</i>	Cascarillo	4	0%
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yu'uy	4	0%
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	4	0%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Coccoloba cozumelensis	Sak boob	4	0%
Coccoloba spicata	Boob	4	0%
Diospyros dygina	Zapote prieto	4	0%
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	4	0%
Eugenia yucatanensis	Guayabillo	4	0%
Ficus tecolutensis	Matapalo	4	0%
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano	4	0%
Lonchocarpus xuul	Xuul	4	0%
Nectandra coriacea	Laurel	4	0%
Ottoschulzia pallida	Otto	4	0%
Ottoschulzia rhodoxylon	Otto2	4	0%
Pithecellobium stevensonii	Cacaoche	4	0%
Plumeria rubra	Flor mayo	4	0%
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	4	0%
Nombre científico	Nombre común	Núm. Árboles /Ha	Densidad relativa
Talisia olivaeformis	Guaya	4	0%
Trichilia glabra	Ch'oben che'	4	0%
Densidad Total de Árboles / Ha		2,116	100%



4.7.3.6 Riqueza y composición de especies

Una manera por la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de la diversidad es midiendo la riqueza de especies, que es el método más utilizado a la hora de describir la biodiversidad. Sin embargo, ante la imposibilidad de registrar el total de especies durante un trabajo de muestreo, la mayoría de los inventarios son forzosamente incompletos; lo cual puede derivar en un grave problema metodológico en estudios de biodiversidad. Por lo tanto para evaluar la diversidad en sus diferentes componentes y niveles o escalas, se pueden utilizar índices que finalmente ayudan a resumir información en un solo valor y permiten unificar cantidades para realizar comparaciones. Riqueza de especies El índice para medir la riqueza florística en este estudio fue el de Chao, el cual es un método no paramétrico y resulta ser el estimador menos sesgado para muestras pequeñas; dicho estimador está basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra, comparadas con las especies comunes que pueden estar representadas por numerosos individuos.

El estimador de Chao se basa en la presencia de las primeras. Es decir, sólo se requiere saber cuántas especies están representadas por sólo un individuo en la muestra, y cuántas especies están representadas por exactamente dos individuos. Dicho índice fue

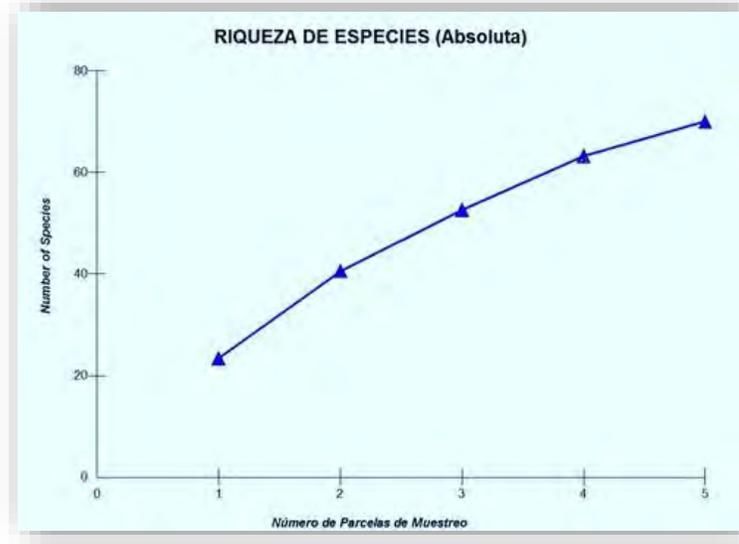
calculado mediante la utilización del software libre Biodiversity Pro 1997, desarrollado por Neil McAleece¹⁹. Los datos observados y estimados fueron representados mediante las curvas de acumulación de especies.

Resultados de la riqueza de especies absoluta y la estimación de riqueza de especies de acuerdo con el índice de Chao para los cinco sitios de muestreo.

Número de Parcela de Muestreo	Estimador de Riqueza de Especies Absoluta	Estimador de Riqueza de Especies según CHAO	Número de Especies Registradas en cada Parcela de Muestreo
1	23.4	24.2	26
2	40.6	122.1	23
3	52.6	128.55	26
4	63.2	105.22	31
5	70	108	17

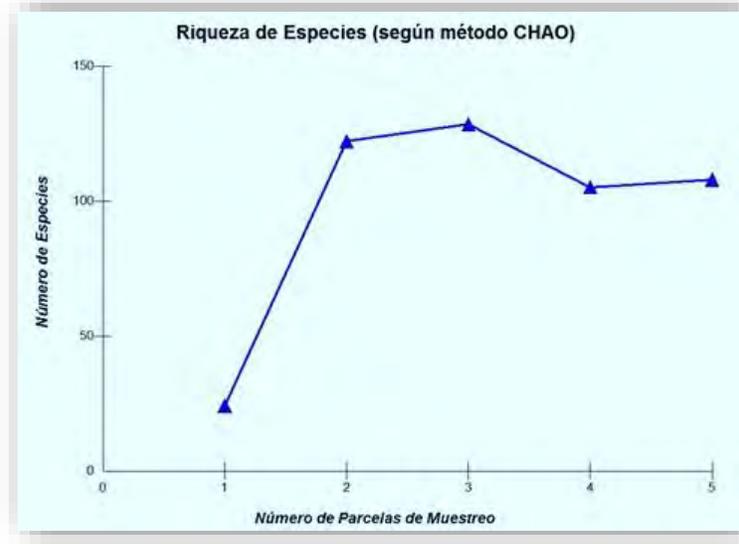
Resultado del análisis de las 5 parcelas o sitios de muestreo, en promedio se registraron 25 especies por parcela, obteniendo una riqueza total de 70 especies. Según el estimador de riqueza de especies con el método de CHAO, para el área de estudio existe la probabilidad de que haya un total de 108 especies.

La gráfica de riqueza de especies absoluta se observa la relación de dependencia entre la inversión en esfuerzo de muestreo y el número de especies encontradas; de manera que el número de especies diferentes registradas va creciendo asintóticamente según aumenta la superficie censada. La asíntota final es el número de especies total existente en el área de estudio.



El resultado del comportamiento de dicha curva de acumulación de especies, es debido a que más de la mitad de la riqueza inventariada en campo están representadas por pocos individuos (con densidades menores al 1%), en comparación con tres especies que acaparan el 38% de los individuos en los 5 sitios de muestreo. De acuerdo con el número de especies alcanzado en las dos asíntotas de las gráficas de riqueza absoluta y la del índice Chao, es posible encontrar 38 especies por inventariar en el sitio del proyecto.

No obstante lo anterior, es importante tomar en consideración que para los fines de este estudio (análisis dasométrico de los datos) sólo se utilizaron las especies registradas al interior de los sitios de muestreo (70 especies). Sin embargo, dado que durante el inventario también se registró a las especies nuevas observadas en los recorridos realizados para acceder a cada uno de los sitios de muestreo, el total de especies inventariadas en el predio fue de 82 (ver listado florístico); dato que es más cercano a la riqueza estimada por el índice Chao (108). La Figura presenta la riqueza de especies según el método de Chao, el cual nos indica que conforme se aumenta la cantidad de parcelas de muestreo, disminuye la probabilidad de encontrar más especies.



4.7.3.7 Diversidad de especies

Para efecto de determinar la diversidad de especies en las parcelas de muestreo levantadas para cada tipo de vegetación, se realizó el cálculo del índice de diversidad de Shannon mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln p_i) \quad p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

S = número de especies p_i = proporción de

individuos de la especie "i" Dónde:

n_i = número de individuos de la especie "i"

N = Total de individuos de todas las especies en la parcela.

Según Moreno (2001), en su libro "Métodos para medir la Biodiversidad", el Índice de Shannon – Wiener expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de un área (Magurran, 1988; Peet,

1974; Baev y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo S, cuando

todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988). En términos generales, al interior de la vegetación de Selva mediana subperennifolia, tiene un valor promedio del índice de diversidad de Shannon base 10 de 1.12, con límites mínimos de 0.81 y máximo de 1.38.

Índice de Diversidad de Shannon. Se muestran los resultados obtenido para el índice de diversidad en cada sitio de muestreo.

Número de Parcela de Muestreo	Shannon H' Log Base 10.	Shannon Hmax Log Base 10.	Shannon J'	Número de Especies Registradas en cada Parcela de Muestreo
1	1.16	1.42	0.82	26
2	1.07	1.36	0.78	23
3	1.17	1.42	0.83	26
4	1.28	1.49	0.86	31
5	0.92	1.23	0.75	17
Promedio	1.12	1.38	0.81	25

Hernández y Ponce (2004), reportan para el tipo de vegetación Kananh kax (nombre Maya asociado a la Selva Mediana Subperennifolia) de la región de la Laguna de Bacalar (coordenadas geográficas 18°53'54" – 18°58'14" Latitud Norte y 88°10'04" – 88°14'37" Longitud oeste), un índice de diversidad de Shannon de 3.92, el cual resulta ser mucho mayor que el estimado para el área del proyecto (1.12)

4.7.3.8 Valores de importancia

Con la finalidad de obtener parámetros que permitan determinar de qué manera inciden las especies presentes dentro de la comunidad vegetal, se calculó el valor de importancia, que resulta ser un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros de frecuencia, densidad y dominancia utilizados individualmente (Mostacedo y Fredericksen, 2000). El cálculo del valor de importancia se llevó a cabo utilizando los datos de abundancia por especie obtenidos del trabajo de campo, así como la frecuencia de ocurrencia de las especies en los sitios de muestreo y los valores de área basal (obtenidos a partir del diámetro). La suma aritmética de las variables obtenidas: frecuencia relativa, densidad relativa y dominancia relativa, arrojó el valor de importancia para cada una de las especies presentes en el predio. La sumatoria de los valores de densidad relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa se emplean para determinar el valor de importancia relativa (VIR) de las especies en la comunidad estudiada.

Valor de importancia ecológica relativa para los estratos arbustivo-arbóreo del sitio del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Densidad (Árboles /Ha)	Densidad Relativa	Dominancia (Área Basal m ² /Ha)	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Gymnanthes lucida	Yaite	5	4.1%	312	14.7%	3.299	8.6%	27%
Drypetes lateriflora	Ekulub	5	4.1%	292	13.8%	1.810	4.7%	23%
Manilkara zapota	Zapote	4	3.3%	68	3.2%	4.593	12.0%	18%
Gymnopodium floribundum	Tsitsil che	3	2.4%	204	9.6%	1.885	4.9%	17%
Laetia thamnina	Xi'mche	2	1.6%	160	7.6%	1.067	2.8%	12%
Brosimum alicastrum	Ramon	3	2.4%	76	3.6%	2.100	5.5%	12%
Metopium brownei	Chechem	4	3.3%	28	1.3%	2.470	6.5%	11%
Coccoloba diversifolia	Chich bob	4	3.3%	56	2.6%	1.409	3.7%	10%
Bursera simaruba	Chacah	3	2.4%	40	1.9%	1.700	4.4%	9%
Neea psychotrioides	Tadzi	3	2.4%	56	2.6%	0.806	2.1%	7%
Ceiba aesculifolia	Pochote	3	2.4%	24	1.1%	1.318	3.4%	7%
Thouinia paucidentata	Kanchunup	4	3.3%	32	1.5%	0.678	1.8%	7%
Annona glabra	Mak'	2	1.6%	64	3.0%	0.634	1.7%	6%
Piscidia piscipula	Ha'abin	3	2.4%	16	0.8%	0.931	2.4%	6%
Swartzia cubensis	Katalox	2	1.6%	12	0.6%	1.236	3.2%	5%
Sideroxylon salicifolium	Sakchum	2	1.6%	52	2.5%	0.392	1.0%	5%
Cameraria latifolia	Sakchechem	3	2.4%	20	0.9%	0.584	1.5%	5%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Exothea paniculata	S/N	2	1.6%	24	1.1%	0.765	2.0%	5%
Pouteria unilocularis	Zapotillo	1	0.8%	44	2.1%	0.615	1.6%	5%
Simarouba glauca	Pa'sak'	2	1.6%	28	1.3%	0.540	1.4%	4%
Gliricidia sepium	Madre cacao	1	0.8%	12	0.6%	0.902	2.4%	4%
Spondia mombin	Jobo	2	1.6%	12	0.6%	0.589	1.5%	4%
Diospyros cuneata	Siilil	1	0.8%	40	1.9%	0.215	0.6%	3%

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Densidad (Árboles /Ha)	Densidad Relativa	Dominancia (Área Basal m ² /Ha)	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Semialarium mexicanum	Cascarillo grueso	2	1.6%	24	1.1%	0.150	0.4%	3%
Tabebuia chrysantha	Maculis	2	1.6%	24	1.1%	0.150	0.4%	3%
Diphysa carthagenensis	Tsu'uts'uk'	2	1.6%	24	1.1%	0.110	0.3%	3%
Rheedia edulis	Kakawche'	2	1.6%	12	0.6%	0.319	0.8%	3%
Platymiscium yucatanum	Granadillo	2	1.6%	12	0.6%	0.303	0.8%	3%
Allophylus camptostachys	Allophylis	2	1.6%	12	0.6%	0.303	0.8%	3%
Astronium graveolens	Jobillo	2	1.6%	12	0.6%	0.282	0.7%	3%
Machaonia lindeniana	K'ucheel	2	1.6%	12	0.6%	0.197	0.5%	3%
Exothea diphylla	Wayuum	2	1.6%	8	0.4%	0.249	0.7%	3%
Ehretia tinifolia	Beek	2	1.6%	8	0.4%	0.248	0.6%	3%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Casimiroa tetrameria	Yu'uy	1	0.8%	4	0.2%	0.555	1.5%	2%
Coccoloba spicata	Boob	1	0.8%	4	0.2%	0.538	1.4%	2%
Erythroxylum areolatum	Cascarillo delgado	1	0.8%	12	0.6%	0.392	1.0%	2%
Eugenia trikii	Escobeta	2	1.6%	8	0.4%	0.112	0.3%	2%
Jatropha gaumeri	Pomoulche	2	1.6%	8	0.4%	0.101	0.3%	2%
Talisia olivaeformis	Guaya	1	0.8%	4	0.2%	0.439	1.1%	2%
Bauhinia divaricata	Pata de vaca	1	0.8%	20	0.9%	0.125	0.3%	2%
Sebastiania adenophora	Sakchechem	1	0.8%	20	0.9%	0.125	0.3%	2%
Coccoloba acapulcensis	Toyub	1	0.8%	20	0.9%	0.116	0.3%	2%
Ficus cotinifolia	Alamo	1	0.8%	20	0.9%	0.084	0.2%	2%
Pimienta dioica	Nukuch pool	1	0.8%	20	0.9%	0.081	0.2%	2%
Exostema mexicanum	Sabak-che'n	1	0.8%	20	0.9%	0.046	0.1%	2%
Pilocarpus racemosus	K'ok'obche	1	0.8%	20	0.9%	0.046	0.1%	2%

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Densidad (Árboles /Ha)	Densidad Relativa	Dominancia (Área Basal m ² /Ha)	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Thouinia canescens	Kan chuhub	1	0.8%	8	0.4%	0.236	0.6%	2%
Cedrela odorata	Cedro	1	0.8%	4	0.2%	0.306	0.8%	2%
Byrsonima crassifolia	Sakpa	1	0.8%	4	0.2%	0.281	0.7%	2%
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	0.8%	8	0.4%	0.169	0.4%	2%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Ficus padifolia	Juum kiix	1	0.8%	8	0.4%	0.116	0.3%	1%
Psidium sartorium	Guayabillo	1	0.8%	8	0.4%	0.092	0.2%	1%
Guettarda coombsii	Tastab	1	0.8%	8	0.4%	0.076	0.2%	1%
Ottoschulzia rhodoxylon	Otto2	1	0.8%	4	0.2%	0.118	0.3%	1%
Trichilia glabra	Ch'oben che'	1	0.8%	4	0.2%	0.113	0.3%	1%
Pithecellobium stevensonii	Cacaoche	1	0.8%	4	0.2%	0.111	0.3%	1%
Plumeria rubra	Flor mayo	1	0.8%	4	0.2%	0.111	0.3%	1%
Calyptranthes pallens	Guayabillo	1	0.8%	4	0.2%	0.109	0.3%	1%
Lonchocarpus guatemalensis	Palo gusano	1	0.8%	4	0.2%	0.107	0.3%	1%
Alseis yucatanensis	Popiste	1	0.8%	4	0.2%	0.096	0.3%	1%
Nectandra coriacea	Laurel	1	0.8%	4	0.2%	0.086	0.2%	1%
Sideroxylon foetidissimum	Caracolillo	1	0.8%	4	0.2%	0.075	0.2%	1%
Coccoloba cozumelensis	Sak boob	1	0.8%	4	0.2%	0.064	0.2%	1%
Eugenia yucatanensis	Guayabillo	1	0.8%	4	0.2%	0.059	0.2%	1%
Ottoschulzia pallida	Otto	1	0.8%	4	0.2%	0.059	0.2%	1%
Diospyros dygina	Zapote prieto	1	0.8%	4	0.2%	0.055	0.1%	1%
Casearia nitida	Cascarillo	1	0.8%	4	0.2%	0.051	0.1%	1%
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	1	0.8%	4	0.2%	0.048	0.1%	1%
Ficus tecolutensis	Matapalo	1	0.8%	4	0.2%	0.041	0.1%	1%
Lonchocarpus xuul	Xuul	1	0.8%	4	0.2%	0.037	0.1%	1%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Densidad (Árboles /Ha)	Densidad Relativa	Dominancia (Área Basal m ² /Ha)	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Total General		123	100%	2116	100%	38.225	100%	300%

Valor de Importancia Ecológica Relativa para el estrato herbáceo del sitio del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	Densidad (Indiv. / Sitio)	Densidad Relativa	Dominancia (Área Basal m ² /Ha)	Dominancia Relativa	Valor de Importancia
Drypetes lateriflora	Ekulub	2	8.3%	1	12.2%	1.1	5.5%	26%
Cydista potosina	K'ann lool	1	4.2%	1	12.2%	1.7	8.1%	25%
Gymnanthes lucida	Yaite	3	12.5%	0.8	9.8%	0.4	1.8%	24%
Piper amalago	Xpeheche	1	4.2%	1.2	14.6%	1.0	4.6%	23%
Discorea floribunda	Makal k'uuch	1	4.2%	0.2	2.4%	3.5	16.8%	23%
Chamaedorea seifrizii	Palma xiat	2	8.3%	0.4	4.9%	1.4	6.5%	20%
Hampea trilobata	Mahagua	1	4.2%	0.2	2.4%	2.6	12.5%	19%
Manilkara zapota	Zapote	1	4.2%	0.2	2.4%	2.5	12.0%	19%
Aphelandra scabra	Chak kank'il xiw	1	4.2%	0.2	2.4%	2.0	9.6%	16%
Paullinia pinnata	Chéen aak'	1	4.2%	0.8	9.8%	0.3	1.4%	15%
Bauhinia jenningsii	Tsimin	1	4.2%	0.2	2.4%	1.5	7.2%	14%
Bromelia pinguin	Piñuela	1	4.2%	0.4	4.9%	0.7	3.4%	12%
Esenbeckia pentaphylla	Yuuya	1	4.2%	0.2	2.4%	0.4	1.9%	9%

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Laetia thamnia	Xi' inche	1	4.2%	0.2	2.4%	0.4	1.9%	9%
Malvaviscus arboreus	Tulipancillo	1	4.2%	0.2	2.4%	0.4	1.9%	9%
Paullinia cururu	Xtu' ak'	1	4.2%	0.2	2.4%	0.4	1.9%	9%
Coccoloba cozumelensis	Sak boob	1	4.2%	0.2	2.4%	0.2	1.0%	8%
Tabebuia chrysantha	Maculis	1	4.2%	0.2	2.4%	0.2	1.0%	8%
Urvillea ulmacea	Zizus	1	4.2%	0.2	2.4%	0.2	0.7%	7%
Coccoloba spicata	Boob	1	4.2%	0.2	2.4%	0.1	0.5%	7%
Total General		24	100%	8.2	100%	20.9	100%	300%

Al interior del sitio del proyecto, los mayores valores de importancia de las especies que ahí se registraron, lo obtuvieron *Gymnanthes lucida* y *Drypetes lateriflora*, con el 27% y el 23%, respectivamente. El alto valor de importancia de estas dos especies se relacionó con que las mismas presentan fueron registrados en los cinco sitios de muestreo, presentan las mayores densidades por hectárea (312 arb/ha y 392 arb/ha), además de que presentaron valores de área basal de los más altos (3.299 m²/ha y 1.810 m²/ha). Como se observa en la tabla anterior, la mayoría de las especies (48), presentan valores de importancia por debajo del 3%, lo cual es un claro indicador de que el sitio del proyecto se caracteriza por que el mayor número de individuos corresponde con unas cuantas especies (*Gymnanthes lucida*, *Drypetes lateriflora*, *Manilkara zapota*, *Gymnopodium floribundum*, *Laetia thamnia* y *Brosimum alicastrum*).

Con respecto a los estratos arbustivo y arbóreo, la magnitud del índice de importancia muestra una mayor equitatividad entre las especies que ahí se registraron. Las especies con los mayores valores de importancia en el estrato herbáceo fueron: *Drypetes lateriflora*, *Cydistia potosina*, *Gymnanthes lucida*, *Piper amalago* y *Discorea floribunda*, cuyos valores de importancia variaron entre el 26% y el 23%, siendo la primera de las especies mencionadas, la que obtuvo el mayor valor de importancia.

4.7.4 Estado de conservación y/o deterioro de la vegetación

En este apartado se reitera, de acuerdo con los datos del trabajo en campo, que el predio se encuentra cubierto en su totalidad por vegetación de Selva Mediana Subperennifolia.



Estado de la vegetación. En la imagen se observa el estado de la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia presente en el área de estudio.

De acuerdo con el trabajo de campo y el análisis de los datos recabados, se puede decir que la vegetación presente en el predio en estudio presenta un estado de conservación considerable, esto se refleja en los valores obtenidos de los parámetros ecológicos calculados, ya que se obtuvo una alta riqueza específica con un total de 82 especies, la mayor parte de ellas típicas de la vegetación de selva mediana subperennifolia. Por otra parte, se registró un menor número de especies de vegetación secundaria.

4.8 **FAUNA**

4.8.1 Descripción del método de muestreo

Para este apartado se realizó un monitoreo de la fauna durante agosto de 2017, como paso inicial durante los trabajos de muestreo de fauna, se efectuó una revisión bibliográfica de los trabajos realizados para la zona o sitios cercanos a ella, con el fin de generar una lista preliminar de los individuos que posiblemente se pudieran

encontrar. Por otro lado, durante los trabajos del inventario forestal no se observaron muchos individuos de fauna, más que algunas aves, lo cual también se tomó en cuenta. Teniendo como base los hábitos de las especies en la lista preliminar, se llevaron a cabo recorridos en diferentes horarios que comprendieron desde las 6:30 am a las 12:30 pm y de 16:00 pm a 20:00, para lograr obtener una muestra faunística más representativa del sitio de interés.

Los recorridos se realizaron a pie a través de la vegetación, principalmente siguiendo los transectos ya marcados durante los muestreos de las unidades de vegetación realizadas anteriormente; y constaron de observaciones directas en su mayoría, para lo cual se empleó la ayuda de binoculares, así como, una cámara marca Canon modelo sx 30 IS semiprofesional con lente gran zoom de 35-800mm. Mediante dicho muestreo directo se logró avistar la mayoría de las especies registradas, siendo las aves el grupo con mayor incidencia, se tomaron registros aplicando técnicas de muestreo indirecto como identificación auditiva y búsqueda de otros indicios como plumas, huellas, excretas, rascaderas y cualquier otra evidencia de su presencia; estas últimas metodologías enfocadas principalmente al registro de mamíferos. Cabe mencionar que durante la aplicación de las metodologías de observación directa e indirecta señaladas anteriormente se contó con el apoyo de guías de campo especializadas para cada grupo de vertebrados, con el fin de confirmar algunos registros y tener una mayor certidumbre en la determinación de las especies observadas.

4.8.2 Caracterización

En base a los registros obtenidos en campo se pudo generar una lista de 65 especies de fauna registradas pertenecientes a tres grupos de vertebrados, siendo las aves el grupo que mayor número de especies registrándose un total de 55 y los reptiles y mamíferos con cinco especies cada uno.

Tabla. Especies de fauna registradas en el área de estudio. Se indican un listado de las especies existentes en el predio de acuerdo a las observaciones directas e indirectas realizadas durante dos estudios realizados en el mismo sitio.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
AVES				
Passeriformes	Fringillidae	Euphonia	affinis	Eufonia garganta negra
Passeriformes	Tityridae	Pachyrampus	aglaiae	Mosquero cabezón degollado
Psittaciformes	Psittacidae	Amazona	albifrons	Loro frente blanca
Accipitriformes	Cathartidae	Coragyps	attratus	Zopilote negro
Accipitriformes	Cathartidae	Cathartes	aura	Zopilote cabeza roja
Passeriformes	Parulidae	Seiurus	aurocapilla	Chipe suelero
Passeriformes	Tyrannidae	Platyrinchus	cancrominus	Mosquero rabón
Apodidae	Trochilidae	Amazilia	candida	Colibrí candido
Passeriformes	Tyrannidae	Contopus	cinereus	Mosquero tropical
Passeriformes	Tyrannidae	Tyrannus	couchii	Tirano silbador
Apodidae	Trochilidae	Campylopterus	curvipennis	Colibrí cola cuña
Columbiformes	Columbidae	Patagioenas	flavirostris	Paloma morada
Passeriformes	Cardinalidae	Habia	fuscicauda	Tángara cuello rojo
Passeriformes	Mimidae	Melanoptila	glabirostris	Mauñador negro
Passeriformes	Turdidae	Turdus	grayii	Mirlo pardo
Passeriformes	Furnariidae	Sittasomus	griseicapillus	Trepatroncos oliváceo
Passeriformes	Icteridae	Icterus	gularis	Bolsero de Altamira
Passeriformes	Fringillidae	Euphonia	hirundinacea	Eufonia garganta amarilla
Passeriformes	Icteridae	Amblycercus	holocericeus	Cacique pico blanco
Passeriformes	Troglodytidae	Thryothorus	maculipectus	Chivirín moteado
Accipitriformes	Accipitridae	Buteo	magnirostris	Aguililla caminera
Passeriformes	Parulidae	Dendroica	magnolia	Chipe de magnolia

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	melanocephalus	Trogon cabeza negra
Coraciiformes	Momotidae	Momotus	momota	Momoto corona azul
Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	morio	Chara café
Psittaciformes	Psittacidae	Aratinga	nana	Perico pecho sucio
Galliformes	Phasianida	Melleagris	ocellata	Pavo ocelado

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
	e			
Passeriformes	Vireonidae	Vireo	pallens	Vireo manglero
Passeriformes	Tyrannidae	Megarhynchus	pitangua	Luis piquigruoso
Passeriformes	Sylviidae	Polioptila	plumbea	Perlita tropical
Passeriformes	Cardinalidae	Piranga	roseogularis	Tángara yucateca
Piciformes	Picidae	Colaptes	rubiginosus	Carpintero oliváceo
Passeriformes	Emberizidae	Arremonops	rufivirgatus	Rascador oliváceo
Passeriformes	Parulidae	Setophaga	ruticilla	Chipe flameante
Passeriformes	Cardinalidae	Granatellus	sallaei	Granatelo yucateco
Passeriformes	Tityridae	Tityra	semifasciata	Titira enmascarado
Passeriformes	Tyrannidae	Attila	spadiceus	Atila
Falconiformes	Falconidae	Falco	sparverius	Halconcito colorado
Piciformes	Ramphastidae	Pteroglossus	torquatus	Aracari de collar
Passeriformes	Parulidae	Geothlypis	trichas	Mascarita común
Passeriformes	Tyrannidae	Myiarchus	tuberculifer	Papamoscas triste
Columbiformes	Columbidae	Leptotila	verreauxi	Paloma arroyera
Galliformes	Cracidae	Ortalis	vetula	Chachalaca
Passeriformes	Parulidae	Dendroica	virens	Chipe dorso verde
Passeriformes	Corvidae	Cyanocorax	yncas	Chara verde
Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	anabatina	Trepatroncos sepia
Passeriformes	Cucullidae	Piaya	cayana	Cuco ardilla

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Passeriformes	Tyrannidae	Oncostoma	cinereigulare	Mosquero pico curvo
Passeriformes	Tyrannidae	Onychorynchu s	coronatus	Mosquero real
Passeriformes	Furnaridae	Xiphorhynchu s	flavigaster	Trepatroncos bigotudo
Piciformes	Picidae	Veniliornis	fumigatus	Carpintero café
Piciformes	Picidae	Dryocopus	lineatus	Carpintero lineado
Piciformes	Ramphasti dae	Ramphastos	sulfuratus	Tucán real
Trogoniformes	Trogonidae	Trogon	violaceus	Trogon violaceo
Passeriformes	Tyrannidae	Myiopagis	viridicata	Elaenia verdoso
MAMIFEROS				
Carnivora	Canidae	Urocyon	cinereoargen teus	Zorro gris
Carnivora	Procyonida e	Nasua	narica	Coatí de nariz blanca
Artiodactyla	tayassuidae	tayassu	pecari	Pecari barbiblanco
Rodentia	sciuridae	Sciurus	yucatanensis	Ardilla de Yucatán
Rodentia	Dasyprocti dae	Dasyprocta	punctata	Agutí
REPTILES				
Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
Squamata	Lacertidae	Sceloporus	chrysostictus	Lagartija amarilla de Yucatán
Squamata	Colubridae	Drymarchon	corais	culebra prieta
Squamata	Lacertidae	Norops	rodriguezi	
Squamata	Lacertidae	Norops	sericeus	Norops
Squamata	Teiidae	Ameiva	undulata	Ameiva metálica o arcoiris

La homogeneidad de la vegetación del predio, así como la baja manifestación de cambios importantes en un periodo considerable generan una alta probabilidad de incidencia de especies que no se registraron en los monitoreos pero tienen potencial distribución en el sitio según la bibliografía consultada. Por otro lado, debido a que la superficie que va a ocupar el desplante de las obras es solamente de 15 ha de la superficie total del predio, el

posible impacto a la fauna será mínimo debido a que alrededor también se encuentran zonas con vegetación homogénea ya que el predio está inmerso en la selva y la fauna ahuyentada se puede mover en varias direcciones, por lo que se considera que el proyecto no generará un impacto representativo sobre la riqueza, abundancia, diversidad ni distribución de la fauna. Para conocer mejor la fauna de este predio se calculó la abundancia, índice de diversidad Simpson, y el índice de diversidad Shanon-Weiner de las especies registradas en el predio.

Clase	Abundancia	Índice de diversidad Simpson	Índice de diversidad Shanon-Weiner
Aves	113	0.9737	3.825
Mamíferos	7	0.7755	1.55
Reptiles	15	0.6489	1.287

Primero se calculó la abundancia, que es el número de individuos de una población. Posteriormente se determinaron los índices de diversidad.

4.8.2.1 *Índice de Simpson*

El índice de Simpson se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos 'extracciones' sucesivas al azar sin 'reposición'.

Se parte de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay, y la distribución es más equitativa.

$$diversidad = \frac{N(N-1)}{\sum_i n_i(n_i-1)}$$

ni= número de individuos de la especie i

N = número total de individuos para todas las S especies en la comunidad Donde 0 es alta diversidad y 1 baja diversidad.

El predio de estudio muestra una baja diversidad de acuerdo con este índice. Índice de diversidad Shanon-Weiner

Índice de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949), es un índice que se basa en la teoría de información mide el contenido de información por el símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas posibilidades de ocurrencia son $(p_1 \dots p_S)$ y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades.

Se calcula mediante la siguiente expresión

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i \cdot \ln P_i)$$

Donde:

- P_i : proporción total de la muestra que pertenece a la especie "i", con $i = 1, 2, \dots, S$; en donde "S" es el número total de especies presentes en la muestra.

n_i = número individuos especie i.

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Los resultados del índice de diversidad de Shanon-Weiner para el predio de estudio muestran que el número de individuos por especie es prácticamente equitativo.

En el predio de estudio se encontraron 113 ejemplares de aves pertenecientes a 55 especies distribuidas en 27 familias, mientras que de mamíferos se encontraron 7 ejemplares de 5 especies y 5 familias. Por último, en cuanto a reptiles se encontraron 15 ejemplares agrupados en 5 especies y 3 familias.

Mientras que en un estudio realizado por CONABIO en la Reserva de Calakmul, Campeche para un ecosistema en buen estado de conservación se reportaron 73 especies de reptiles, 18 especies de anfibios y 388 especies de mariposas; por lo que se observa que en comparación con el predio de estudio, los reptiles resultan ser mucho más diversos en un sitio bien conservado como es la Reserva de Calakmul (Pozo de la Tijera y Galindo Leal, 2001).

En otro estudio realizado en la región de “Los Petenes”, Campeche, dentro de la biota, la avifauna fue el grupo más conspicuo, con un registro de 193 especies de aves. Por lo que la diversidad de aves en esta región es mucho mayor, que la reportada para el área de estudio (Mas y Corre, 2000).

Los estudios anteriores ayudan a determinar que la diversidad faunística del predio de estudio no es muy alta, en comparación con sitios bien conservados, de cualquier modo, se llevará a cabo un Programa de rescate de fauna para no afectar a las especies presentes en el predio.

4.8.3 Especies presentes en el predio con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

En lo que se refiere a las especies protegidas, del total de especies registradas, 11 se encuentran enlistadas dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-

SEMARNAT-2010

Especies de fauna registradas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Psitacifor mes	Psittacidae	Amazona	albifrons	Loro frente blanca	Protección especial (Pr)
Passerifor mes	Tyrannidae	Platyrinchus	cancrominus	Mosquero rabón	Protección especial (Pr)
Passerifor mes	Mimidae	Melanoptila	glabirostris	Mauñador negro	Protección especial (Pr)
Psitacifor mes	Psittacidae	Aratinga	nana	Perico pecho sucio	Protección especial (Pr)

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Galliformes	Phasianidae	Melleagris	ocellata	Pavo ocelado	Amenazada (A)
Passeriformes	Vireonidae	Vireo	pallens	Vireo manglero	Protección especial (Pr)
Passeriformes	Sylviidae	Poliophtila	plumbea	Perlita tropical	Protección especial (Pr)
Piciformes	Ramphastidae	Pteroglossus	torquatus	Aracari de collar	Protección especial (Pr)
Passeriformes	Furnariidae	Dendrocincla	anabatina	Trepatroncos sepia	Protección especial (Pr)
Passeriformes	Tyrannidae	Onychorhynchus	coronatus	Mosquero real	Peligro de extinción (P)
Piciformes	Ramphastidae	Ramphastos	sulfuratus	Tucán real	Amenazada (A)

4.8.4 Especies endémicas

En total se registraron cuatro especies endémicas, cabe mencionar que el endemismo se delimitó a la Península de Yucatán y en este caso abarca los tres estados mexicanos, Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como el denominado Petén Guatemalteco. Todas las especies endémicas registradas pertenecen al grupo de aves como se muestra en la tabla siguiente.

Especies endémicas registradas durante el trabajo de campo realizado en la zona del proyecto del Centro

Integral de Manejo de Residuos Sólidos de Tulum.

Familia	Género	Especie	Nombre común
Phasianidae	Meleagris	ocellata	Pavo ocelado
Cardinalidae	Piranga	roseogularis	Tángara yucateca
Icteridae	Icterus	auratus	Bolsero yucateco
Mimidae	Melanoptila	glabirostris	Mauñador negro

4.8.5 Especies migratorias

La migración es un fenómeno que ocurre principalmente en el grupo de las aves en la región de la Península de Yucatán la cual juega un papel muy importante como sitio de descanso y alimentación. En total se registraron seis especies migratorias las cuales por la

época en que fueron registrados los muestreos, son especies provenientes de Norteamérica las cuales vienen a pasar en zonas más cálidas el invierno. De las seis especies reportadas todas son migratorias invernales las cuales se establecen en la zona durante los meses de invierno, alimentándose y regresando en la primavera a sus sitios de anidación en el norte del continente, las restantes dos especies son consideradas transeúntes ya que solo hacen una escala temporal durante su migración en esta región y continúan su viaje a centro y Sudamérica

Especies migratorias registradas durante los estudios previos en la zona del proyecto.

Género	Especie	Nombre común	Estatus
Falco	sparverius	Halconcito colorado	Migratoria invernacional
Dendroica	virens	Chipe dorsoverde	Migratoria invernacional
Dendroica	magnolia	Chipe de magnolia	Migratoria invernacional
Geothlypis	trichas	Mascarita común	Migratoria invernacional
Seiurus	aurocapilla	Chipe suelero	Migratoria invernacional
Setophaga	ruticilla	Chipe flameante	Migratoria invernacional

4.9 *Diagnóstico ambiental.*

El área de influencia de este proyecto está delimitada, como lo señala el estudio de caracterización mediante un buffer que conforma un polígono que encierra el predio siguiendo los caminos existentes en torno de éste y que presentan las mismas variantes antes señaladas. Este Sistema ambiental abarca una superficie de 272 hectáreas

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, su origen sedimentario se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico, sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una loza caliza. Por ello, la microcuenca presenta suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

Los ecosistemas tienen como principal servicio ambiental ser la fuente de provisión de agua a todos los pobladores y actividades productivas que se realizan en la zona costera y

sus inmediaciones. Asimismo, generan servicios ambientales como zona de refugio para especies de fauna debido a que son los de mayor biodiversidad registrada. De manera secundaria proporcionan bienes en forma de materia prima de recursos forestales maderables y no maderables utilizados en la construcción de diversas obras y edificaciones en los centros de población y desarrollos turísticos. Asimismo existen sitios dedicados a la recreación por medio de una gama amplia de actividades al aire libre, que incluyen desde recorridos en bicicletas hasta con vehículos automotores o visita a cuerpos de agua (cenotes) donde se ofrecen posibilidades de observación de la naturaleza. A nivel regional contribuyen con otras comunidades vegetales arboladas en la regulación climática y de gases atmosféricos, principalmente como fuente de captura de carbono y mantenimiento de la calidad microclimática y confort ambiental. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

En el sistema ambiental de este proyecto son evidentes los procesos de urbanización, en sus alrededores existen vialidades en operación, así como especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano de la ciudad de aventuras.

El Municipio de Solidaridad es junto con Benito Juárez y Tulum, de los municipios de mayor crecimiento demográfico en el país, pues su tasa de crecimiento en los últimos 20 años es de 7.6. 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; su cabecera municipal, la ciudad de aventuras pasó de 6,733 habitantes en 2000 a 18,233 en 2010. Este crecimiento poblacional fue la principal razón de la creación del municipio separándolo del municipio de Solidaridad en mayo de 2008.

El grado de marginación del Municipio reportado por CONAPO es bajo, pero el INEGI reporta para las comunidades rurales en la microcuenca un índice de marginación alto, observable en las viviendas que son predominantemente de materiales perecederos como madera o bajareque con techo de huano, así como en la carencia de infraestructura urbana para el control de las aguas residuales o la disposición de residuos sólidos. De acuerdo con Morales (2006) en las localidades de Francisco Uh May y Macario Gómez en el 90 y 97 %, respectivamente, de las viviendas se cocina con leña, lo cual se traduce en una amenaza para los recursos forestales de las selvas aledañas. La actividad agrícola en estas comunidades rurales es de autoconsumo; la actividad ganadera es de tipo extensivo pero no está muy desarrollada; y la actividad apícola se realiza de forma artesanal y está a punto de desaparecer.

En la localidad de aventuras prevalece el sector terciario de la economía, fundamentalmente el dedicado al comercio, turismo, transporte, servicios y administración pública. De acuerdo con la página web de Turismo, en la zona de playa de existen 66 establecimientos de hospedaje con una oferta total de 1,536 habitaciones, mientras que en la zona urbana hay 20 establecimientos con una oferta de 272 habitaciones. Este número de cuartos representa 32 % de la oferta de cuartos hoteleros del Municipio ya que en la microcuenca la mayor parte de los establecimientos son de baja densidad y sólo se registran 2 con una oferta de más de 100 habitaciones.

La carretera Federal 307 es la principal vía de comunicación del municipio, a lo largo de su recorrido se encuentran las principales poblaciones del municipio como la cabecera, Tulum, Akumal, Ciudad Chemuyil, así como los grandes hoteles y complejos turísticos de la Riviera Maya. Además otras carreteras de carácter estatal comunican las localidades del interior del territorio, la principal de ellas comunica el interior del municipio, accediendo a las localidades de Macario Gómez, Francisco Uh May y Cobá. Esta misma vía, en sentido opuesto comunica a Tulum con la costa —en donde se asienta la zona hotelera- y continúa hacia el sur por un camino que une a las comunidades de Boca Paila y Punta Allen, donde culmina; y hacia el norte atravesando el Parque Nacional Tulum hasta entroncar con la Zona Arqueológica Tulum. Desde estas vías principales parten brechas y senderos que se

internan a la selva para acceder a cenotes o a parcelas, mismas que están causando la fragmentación del ecosistema. Son particularmente importantes, por su número, las brechas que parten de la carretera Tulum- Cobá, en las inmediaciones de las localidades Francisco Uh May y Macario Gómez en donde se está llevando a cabo la apertura de fraccionamientos rurales sin dotarles de infraestructura para el manejo de aguas residuales y residuos sólidos.

Los problemas que afectan al área de estudio son por una parte falta de oportunidades de desarrollo y alternativas económicas (suelos inadecuados para agricultura, falta de tecnología agrícola, falta de alternativas productivas), con pérdidas económicas en la comercialización de productos en las zonas rurales y un acelerado desarrollo en la zona costera sin los servicios necesarios de saneamiento y manejo de residuos, así como de salud, educación y vivienda. Esta situación provoca en el aspecto ambiental contaminación y sobre explotación del acuífero, explotación de recursos naturales sin planeación como es el uso de cenotes sin un control, la deforestación de selva mediana, los incendios, la erosión costera y la intrusión salina y además la afectación provocada por los fenómenos naturales como son los huracanes.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos como a futuro lo establecerán los instrumentos de planeación para la zona, por lo que se esperan condiciones que indican que no se puedan encontrar las condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano- suburbano contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma y garantiza la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos y procesos prioritarios.

En este contexto, la ejecución del Proyecto tendrá una influencia positiva en el desarrollo del sistema ambiental definido para el proyecto, con influencia directa sobre la Población de Tulum e indirecta en el resto del municipio. La inyección de recursos económicos y la

creación de espacios y oportunidades de inversión mejorará la situación económica del municipio y debido a que el plan considera la introducción de infraestructura para el manejo de aguas residuales no incrementará la problemática asociada a ésta. La incorporación de terrenos con vegetación forestal al desarrollo suburbano por supuesto que reducirá la superficie del ecosistema disponible para la flora y fauna, pero dado que se trata de un impacto planeado y previsto, para el cual las autoridades de los tres niveles de gobierno establecerán medidas de compensación, por lo que no puede considerarse significativo.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 15 hectáreas se aplicaran las medidas establecidas señaladas en el presente documento. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona la erosión de los suelos del área de estudio. Por las tendencias del crecimiento de la población en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este proyecto es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona actualmente el predio.

En conclusión, se tiene que el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo en regular estado de conservación por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio, incluso dentro del mismo predio toda vez que se destinara más del 250 hectáreas en su estado natural sin modificarse que representan el 95 % de la superficie total .

Para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida,

primeramente, se debe exponer la biodiversidad existente dentro del Sistema ambiental. De esta manera, la diversidad faunística dentro del predio se encuentra conformada por 55 especies de las cuales, 39 son aves, 9 son mamíferos, 5 son reptiles y 2 anfibios, la mayoría de estas especies tienen distribuciones muy amplias dentro de la Península y algunas incluso a nivel de México. Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se podría detectar hasta 4 anfibios, 8 especies de reptiles, 56 especies de aves y 13 especies de mamíferos.

La diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de Shannon obtenido es muy parecida con respecto al sistema ambiental. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3.4 y 3.8 para el sitio del predio y del sistema ambiental respectivamente que se consideran ligeramente altos, esto indica que existe una muy buena riqueza de especies de aves en ambas unidades comparativas. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio sólo con el propósito de alimentarse o en reposo. En el caso de la herpetofauna (anfibios y reptiles) dicho índice H equivale a 1.6 y 2.2 respectivamente considerado bajo, índices muy parecidos para el grupo de los mamíferos de 1.8 y 2.2. El número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año.

La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos, esto quiere decir que existe una muy buena distribución de las especies registradas por grupo faunístico. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudio sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Péeffaur, 2000).

Respecto a la diversidad de fauna silvestre tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución en el predio de 55 especies de las cuales,

39 son aves, 9 son mamíferos, 5 son reptiles y 2 anfibios, los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que dentro del sistema ambiental se logra detectar 81 especies de las cuales, 56 son aves, 13 son mamíferos, 8 son reptiles, y 4 son anfibios.

- En el caso de los Anfibios, estos pueden desplazarse a zonas conservadas.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.
- En el caso de Reptiles y Mamíferos, podrán desplazarse a la zona que se mantendrá sin afectación o a las áreas dentro del mismo predio y dentro del sistema ambiental.

De acuerdo con la compulsión de la NOM 09-SEMARNAT 2010, en el predio se registró la presencia de 4 especies protegidas por la citada Norma Ecológica: la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) el loro de frente blanca (*Amazona albifrons*), el pavo de monte (*Meleagris ocellata*) que se registró indirectamente a través de sus plumas y el tucán (*Ramphastos sulfuratus*), todas ellas se encuentran protegidas con la categoría de especie Amenazada, a las cuales se le debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de estos organismos. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto para evitar su captura, daño o muerte.

Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados

Parámetro	Área sujeta a CUSTF			Sistema Ambiental		
	Estrato			Estrato		
	Anfibios y reptiles	Aves	Mamíferos	Anfibios y reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	7	39	9	12	56	13
Índice H	1.6	3.4	1.8	2.2	3.8	2.2
Equitabilidad	0.8	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8

Debe considerarse que la mayoría de las especies registradas en el predio no se encuentran establecidas como tal, sino que algunos ejemplares emplean el sitio del proyecto como paso, pernocta y de alimentación, lo que posiblemente no suceda con el sistema ambiental, puesto que al tratarse de una superficie más amplia que contienen en gran parte vegetación de selva, dichas especies se encuentran de forma permanente, siendo entonces un lugar con fauna diversa que se distribuye en la superficie que presenta la unidad de análisis del sistema ambiental delimitado. Lo anterior nos permite concluir que la biodiversidad referente a la fauna de vertebrados no se ve comprometida pues todas las especies registradas en el predio también se encuentran fuera de éste en el sistema ambiental.

En cuanto a fauna, en el predio se verificó la presencia de 55 especies que representan entre 7.2% reconocido para la Península y hasta 8.4% para el Estado, respectivamente (Pozo 2011). Esta reducida representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado.

Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Anfibios	43 (4.6%)	22 (9%)
Reptiles	139 (3.5%)	106 (4.7%)
Aves	528 (7.3%)	483 (8%)
Mamíferos terrestres	45 (20%)	40 (22.5%)

Si bien es cierto que en la superficie del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre el criterio de excepcionalidad para demostrar que no se compromete la biodiversidad por el cambio de uso de suelo propuesto dentro del predio del proyecto, se concluye que se tendrá un efecto reducido

sobre la riqueza de flora y fauna, lo cual no sólo se motiva con el bajo número de especies protegidas registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- 3) Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.
- 4) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto 15 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de las elvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051hahectáreas).

La descripción de las unidades del suelo identificadas, va de lo general a lo particular, considerando que cada uno se encuentra compuesto por dos o más unidades o subunidades de suelo, cuya mezcla provee las características particulares para cada grupo. Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en el capítulo IV y V del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo con esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde a Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2); así mismo se toma en consideración que el Estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado una erosionabilidad muy escasa.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto es de 13.6 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectara a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines suburbanos.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocara la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación, mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplían un “cierto tipo” de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta y considerando que se trata de un caso hipotético como analogía a continuación se presenta el desarrollo del método empleado y sus resultados.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos

(E): Mario Martínez Méndez (2005).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

$$E = R K L S C P$$

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha/año

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para

la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 1,150.3 mm que

multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el Estado de Quintana Roo de acuerdo al mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Región	Ecuación	R²
I	R = 1.2078P + 0.002276P²	0.92
II	R = 3.4555P + 0.006470P²	0.93
III	R = 3.6752P - 0.001720P²	0.94
IV	R = 2.8559P + 0.002983P²	0.92
V	R = 3.4880P - 0.00088P²	0.94
VI	R = 6.6847P + 0.001680P²	0.90
VII	R = -0.0334P + 0.006661P²	0.98
VIII	R = 1.9967P + 0.003270P²	0.98
IX	R = 7.0458P - 0.002096P²	0.97
X	R = 6.8938P + 0.000442P²	0.95
XI	R = 3.7745P + 0.004540P²	0.98
XII	R = 2.4619P + 0.006067P²	0.96
XIII	R = 10.7427P - 0.00108P²	0.97
XIV	R = 1.5005P + 0.002640P²	0.95

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación $R = 3.7745 (P) + 0.004540 (P)^2$. Por lo tanto considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1,150.3 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1150.3) + 0.004540 (1150.3)^2$$

$$R = 10,349.08 \text{Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan 1986).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Mediante análisis de la carta edafológica del INEGI, se advierte que el predio se encuentra dentro de las unidades edafológicas Litosol más rendzina en clase textural media. Derivado de lo anterior tenemos que el suelo presenta en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arenoso y el contenido de materia orgánica del 2.0%, por lo tanto el valor de K estimado de 0.019 de acuerdo al cuadro presentado anteriormente.

K= 0.019

La longitud y grado de pendiente. La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

Se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%)

Ha= Altura de la parte alta del terreno (m) Hb= Altura de la parte baja del terreno (m) L=
Longitud del terreno (m)

De acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo sería de:

La altura de la parte alta del terreno es de 31 msnm La altura de la parte baja del terreno es de 27 msnm La longitud del terreno analizada es de 1000 m.

Entonces tenemos:

$$S = \frac{31-27}{2000}$$

$$S = \frac{4}{1000}$$

$$S = .004 (100)$$

$$S = 0.4 \%$$

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor, Ls se calcula como:

$$LS: (\lambda)m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2) \lambda =$$

Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno M= Parámetro cuyo valor es 0.5

De acuerdo con los resultados obtenidos y sustituyendo los valores en la formula tenemos: $LS = (1000)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (0.4) + 0.00138 (0.4)^2)$

$$LS = (31.62) (0.0178808)$$

$$LS = 0.56$$

Por consiguiente, la erosión potencial es: $E = R * K * LS$

$$E = 10349.08 * 0.019 * 0.56$$

$E = 110.1$ ton/ha/año en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 11.1 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo.

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.01, (bosque natural con productividad moderado).

$$E = 110.1 * \text{factor de vegetación} \quad E = 110.1 * 0.01$$

$$E = 1.1 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio con vegetación es de 1.1 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.11 mm.

Dándole sentido a lo anterior, tenemos que la pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo es significativa en el caso de que estuviera expuesto durante todo el año a las condiciones del clima (viento y lluvia), se tendría una pérdida de 110.1 ton/ha/año, sin embargo esta pérdida como se ha mencionado es anual, pero si consideramos que de los 365 días únicamente se expondrá el suelo 40 días que es el tiempo de duración de la remoción de la vegetación y que posteriormente se verterá sobre el suelo material pétreo y se iniciará con el proceso constructivo, entonces tenemos que la pérdida efectiva es de 9 ton/ha/año ($110.1 * 30/365$), lo cual se considera poco significativo ya que esta medida reduce la erosión del suelo, inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año.

Además el proyecto considera en su caso realizar las actividades de trabajo en el periodo de seca para reducir aún más la erosión del suelo por arrastre a través de agua de lluvia, también se pretende rápidamente el sellado de la superficie removida, y si a esto le sumamos medidas de mitigación como la recuperación de tierra, podemos concluir que el cambio de uso de suelo no provocará significativamente la erosión del suelo.

Por lo anterior se contemplan acciones de protección que permitirán controlar y mitigar la erosión del suelo en las cercanías del área prevista para CUSTF. Además, con la aplicación y ejecución del manejo de residuos derivados de la preparación del sitio y construcción propuesto se evitará la mala disposición del producto del despalme, y con ello evitar que el material de desecho se deje abandonado en sitios poco adecuados y que con el tiempo afecte a la vegetación arbustiva y herbácea. Además, el manejo del material de despalme que se plantea permitirá el aprovechamiento del horizonte fértil en la reforestación y en su conjunto, los árboles y arbustos sembrados y las herbáceas que se encuentren en el área evitarán la erosión.

Como medida para no provocar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que el promotor plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo. Por lo que de manera complementaria, se contempla el rescate y reubicación de plantas sanas y vigorosas de especies y se programa la reforestación y reubicación con especies nativas en las áreas verdes naturales que tiene contemplado el proyecto.

A continuación se plantean las medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

1. El rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios.
2. No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto y se realizarán en talleres establecidos para este fin.

3. El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
4. Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera.
5. El desmonte se realizará 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 la erosión.
6. Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se quiera, dentro de las zonas sujetas al cambio de uso de suelo, para evitar la suspensión de sedimentos.
7. 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.
8. En las áreas verdes del proyecto, se realizará la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

En conclusión, el CUSTF en 15 hectáreas no aumentará la erosión del área. En primer lugar, porque esta es muy baja en todo el Sistema Ambiental, debido a que no se presentan pendientes mayores en el predio de 1%; y porque después del CUSTF se llevara a cabo el despalme y posteriormente se construirán y cubrirán con materiales las bases y demás infraestructura propuestas para este proyecto, lo que evita la posibilidad constante de los procesos erosivos.

4.9.1 Conclusiones

En total se registró 65 especies siendo las aves el grupo con mayor representatividad. En el caso de las aves se registraron varias especies que es común observarlas en sitios con buen estado de conservación como el Mosquero Real (*O. coronatus*) y el mosquero rabón (*P. cancrinus*). Debido a las condiciones del sitio y a lo homogéneo de la vegetación en las zonas circundantes la fauna no tendrá efectos negativos significativos o que pongan en peligro su permanencia como especies ya que podrán desplazarse a las zonas de selva circundantes la cual presenta buen estado de conservación.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

El impacto ambiental, definido por la LGEEPA (Art. 3, Fracción XIX), es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Los métodos y técnicas para la identificación de los impactos ambientales están destinados a medir tanto los impactos directos, que involucran pérdida parcial o total de un recurso o el deterioro de una variable ambiental, como la acumulación de impactos ambientales y la inducción de riesgos potenciales. Como es sabido, el análisis de los impactos incluye variables socioeconómicas, culturales, históricas, ecológicas, físicas, químicas y visuales, en la medida que ellas se generen en el territorio afectado por la acción y que representen las alteraciones ambientales prioritarias derivadas de una acción humana (Espinoza, 2001).

5.1 *Identificación de impactos.*

Para la identificación de los impactos ambientales que serán generados por la realización del presente proyecto, se implementó una metodología a través de la cual se pueden estimar los impactos provocados por la ejecución del proyecto y reducir la subjetividad en la detección y valoración de los mismos, la cual consiste en los siguientes pasos:

- Identificación de las acciones del proyecto susceptibles de producir impactos, las cuales se derivan de las obras y actividades que componen el proyecto;
- Identificación de los factores ambientales y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos por parte de las acciones que componen el proyecto;
- Identificación de los impactos ambientales a través de matrices de interacción.

Para efectos de la evaluación del impacto ambiental se entiende por acción a la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002), y para lo cual es clave la descripción de las obras y actividades del

proyecto. Dado que éste pretende llevar a cabo obras y actividades de cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, las acciones susceptibles de producir impactos se presentan en el Cuadro siguiente.

Acciones del proyecto susceptible de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades de CUSTF.

ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDADES	CODIGO
CUSTF	Trazo y delimitación	1
	Acondicionamiento Vivero Provisional	2
	Rescate de Vegetación	3
	Ahuyentamiento de Fauna	4
	Desmonte y Despalme	5
	Clasificación y reutilización de material de desmonte	6
	Nivelación y compactación	7
	Acondicionamiento del Área Verde (Deshierbe y Limpieza)	8
	Reforestación y reubicación de plantas nativas	9
	Operación de Maquinaria	10
	Presencia de Trabajadores	11

Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos.

FACTORES AMBIENTALES / SERVICIOS AMBIENTALES		CODIGO
MEDIO NATURAL		
Aire	Calidad del Aire	AI
Suelo	Protección y recuperación de suelos	S

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Agua (Superficial y Subterránea)	Provisión del agua en calidad y cantidad	AG
Flora	Protección de la biodiversidad	FL
Fauna	Protección de la biodiversidad	FA
	Fragmentación de Hábitats	FH
SERVICIOS AMBIENTALES		
Captura de carbono, contaminantes y componentes naturales		CC
Generación de oxígeno		GO
Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales		FN
Modulación o regulación climática		MRC
MEDIO CONCEPTUAL		
Paisaje (Estética)	Paisaje y Recreación	PC
FACTORES AMBIENTALES / SERVICIOS AMBIENTALES		CODI GO
Naturalidad	Calidad	NC
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Recursos Humanos	Calidad de vida	RHC
	Salud y seguridad	RHS
Economía	Empleo	EM
	Economía Local	EL

La identificación de los impactos ambientales es el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental, y las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación.

En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas para la identificación de impactos. La metodología usada para realizar la identificación y evaluación de los impactos ambientales producto de la construcción del presente proyecto, se basó en el documento denominado “Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental” (Espinoza, 2001), y fue a través de las técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental que se citan a continuación:

Listas de Chequeo: Este método consiste en una lista ordenada de factores ambientales que son potencialmente afectados por una acción humana. Las listas de chequeo son exhaustivas. Su principal utilidad es identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una 1ra etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida

Las ventajas de las listas de chequeo están dadas por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto. La principal desventaja de estas técnicas es que no permite definir o establecer las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio ambiente y tampoco la identificación y evaluación de efectos sinérgicos.

Lista de chequeo de los factores ambientales susceptibles de ser impactados por las actividades de CUSTF del proyecto. (p): impacto positivo; (n): impacto negativo.

ACCIÓN	FACTORES AMBIENTALES		IMPACTO	p	n
1. Trazo y Delimitación	Flora	FL	Eliminación de vegetación por actividades de topografía		(-)
	Recursos Humanos	RHC	Prestaciones de Ley	(+)	

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

2. Acondicionamiento Vivero Provisional	Empleo	EM	Empleos Temporales	(+)	
	Economía	EL	Adquisición de Materiales	(+)	
3. Rescate de Vegetación	Flora	FL	Rescate de vegetación nativa con importancia ecológica o económica o protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
4. Ahuyentamiento de Fauna	Fauna	FA	Ahuyentamiento de Fauna silvestre o enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
5. Desmonte y Despalme	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos		(-)
	Suelo	S	Remoción de la capa fértil (despalme)		(-)
	Agua	AG	Alteración de la infiltración al acuífero y cenote		(-)
	Flora	FL	Remoción de la vegetación (desmonte)		(-)
	Captura Carbono	CC	Disminución en la captura de carbono y contaminantes		(-)
	Generación Oxígeno	GO	Disminución en la generación de oxígeno		(-)
	Amortiguamiento Fenómenos	FN	Disminución en el amortiguamiento de los fenómenos naturales		(-)
	Modulación Climática	MRC	Disminución en la modulación o regulación climática		(-)
	Fauna	FA	Perdida de Individuos y Reducción de Hábitat		(-)
		FH	Fragmentación del Hábitat		(-)
Naturalidad	NC	Contemplación de áreas sin vegetación		(-)	
6. Clasificación y reutilización de material de desmonte	Suelo	S	Recuperación de suelo	(+)	
	Flora	FL	Afectación de vegetación por mala disposición del almacenamiento de residuos vegetales		(-)
7. Nivelación y Compactación	Aire	AI	Generación de Sólidos Suspendidos		(-)
	Suelo	S	Modificación Puntual de la Topografía		(-)
	Agua Subterránea				(-)

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		AG	Excavación Laguna Artificial		
8. Acondicionamiento del Área Verde	Flora	FL	Eliminación selectiva de flora exótica o invasora	(+)	
9. Reforestación y reubicación de plantas nativas	Suelo	S	Recuperación de suelo	(+)	
	Flora	FL	Recuperación de áreas con vegetación nativa y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010	(+)	
	Fauna	FA	Recuperación de hábitat para la fauna	(+)	
10. Operación de Maquinaria	Aire	AI	Generación de emisiones atmosféricas		(-)
	Suelo	S	Contaminación por derrames de hidrocarburos		(-)
	Agua Subterránea	AG	Contaminación del cenote y acuífero por derrames de hidrocarburos		(-)
	Fauna	FA	Ahuyentamiento de fauna por generación de ruidos		(-)
	Naturalidad	NC	Contemplación de Maquinaria		(-)
	Recursos Humanos	RHC	Afectación de la población por incremento en niveles sonoros		(-)
	Economía	EL	Renta de Maquinaria	(+)	
11. Presencia de Trabajadores	Aire	AI	Generación de malos olores por inadecuada disposición de aguas sanitarias		(-)
	Suelo	S	Contaminación del suelo por inadecuada disposición de aguas sanitarias		(-)
	Agua Subterránea	AG	Contaminación del cenote y acuífero por filtración de aguas sanitarias		(-)
	Fauna	FA	Proliferación de fauna nociva por inadecuada disposición de residuos sólidos		(-)
	Paisaje	PC	Dispersión de residuos sólidos a predios colindantes		(-)
	Recursos Humanos	RHC	Prestaciones de Ley	(+)	
			Transmisión de enfermedades y accidentes por fauna nociva		(-)

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		RHS			
	Economía	EM	Empleos Temporales	(+)	
		EL	Adquisición de Productos	(+)	
TOTAL DE IMPACTOS AMBIENTALES				14	28

En la lista de chequeo para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, se puede observar que los impactos negativos están relacionados con las afectaciones al aire, agua, suelo, flora y fauna, servicios ambientales y paisaje del sitio por las actividades de desmonte y despalde en sí, mientras que los impactos positivos están relacionados con la generación de trabajos temporales y reactivación de la economía local por consumo de víveres al interior del predio.

Matrices de interacción: 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 evaluación de impacto ambiental, 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. Sin embargo, el uso de éstas técnicas, presenta algunas desventajas que es importante considerar: a) las matrices con muchas interacciones son difíciles de manejar, b) no consideran impactos secundarios o de orden mayor e impactos sinérgicos y acumulativos, c) para la valoración de cada impacto identificado es asignado un mismo peso en términos de los atributos ambientales definidos (p. ej. magnitud e importancia) y d) los valores asignados a los atributos ambientales generalmente son definidos en escalas o valores relativos, por lo que es recomendable sustentarlos con el uso de índices o indicadores ecológicos, económicos, o normas técnicas.

En la matriz de interacción de impactos ambientales, se identificaron 176 posibles interacciones entre las 11 acciones susceptibles de producir impactos y los 16 factores

o servicios ambientales. La operación de maquinaria (10) y la presencia de trabajadores (11), a pesar de no ser actividades propias del cambio de uso de suelo en terrenos forestales del sitio del proyecto, forman parte integral de diversas actividades al requerir personal y maquinaria para poder ser ejecutadas.

En dicha matriz puede observarse que del total de interacciones (176), 28

corresponden a impactos negativos (-), 14 a impactos positivos (+) y 134 no presentan interacción ().

Las actividades que presentaron mayor número de impactos netos corresponden a las relacionadas con el desmonte y despalme (11), presencia de trabajadores (9) y operación de maquinaria (7), los cuales se reflejan principalmente sobre la flora (6) y la fauna (6).

5.2 *Caracterización de los impactos*

Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los factores ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, corresponde la predicción de los impactos en función de las relaciones causa- efecto determinadas en la etapa de identificación.

Descripción de los impactos potenciales derivados del CUSTF del predio donde se pretende llevar a cabo la construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
CALIDAD DEL AIRE		
Desmonte y Despalme	AI-5	Durante las actividades de remoción de la vegetación (desmonte) y de la cubierta superficial del terreno (despalme) en una superficie de 13.6 has, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos).
Nivelación y Compactación	AI-7	Durante las actividades de nivelación y compactación de la superficie de CUSTF, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (sascab).

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Operación de Maquinaria	AI-10	<p>Durante las actividades de CUSTF, se afectará temporalmente la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (ej. humos y gases de combustión por la operación de maquinaria pesada y vehículos que consumen gasolina o diesel para su funcionamiento) y ruido (operación de la maquinaria, equipo y tránsito vehicular).</p> <p>El aumento en los niveles sonoros se reflejará principalmente sobre la fauna y los trabajadores del proyecto durante los días y horas hábiles.</p>
--------------------------------	--------------	---

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Presencia de Trabajadores	AI-11	<p>La disposición inadecuada de las aguas residuales sanitarias de los trabajadores de la construcción, derivada de la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la de falta de costumbre de los trabajadores en usarlos, puede afectar temporalmente la calidad del aire por la generación de malos olores.</p>
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS		
Desmante y Despalme	S-5	<p>La calidad del suelo en las áreas sujetas a desmante y despalme, sufrirán afectación por la remoción de la vegetación (desmante) y extracción y retiro de la capa fértil superficial (despalme).</p>
Clasificación y Reutilización Desmante	S-6	<p>Los residuos forestales provenientes del desmante serán triturados para la obtención de una composta y su ulterior aprovechamiento en la generación de sustrato, para el enriquecimiento y a acondicionamiento de las áreas ajardinadas y áreas verdes del proyecto.</p>
Nivelación y Compactación	S-7	<p>Se afectará el suelo por excavaciones, relleno, nivelación y compactación, es decir, modificación puntual de la topografía (relieve).</p>
Reforestación Plantas Nativas	S-9	<p>La reforestación con plantas nativas generará que la calidad del suelo de las áreas verdes, se mejoren considerablemente ya que las plantas rescatadas se trasplantarán en aquellos, evitando con ello la destrucción y erosión del suelo.</p>
Operación de	S-10	<p>Se contempla la contaminación del suelo por residuos peligrosos derivada de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, lubricantes, etc. Así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del</p>

Maquinaria		suelo.
Presencia de Trabajadores	S-11	<p>Por la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto, se generarán residuos sólidos orgánicos e inorgánicos provenientes principalmente del consumo de víveres del personal que labora en el sitio del proyecto los cuales estarán constituidos principalmente de restos de alimentos y su empaque (envolturas de celofán, plástico, cartón, recipientes), y bebidas (envases de cartón, cristal, aluminio, latas). El manejo inadecuado de la basura puede afectar de manera negativa la calidad del suelo por su dispersión.</p> <p>La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo.</p>
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD		
Desmante y Despalle	AG-5	La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 13.6 has, afectará la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el predio de interés. Asimismo, las actividades de desmante y despalle, pueden afectar la integridad del cenote.
Nivelación y Compactación	AG-7	Se afectará el acuífero por exposición del manto freático derivado de la construcción de la laguna artificial.
Operación de Maquinaria	AG-10	Se contempla la contaminación del cenote y manto acuífero, derivado de posibles fugas de aceites, gasolina, aditivos, etc., así mismo, por acciones de mantenimiento de la maquinaria y vehículos de transporte, serán generados aceites, grasas y estopas que pueden afectar aún más la calidad del acuífero.

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Presencia de Trabajadores	AG-11	La defecación al aire libre en el área de trabajo y zonas aledañas al sitio del proyecto, se originaría por la carencia de baños sanitarios portátiles suficientes y funcionales (buen estado, limpios y con un mantenimiento adecuado) y a la falta de costumbre de los trabajadores en usarlos. Dicho personal puede realizar sus necesidades fisiológicas al aire libre, afectando con esta acción a la calidad del suelo, cenote y por filtraciones la contaminación del manto acuífero.
FLORA - PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Trazo y Delimitación	FL-1	Los trabajos de topografía y la apertura de brechas, afecta la vegetación presente en las mismas.
Rescate de Vegetación	FL-3	El proyecto, previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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.
Desmote y Despalme	FL-5	En cuanto a los impactos sobre la biodiversidad, esta se verá impactada por la remoción de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales en una superficie de 15 has. De acuerdo con la caracterización de la vegetación del predio, en el sitio se registra la presencia de tres especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT2010, las palmas Chit (<i>Thrinax radiata</i>) la Palmita (<i>Zamia loddigesii</i>) y el Maculis amarillo (<i>Tabebuia chrysantha</i>), catalogados con el estatus de Amenazados.
Clasificación y Reutilización Desmote	FL-6	La disposición inadecuada de los residuos producto del desmote de la vegetación, puede afectar la vegetación y biodiversidad de las áreas con vegetación natural que no forman parte del área de CUSTF.
Acondicionamiento Área Verde	FL-8	Al término del CUSTF de interés , llevará cabo una eliminación selectiva de flora exótica, nociva e invasora.
Reforestación Plantas Nativas	FL-9	El proyecto, previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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.
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES		

Desmonte y Despalme	CC-5	La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 15 has de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia, reducirá la captura de carbono.
GENERACIÓN DE OXÍGENO		

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Desmonte y Despalme	GO-5	Este servicio ambiental, al igual que la captura de carbono se habrá de ver afectado y reducido por la disminución en una superficie de 15 has de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia.
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES		
Desmonte y Despalme	FN-5	Las zonas cubiertas de vegetación natural contribuyen a la disipación o pérdida de poder de los eventos meteorológicos que son comunes en la temporada de huracanes en el estado de Quintana Roo. La disminución de 15 has de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia afectará el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales en la zona.
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA		
Desmonte y Despalme	MRC-5	Los espacios que cuentan con una cobertura vegetal contribuyen de manera directa a la modulación o regulación climática. La disminución de 15 has de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia afectará el microclima del sitio del proyecto.
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD		
Ahuyentamiento de Fauna	FA-4	El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. De acuerdo con la compulsión de la NOM -059- SEMARNAT 2010, en el predio se registró la presencia de 4 especies protegidas por la citada Norma Ecológica: la Iguana rayada (<i>Ctenosaura similis</i>), el loro de frente blanca (<i>Amazona albifrons</i>), el pavo de

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		<p>monte (<i>Meleagris ocellata</i>) que se registró indirectamente a través de sus plumas y el tucán (<i>Ramphastos sulfuratus</i>), todas ellas se encuentran protegidas con la categoría de especie Amenazadas y protección especial.</p>
<p>Desmante y Despalme</p>	<p>FA-5</p>	<p>El desmante y el despalme en el sitio del proyecto afectarán principalmente el hábitat de la fauna, reduciéndolo en una superficie de 15 has para llevar a cabo la implementación del proyecto.</p>
<p>Reforestación Plantas Nativas</p>	<p>FA-9</p>	<p>La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio.</p>
<p>Operación de Maquinaria</p>	<p>FA-10</p>	<p>La operación de la maquinaria en las actividades de trazo, nivelación y compactación, afectarán de manera negativa a la fauna, ya que será ahuyentada a las áreas con vegetación natural del predio y predios colindantes al proyecto debido a los altos niveles sonoros.</p>
<p>Presencia de Trabajadores</p>	<p>FA-11</p>	<p>Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas) y feral (perros callejeros). Esto no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores del proyecto y</p>
		<p>predios colindantes, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades.</p> <p>La fauna nativa puede ser desplazada por la fauna feral, o en su defecto, por consumo de residuos sólidos se puede provocar mortandad. Aunado a lo anterior, afectaciones a la fauna por la costumbre de cazar especies comestibles y o a los trabajadores por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas.</p>
<p>FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS</p>		

ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
-----------	--------	-------------

Desmonte y Despalme	FH- 5	Fenómenos como urbanización, industrialización y crecimiento poblacional han sido los principales responsables por la disminución del número de especies del planeta y sus hábitats. La modificación de un suelo por efectos del aislamiento y fragmentación, dificulta las posibilidades de perpetuar especies tanto dentro del área como en las áreas cercanas, ya que se pierde la dispersión de los individuos por semillas (plantas), afectaciones a la migración de individuos para descanso, anidación o alimentación (animales).
PAISAJE (ESTÉTICA) – PAISAJE Y RECREACIÓN		
Presencia de Trabajadores	PC- 11	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica por parte de los trabajadores del proyecto, esta puede ser dispersada por vientos a la vegetación y predios colindantes, con lo que se afectaría el paisaje. Así mismo, se puede presentar defecación al aire libre en la vegetación de los predios colindantes, por la carencia de letrinas.
NATURALIDAD - CALIDAD		
Desmonte y Despalme	NC- 5	Las actividades de desmonte y despalme afectan la naturalidad de la zona, al remover la vegetación presente en el sitio.
Operación de Maquinaria	NC- 10	Se afectará la naturalidad de la zona debido a la contemplación de maquinaria operando durante las presentes actividades.
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
Acondicionamiento Vivero	RHC- 2	Las actividades de acondicionamiento del vivero generarán empleos temporales para las personas de la localidad, con las correspondientes prestaciones de ley.
Operación de Maquinaria	RHC- 10	La operación de la maquinaria y equipo, así como tránsito vehicular, traerá consigo el incremento de los niveles sonoros, afectando la calidad de vida de los trabajadores del proyecto.
Presencia de Trabajadores	RHC- 11	En el proyecto, el personal contará con las prestaciones de ley entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para eventuales accidentes laborales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas,

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen.
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
Presencia de Trabajadores	RHS-11	Por la mala disposición final de la basura orgánica e inorgánica, se puede generar la proliferación de fauna nociva (ratas). Así mismo, la generación de fauna feral (ej. perros) no solo representa una peligrosidad de los animales hacia los trabajadores, sino en la posibilidad de transmisión de enfermedades. Aunado a lo anterior, afectaciones a los trabajadores por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas.
ECONOMÍA - EMPLEO		
Acondicionamiento Vivero	EM-2	El proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra.
ACTIVIDAD	CODIGO	DESCRIPCIÓN
Presencia de Trabajadores	EM-11	Se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones, licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizar estos estudios y tramites, lo cual generará empleos temporales.
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL		
Acondicionamiento Vivero	EL-2	En cuanto a la economía local, está se reactiva provocando un beneficio localmente ya que el personal consume varios productos de los comerciales cercanos al proyecto. También se provoca el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto.
Operación de Maquinaria	EL-10	
Presencia de Trabajadores	EL-11	

5.3 Valoración de los impactos

Para la valoración cualitativa de los impactos potenciales identificados en la tabla anterior, se clasificarán de acuerdo a los criterios establecidos en la siguiente tabla.

Criterios de clasificación de los impactos ambientales

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	CLASES
Por el carácter	<ul style="list-style-type: none"> • Positivos: son aquellos que significan beneficios ambientales. • Negativos: son aquellos que causan daño o deterioro de componentes o del ambiente global
Por la relación Causa-efecto	<ul style="list-style-type: none"> • Primarios: son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella, a menudo estos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantenimiento de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables. • Secundarios; son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.
Por el momento en que se manifiestan	<ul style="list-style-type: none"> • Latente: aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. • Inmediato: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación es prácticamente nulo. • Momento crítico: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación
Por la interrelación de acciones y/o alteraciones	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto simple: aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia. • Impacto acumulativo: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. • Impactos sinérgicos: son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental por la suma de los impactos individuales. Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
Por la extensión	<ul style="list-style-type: none"> • Puntual: cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada. • Parcial: aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

	<ul style="list-style-type: none"> • Extremo: Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado. • Total: aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado.
Por la persistencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Temporal: aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto. • Permanente: aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.
Por la capacidad de recuperación del ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Irrecuperable: cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. • Irreversible: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce. • Reversible: aquel en el que la acción puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo debido al funcionamiento de los procesos naturales. • Fugaz: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.

Fuente: Jure, J. y S. Rodríguez, 1997. Aplicabilidad del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a los Planos Reguladores Comunales. Informe para optar al Título de Ingeniero de Ejecución en Ordenación Ambiental, Instituto Profesional INACAP (modificado).

En el Cuadro siguiente, se presenta la evaluación de impactos ambientales potenciales identificados para el presente proyecto, en función de los criterios expuestos en el Cuadro previamente citado.

Valoración cualitativa de los impactos ambientales del proyecto.

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
CALIDAD DEL AIRE							
AI-5	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
AI-7	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
AI-10	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
AI-11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS							
S-5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
S-6	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
S-7	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
S-9	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
S-10	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
S-11	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD							
AG-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
AG-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
AG-10	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
AG-11	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD							
FL -1	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
FL -3	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL -5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL -6	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Temporal	Reversible
FL -8	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FL -9	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES							
CC -5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
GENERACIÓN DE OXÍGENO							

CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
G O- 5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES							
FN -5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA							

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

MR C-5	Negativo	Secundario	Latente	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD							
FA -4	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
FA -5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FA -9	Positivo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
FA -10	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
FA -11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS							
FH -5	Negativo	Primario	Inmediato	Acumulativo	Puntual	Permanente	Reversible
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD							
PC- 11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
NATURALIDAD - CALIDAD							
N C- 5	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Permanente	Reversible
NC -10	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA							
RH C- 2	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RH C-10	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

RH C-11	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD							
RHS -11	Negativo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Reversible
CODIGO	CARACTER	CAUSA-EFECTO	MOMENTO MANIFESTACIÓN	INTERRELACIÓN ACCIONES Y/O ALTERACIONES	EXTENSIÓN	PERSISTENCIA	RECUPERACIÓN
ECONOMÍA – EMPLEO							
E M- 2	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
EM -11	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL							
EL-2	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
EL10	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz
EL11	Positivo	Primario	Inmediato	Simple	Puntual	Temporal	Fugaz

NOTA: Impacto Positivo Negativo Impacto

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados, se emplearon los criterios y metodología descritos en el siguiente Cuadro para estimar la incidencia del proyecto sobre los distintos factores y atributos ambientales.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

Criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto.

CRITERIO	EVALUACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR
Carácter (C)	Positivo	Benéfico para el factor o atributo	+1
	Negativo	Perjuicio para el factor o atributo, por debajo de los umbrales de aceptabilidad contenidos en las regulaciones ambientales.	-1
Perturbación (P)	Escasa	Baja Perturbación	1
	Regular	Perturbación Moderada	2
	Importante	Alta Perturbación	3
Importancia (I)	Baja	Baja severidad y/o frecuencia del impacto	1
	Media	Moderada severidad y/o frecuencia del impacto	2
	Alta	Alta severidad y/o frecuencia del impacto	3
Ocurrencia (O)	Poco Probable	Baja probabilidad que los impactos se presenten	1
	Probable	Media probabilidad que los impactos se presenten	2
Extensión (E)	Muy Probable	Alta probabilidad que los impactos se presenten.	3
	Puntual	Se encuentra dentro de las áreas de concesión o propiedad del promotor.	1
	Local	Excede las áreas de concesión o propiedad del promovente y se encuentra dentro de las áreas de administración local (municipio)	2
Duración (D)	Regional	Excede las áreas de administración local	3
	Corta	Durante la etapa de construcción del proyecto	1
	Media	Duradera la operación del proyecto	2
Reversibilidad	Permanente	Duradera en toda la vida del proyecto	3
	Reversible	No requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	1
	Parcial	Si se requiere ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.	2

(R)	Irreversible	Se debe generar una nueva condición ambiental.	3
-----	--------------	--	---

De esta forma se construyó una expresión numérica que es aplicada para cada impacto ambiental y resume la interacción del mismo con cada factor y atributo ambiental potencialmente afectado.

$$\text{Impacto Total} = C * (P + I + O + E + D + R)$$

Con los resultados de la valoración de los impactos según los criterios seleccionados, se califica la seriedad del mismo de acuerdo a la ponderación que se muestra en el Cuadro siguiente.

Ponderación para la valoración de impactos ambientales

Negativo (-)	
Severo - Significativo	$\geq (-) 15$
Moderado	$(-) 15 \geq (-) 9$
Compatible	$\leq (-) 9$
Positivo (+)	
Alto	$\geq (+) 15$
Mediano	$(+) 15 \geq (+) 9$
Bajo	$\leq (+) 9$

Los niveles de ponderación de los impactos negativos se presentan a continuación:

- Impacto Compatible: La carencia de impacto o la recuperación inmediata tras el cese de la acción. No se necesitan prácticas mitigadoras.
- Impacto Moderado: La recuperación de las condiciones iniciales requiere cierto tiempo. Se precisan prácticas de mitigación simples.
- Impacto Severo - Significativo: La magnitud del impacto exige, para la recuperación de las condiciones, la adecuación de prácticas específicas de

mitigación. La recuperación necesita un periodo de tiempo dilatado.

Valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados

CÓDIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
CALIDAD DEL AIRE								
AI-5	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-7	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-11	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS								
S-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
S-6	1	1	1	1	1	2	2	8
S-7	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
S-9	1	1	3	3	1	2	2	12
S-10	- 1	1	1	2	1	1	2	-8
S-11	- 1	1	1	2	1	1	2	-8
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD								
AG-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
AG-7	- 1	1	1	2	1	1	2	-8
AG-10	- 1	1	1	2	1	1	2	-8

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

AG-11	- 1	1	1	2	1	1	2	-8
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FL-1	- 1	1	1	2	1	1	1	-7
FL-3	1	1	3	3	1	1	2	11
FL-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
FL-6	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
FL-8	1	1	3	3	1	2	2	12
FL-9	1	1	3	3	1	2	2	12
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES								
CC-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
GENERACIÓN DE OXÍGENO								
GO-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES								
FN-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA								
MRC-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FA-4	1	1	3	3	1	1	2	11

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

FA-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
FA-9	1	1	3	3	1	2	2	12
FA-10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
FA-11	- 1	1	1	1	1	1	2	-7
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-11	- 1	1	1	1	1	1	2	-7
NATURALIDAD - CALIDAD								
NC-5	- 1	2	2	2	1	2	2	-11
NC-10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA								
RHC-2	1	1	1	1	1	1	1	6
RHC-10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
RHC-11	1	1	1	1	1	1	1	6
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD								
RHS-11	- 1	1	1	1	1	1	2	-7
ECONOMÍA – EMPLEO								

EM-2	1	1	1	1	1	1	1	6
EM-11	1	1	1	1	1	1	1	6
ECONOMÍA – ECONOMÍA LOCAL								
EL-2	1	1	1	1	1	1	1	6
EL-10	1	1	1	1	1	1	1	6
EL-11	1	1	1	1	1	1	1	6

5.3.1 Valoración Cuantitativa de los Impactos Positivos

Dentro de los 14 impactos que fueron identificados como positivos, mediante la aplicación de los criterios de valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que 8 son bajos, mientras que 6 son medianos.

Los impactos benéficos bajos se presentan principalmente en el medio socioeconómico y están relacionados con la calidad de vida de los empleados (RHC2, RHC-11), la generación de empleos temporales (EM-2, EM-11) y la economía local (EL-2, EL-10, EL-11), durante el tiempo que duren las actividades de CUSTF del proyecto

En el proyecto, el personal contará con las prestaciones de ley; entre los más importantes destaca el servicio de Seguro Social garantizando, el bienestar y salud tanto de los trabajadores como de sus respectivas familias. Es importante señalar que se contará además con el equipo indispensable de primeros auxilios para el caso en que se presenten accidentes laborales eventuales. Por otro lado, se cumplirá con las normas referentes a la seguridad e higiene durante todas las etapas del proyecto, por lo tanto, los trabajadores contarán con equipo de protección personal (botas, guantes, cubrebocas, orejeras, cascos, etc.) de acuerdo con las actividades que desarrollen (RHC-2, RHC-11).

Asimismo, el proyecto, durante las actividades de cambio de uso de suelo, generará empleos temporales para las personas de la localidad, debido al requerimiento de mano de obra. Además, se requiere de la elaboración de estudios y trámites para obtener autorizaciones licencias, permisos y similares que sean requisito para la realización del

presente proyecto ante las dependencias gubernamentales correspondientes (federales, estatales y/o municipales), para lo cual se necesita de la contratación de mano de obra calificada para realizarlos generando empleos temporales (EM-2, EM-11).

Lo anterior se logrará mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable donde se incluye 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 al sitio 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 (FL3). La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (15 Has), así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto (FL-8, FL-9, S-9).

Por su parte, en relación con la fauna, el proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) así como y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (FA-4). La reforestación con plantas nativas, recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio (FA-9).

En cuanto a la economía local, ésta se reactiva provocando un beneficio ya que el personal consume productos varios de los comerciales cercanos al proyecto (tiendas, tortillerías, puestos de comida, etc.). Aunado a lo anterior se provoca el suministro de víveres y materiales diversos hacia el área del proyecto (EL-2, EL-10, EL-11).

Por su parte, los impactos benéficos moderados están relacionados con la protección y recuperación de los suelos (S-9), así como, protección de la biodiversidad en flora (FL-3, FL-8, FL-9) y fauna (FA-4, FA-9).

Lo anterior se logrará mediante la implementación del Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto, el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable donde se incluye 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 al sitio 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 (FL3). La reforestación con plantas nativas pretende prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales (15 Has), así como, arborizar y ajardinar las áreas verdes del proyecto (FL-8, FL-9, S-9).

Por su parte, en relación con la fauna, el proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) así como y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (FA-4). La reforestación con plantas nativas recuperará hábitat natural para la fauna presente en el predio (FA-9).

5.3.2 Valoración Cuantitativa de los Impactos Negativos

Dentro de los 27 impactos que fueron identificados como negativos, mediante la aplicación de los criterios para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales, se ponderó que ninguno es severo (significativo), 16 son compatibles, y 11 son moderados.

Por consiguiente, dada la ausencia de impactos ambientales severos (significativos), se puede concluir que el CUSTF del sitio del proyecto, no provocará alteraciones en los ecosistemas, sus recursos naturales o en la salud, que obstaculicen la existencia o desarrollo del hombre o de los demás seres vivos, así como, la continuidad de los procesos naturales, ya que ningún impacto producirá altas perturbaciones, excederá las áreas de la propiedad del proyecto o del sistema ambiental y no generará nuevas condiciones ambientales, entre otras.

Para los impactos ambientales identificados (compatibles y moderados), no se necesitan prácticas mitigadoras (impactos compatibles), o en su defecto, se precisan prácticas de mitigación simples (impactos moderados).

Los impactos ambientales compatibles, están relacionados principalmente con las afectaciones a los factores y servicios ambientales que se presentarán durante la etapa de preparación del sitio del proyecto, es decir, son de duración corta y su recuperación es inmediata tras el cese de las actividades de CUSTF como se puede observar a continuación:

- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) durante las actividades de desmonte y despilme (AI-5);
- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas (sólidos suspendidos) por el movimiento de materiales pétreos (AI-7);
- Afectaciones a la calidad del aire por la generación de emisiones atmosféricas de combustión (AI-10);
- Afectaciones a la calidad del aire por la inadecuada disposición de las aguas residuales de los trabajadores de la construcción (AI-11);

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

- Afectaciones a la calidad del suelo (S-10), del cenote y por filtración del manto acuífero (AG-10) por inadecuada disposición y manejo de residuos peligrosos (aceites, gasolinas, aditivos, lubricantes, entre otros);
- Afectaciones a la calidad del suelo (S-11), del cenote y por filtración del manto acuífero (AG-11) por inadecuada disposición de residuos sólidos y aguas residuales;
- Afectaciones a la calidad del acuífero (AG-7) derivadas de la excavación de la laguna artificial;
- Afectaciones a la biodiversidad de flora por trabajos de topografía (FL-1);
- Afectaciones a la biodiversidad de flora (FL-6) y fauna (FA-11) por inadecuada disposición de residuos vegetales y basura orgánica e inorgánica;
- Afectaciones a la biodiversidad de fauna por ahuyentamiento (FA-10) y calidad de vida de los trabajadores y habitantes de los predios colindantes por el aumento de los niveles sonoros (RHC-10);
- Afectaciones al paisaje (PC-11) por la inadecuada disposición de residuos sólidos;
- Afectaciones a la naturalidad del sitio (NC-10) por la presencia de maquinaria;
- Afectaciones a los trabajadores y habitantes de predios colindantes por la proliferación de fauna nociva derivada de la mala disposición de residuos sólidos (RHS-11).

Por su parte, los impactos ambientales moderados están relacionados con la modificación del entorno, es decir, la remoción de una superficie de 13.6 Hectáreas de vegetación para llevar a cabo el CUSTF del proyecto, así como, la nivelación y compactación del sitio. Estos

impactos se presentarán durante toda la operación del proyecto, y se requerirían de ayuda humana para volver a las condiciones iniciales.

La remoción de dicha vegetación y compactación del sitio afectará los siguientes factores y servicios ambientales:

- Protección y Recuperación de los Suelos (S-5, S-7);
- Provisión de Agua en calidad y cantidad (AG-5);
- Protección de la Biodiversidad de Flora (FL-5);
- Protección de la Biodiversidad de Fauna (FA-5);
- Captura de Carbono, Contaminantes y Componentes Naturales (CC-5);
- Generación de Oxígeno (GO-5);
- Amortiguamiento del Impacto de los fenómenos naturales (FN-5);
- Modulación o regulación climática (MRC-5);
- Fragmentación de Hábitat (FH-5);
- Naturalidad (NC-5).

La promovente cuenta con medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales compatibles y moderados identificados para el proyecto, las cuales se describen de manera detallada en el siguiente capítulo. Estas medidas se enfocan al desahogo de los preceptos normativos de excepcionalidad que establece el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable, con lo cual se podrá observar que no se comprometerá la biodiversidad, no se provocará la erosión de los suelos, no habrá disminución en la captación de agua así como no se afectará la calidad de la misma

5.4 *Conclusiones.*

Una vez evaluados los impactos ambientales, se define su importancia y la magnitud de estos con base en el sistema ambiental definido. Como se mencionó, los impactos

ambientales derivados del desplante del proyecto se mantienen por debajo de un valor de importancia igual a 50, siendo algunos de estos impactos compatibles, y otros impactos moderados.

En la etapa de preparación del sitio, se observa que el impacto negativo con mayor importancia será la reducción de la cubierta vegetal, ya que en esta etapa se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo forestal de 15 ha para lo cual se realizará el desmonte y despalle de esta superficie. Este impacto se considera mitigable, y se contemplan para ello actividades de rescate de vegetación, la delimitación de áreas verdes y la protección de la vegetación circundante.

En la etapa de construcción tendremos impactos positivos en el ámbito socio- económico, como la generación de empleos temporales y la derrama económica local y regional, que se requerirán insumos que beneficiarán a las actividades productivas de la zona. la explotación de recursos naturales materiales pétreos, que constituyen la explotación de los bancos de dichos materiales.

Dicho lo anterior, el proyecto generará impactos ambientales moderados y compatibles, para los cuales se llevarán a cabo medidas de prevención y mitigación con el fin de minimizar en la medida de lo posible dichos impactos ambientales.

6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

6.1 Descripción de las medidas de prevención y mitigación

En el presente capítulo, se describen las medidas de prevención y mitigación previstas para los impactos ambientales negativos (compatibles y moderados) producto del CUSTF del proyecto, sobre los factores y servicios ambientales.

En los siguientes cuadros se presentan las medidas de prevención y mitigación correspondientes, mediante las cuales se asegura que no se provocará la erosión de los suelos, no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, no se comprometerá la biodiversidad, no se comprometerán los servicios ambientales, entre otras medidas socioeconómicas.

Medidas de prevención y mitigación para asegurar la protección y recuperación de los suelos.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
		CALIDAD DEL AIRE
AI-5 S-5	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. • Verificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente estudio. Las actividades que se requieren para realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es de un periodo de 24 meses (2 años) a partir de la obtención de la autorización correspondiente por la autoridad federal. • Cuantificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmonte y Despalme).
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Estará prohibida la quema de basura y material orgánico resultante de la limpieza, desyerbe y desmonte. • Verificación: No hay evidencia de quema de basura o material orgánico.

Manifestación de Impacto Ambiental Particular

		<ul style="list-style-type: none">• Cuantificación: Evidencia de quema de basura o material orgánico.
	Prevención	<p>Descripción: Durante todo el proceso de cambio de uso de suelo se utilizarán lonas en los vehículos de transporte de materiales pétreos para evitar la dispersión de polvos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Verificación: Presencia de vehículos de transporte de materiales pétreos con lonas.• Cuantificación: Todos los vehículos de transporte de materiales pétreos deben contar con lonas.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
AI-7	Prevencción	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Durante las actividades de trazo, relleno y nivelación, se humedecerá el material para reducir el incremento de polvo en el aire y evitar afectaciones a la vegetación aledaña y erosión del suelo. Además, se deberá restringir la velocidad de circulación de vehículos, para ello se habilitaran reductores de velocidad y se colocaran letreros que informen a los operadores de máquinas y volquetes el límite máximo de velocidad. • Verificación: Presencia de plataformas de trabajo húmedas. • Cuantificación: Las áreas niveladas y compactadas se encuentran húmedas.
AI-10	Prevencción	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Durante todo las actividades de desmonte y trazo de vialidades se llevará un estricto control del estado mecánico de los equipos y maquinaria a emplear, con la finalidad de que las emisiones a la atmósfera no sean críticas y se encuentren en estricto apego a las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-041- SEMARNAT-1996, NOM-042- SEMARNAT-2003, NOM-044SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-047-SEMARNAT-2014, NOM-050SEMARNAT-1993, NOM-076- SEMARNAT-1995 y NOM- 077-SEMARNAT-1995, mismas que regulan el nivel máximo permisible de emisiones a la atmósfera de manera general por vehículos de combustión. Los gases resultantes serán dispersados en la atmósfera por la acción de
		<p>los vientos dominantes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: No hay evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria. • Cuantificación: Maquinaria y vehículos en buen estado de operación con registros de mantenimiento preventivo (Bitácora de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria).
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE LOS SUELOS		

FL-6	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán residuos vegetales producto del despalme y desmonte que se realizará al interior del predio. Estos residuos orgánicos serán acopiados temporalmente en un sitio específico donde no afecte a la vegetación en pie, en un lugar que vaya a ser aprovechado en el futuro, para posteriormente ser triturados y utilizados en áreas verdes para enriquecimiento del suelo o si es el caso serán dispuestos donde la autoridad ambiental lo determine. • Verificación: Evidencia de material vegetal triturado en el sitio del proyecto. • Cuantificación: Volumen de material triturado (Bitácora de trituración de material).
S-7	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La modificación puntual de la topografía del sitio, requerirá de la adquisición de materias primas tales como sascab o polvo de piedra, grava o gravilla, etc., afectando el ecosistema del cual son extraídos, por lo cual tales materias primas serán adquiridas de fuentes que cuenten con los permisos de explotación correspondientes. • Verificación: Comprobantes de la adquisición de material pétreo en sitios autorizados. • Cuantificación: Volumen de material pétreo.
CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
S-10	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para prevenir la contaminación del suelo, toda la maquinaria que ingrese al predio deberá estar en óptimas condiciones. Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a la maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios. Cuando esto suceda, la reparación o mantenimiento deberá de realizarse en sitios alejados de las áreas mantenidas como zonas de conservación y deberán de tomarse todas las medidas necesarias a fin de evitar cualquier riesgo (derrames de aceites, gasolina, etc.) que afecte a los ecosistemas tanto del predio como los de sus colindancias. Se contará con una bodega para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse, Dicha bodega contará con

		<p>paredes y techo de materiales no inflamables, ventilación, borde o sardinel perimetral, canaletas y fosa de recuperación en caso de derrames, y estará debidamente señalizada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Área acondicionada para el almacenamiento de combustibles. • Cuantificación: Superficie impermeable y presencia de residuos en contenedores. Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados (“usados”), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos Peligrosos).
S-11	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de CUSTF, la ingestión de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Estos
		<p>serán acopiados temporalmente en un sitio predefinido al interior del predio hasta que su volumen demande su retiro; al relleno sanitario municipal con el concurso del Sindicato de Transportistas del municipio, quienes mediante camiones de volteo de 7 m3 los retirarán a sitios autorizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura. • Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).

Medidas de prevención y mitigación para evitar el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN		
		<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto de interés , destinará como áreas permeables 250 has de la superficie total . • Verificación: Presencia de las áreas permeables correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 250 has de áreas permeables.
AG-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto pretende llevar a cabo únicamente el CUSTF de 13.6 Has de la superficie total , por lo que la disminución de las áreas permeables en el predio será mínima, y la vegetación y áreas permeables seguirán dando el servicio de infiltración de agua al acuífero. • Verificación: Presencia de las áreas permeables correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 250 has de áreas permeables.
AG-7	Prevención	<p>Descripción: Esta excavación no afectará al manto freático, se usara</p> <ul style="list-style-type: none"> • malla geotextil para evitar la filtración del agua y un sistema de aireación a base de palas de viento. • Verificación: Presencia de las medidas preventivas para evitar el impacto al acuífero. • Cuantificación: La laguna artificial no excede la superficie establecida en el presente ESTUDIO.
AG-10	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Para prevenir la contaminación del acuífero, se establecerán sistemas de control de derrames de combustibles y lubricantes de la maquinaria pesada, y no se realizan reparaciones mayores en el área del proyecto. En el sitio donde se almacena combustible (aunque sea en mínimas cantidades), estará impermeabilizado y contará con los señalamientos respectivos. <p>Verificación: Área impermeable en el área de almacenamiento de combustibles y manifiestos de entrega de residuos peligrosos.</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación: Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados (“Usados”), serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o disposición final (Bitácora de Manejo de Residuos Peligrosos).
AG-11	Mitigación	<p>Descripción: Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica y la</p>
		<p>consecuente contaminación del acuífero, durante la etapa de CUSTF se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura. • Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos).

Medidas de prevención y mitigación para no comprometer la biodiversidad.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
FLORA Y FRAGMENTACIÓN DE HABITATS		
	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, previo a las actividades de CUSTF, implementará el Programa de Rescate y Reubicación de especies de la vegetación forestal del proyecto , el cual tiene como fundamento legal el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentable y el cual incluye 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.

<p>FL-1 FL-5</p> <p>FH-5</p>		<p>Verificación: Rescate de 16,215 plantas.</p> <p>Cuantificación: Supervivencia de al menos un 80% de las especies rescatada (Bitácora de rescate de vegetación).</p>
	<p>Mitigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto de interés , destinará como áreas verdes de conservación 15 Has de la superficie total . ☞ Verificación: Presencia de las áreas verdes correspondientes. ☞ Cuantificación: Presencia de 15Has de áreas verdes de conservación.
<p>FAUNA</p>		
<p>FA-5</p>	<p>Prevención</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, previo a las actividades de cambio de uso de suelo, implementará un Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna, cuyo objetivo principal será minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrollará el proyecto, con especial énfasis hacia los organismos de lento desplazamiento, crías en nidos o aquellos que ocupan hábitats muy particulares (cuevas y tronco huecos, principalmente) y especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. • Verificación: Evidencia de la implementación de las actividades descritas en el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna (Registro Fotográfico) • Cuantificación: Bitácora de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna
<p>FA-10</p>	<p>Prevención</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: En relación con la fauna presente en el predio, los desmontes se realizarán por etapas y en un solo frente de trabajo, para promover que la mayor parte de la fauna se desplace libremente hacia los sitios donde no existan afectaciones. • Verificación: Desmontes en un solo frente de trabajo una vez implementado el Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna.

		<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación: Avance de obra en un solo frente de trabajo.
FA-11	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra. Asimismo, se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados. • Verificación: Pláticas de educación ambiental. • Cuantificación: Lista de asistencia a las pláticas de educación ambiental.

Medidas de prevención y mitigación para no comprometer los servicios ambientales.

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCION DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
CAPTURA DE NO, GENERACIÓN DE OXÍGENO, AMORTIGUAMIENTO CARBO FENÓMENOS NATURALES y REGULACIÓN CLIMÁTICA		
CC-5 GO-5 FN-5 MCR-5	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: El proyecto, al término del CUSTF del proyecto de interés , destinará como áreas verdes de conservación 15Has de la superficie total , las cuales contarán con vegetación nativa, por lo que se seguirán prestando los servicios ambientales de captura de carbono, generación de oxígeno, amortiguamiento de fenómenos naturales y regulación climática, y su disminución no se considera significativa. • Verificación: Presencia de las áreas verdes de conservación correspondientes. • Cuantificación: Presencia de 15Has de áreas verdes de conservación.
PAISAJE		

AI-11 PC-11	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. <p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante el CUSTF se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura y sanitarios portátiles <p>Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados y comprobantes del retiro de las aguas residuales por parte de un prestador de servicios autorizado (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos).</p>
NC-5 NC-10	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La superficie desmontada debe permanecer expuesta el menor tiempo posible, para evitar el transporte de polvos por el viento. • Verificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el presente ESTUDIO • Cuantificación: El CUSTF se ajusta a lo establecido en el Programa de Obra (Desmonte y Despalme).

Medidas de prevención y mitigación relacionadas con aspectos socioeconómicos

CÓDIGO	TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA		
RHC-10	Prevención	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: La maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto contará con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) y se ajustará al horario permitido. • Verificación: No hay evidencia de ruidos fuera del horario permitido (8:00 am – 5:00 pm). • Cuantificación: Mantenimiento preventivo maquinaria y vehículos en buen estado de operación (Bitácora de Mantenimiento Preventivo de la Maquinaria).

RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD		
RHS-11	Mitigación	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción: Se contará con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 10 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. <p>Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante el CUSTF se contará con contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada. Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificación: Presencia de contenedores de basura y sanitarios portátiles <p>Cuantificación: Volumen de residuos trasladados a sitios de disposición final autorizados y comprobantes del retiro de las aguas residuales por parte de un prestador de servicios autorizado (Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos).</p>

6.2 Impactos residuales.

El criterio para identificar los impactos ambientales residuales fue desarrollar un nuevo análisis de los impactos considerando un escenario del Proyecto para el cual todas las medidas de prevención y mitigación, planteadas, fueron aplicadas de manera eficaz.

Valoración cuantitativa de los impactos ambientales residuales para el proyecto una vez implementadas las medidas de prevención y mitigación planteadas

CODIGO	C	P	I	O	E	D	R	VALOR
CALIDAD DEL AIRE								
AI-5	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AI-7	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AI10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6

AI11	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELOS								
S-5	- 1	1	1	1	1	2	2	-8
S-7	- 1	1	1	1	1	2	2	-8
S-10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
S-11	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD Y CANTIDAD								
AG-	-	1	1	1	1	2	2	-8
CODI GO	C	P	I	O	E	D	R	VAL OR
5	1							
AG- 7	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AG- 10	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
AG- 11	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
FLORA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FL-1	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
FL-5	- 1	1	1	1	1	2	2	-8
FL-6	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
CAPTURA DE CARBONO, CONTAMINANTES Y COMPONENTES NATURALES								
CC- 5	- 1	1	1	1	1	2	2	-8
GENERACIÓN DE OXÍGENO								

GO-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
AMORTIGUAMIENTO DEL IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES								
FN-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA								
MRC-51	1 1 1 1	2					2	-8
FAUNA – PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD								
FA-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
FA-10	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FA-11	-1	1	1	1	1	1	1	-6
FAUNA – FRAGMENTACIÓN DE HÁBITATS								
FH-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
PAISAJE (ESTÉTICA) - CALIDAD								
PC-111	1 1 1 1						1	-6
NATURALIDAD - CALIDAD								
NC-5	-1	1	1	1	1	2	2	-8
NC-10	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – CALIDAD DE VIDA								
RHC-10	-1	1	1	1	1	1	1	-6
RECURSOS HUMANOS – SALUD Y SEGURIDAD								

RHS- 11	- 1	1	1	1	1	1	1	-6
------------	--------	---	---	---	---	---	---	----

De acuerdo con el Cuadro previamente citado, se concluye que una vez implementadas las medidas de mitigación planteadas por el proyecto, todos los impactos ambientales se consideran compatibles. Las afectaciones relacionadas con las actividades de Desmonte y Despalme, presentan los valores más altos (-8) dado que se presentarán a lo largo de la vida útil del proyecto y se requeriría ayuda humana para volver a las condiciones iniciales. De este modo, y en términos ambientales, el CUSTF del proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el CUSTF, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales severos o significativos, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que se llevará a cabo el rescate de un porcentaje de la población de las especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo que fueron registradas en el predio, las cuales serán reubicadas en áreas verdes del proyecto.
- No implica aislar un ecosistema, puesto que destinará como áreas verdes con vegetación natural el 50% de la superficie total, las cuales contarán con vegetación nativa y servirán como corredores biológicos.
- Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

- No se determinó la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; y no se esperan daños graves al ecosistema o servicios ambientales, esto en virtud de que la zona conservará el 50% de la superficie total con vegetación natural, por lo que se seguirán prestando los servicios ambientales de captura de carbono, generación de oxígeno, amortiguamiento de fenómenos naturales y regulación climática.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos residuales, que en su caso ocasionen la destrucción aislamiento de los ecosistemas.

Finalmente, por la dimensión de la obra y por el alcance de los impactos asociados, no se anticipa la pérdida del valor ambiental para la zona, y no obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, ni de la continuidad de los procesos naturales.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

En este capítulo el objetivo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el sistema ambiental en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuesta en el capítulo anterior.

7.1 *Descripción y análisis del escenario sin proyecto*

El tipo de vegetación del predio corresponde a una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con predominancia arbórea (VSA/SMQ). La vegetación de este predio presenta vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas (potreros). Por lo que se reconocen dos condiciones de esta vegetación secundaria con características estructurales diferentes: la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) que ocupa la mayor superficie de este predio y la vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia (VSa/SMQ) con menor ocupación, por lo que el mapa de vegetación definitivo que se presenta es congruente con los valores obtenidos de los sitios de muestreo.

Se identificaron en total 92 especies, de las cuales dos se identificaron a nivel de familia, 2 se identifican al nivel de género y las restantes al nivel de especie. Se encuentran agrupadas en 38 familias, de las cuales las Fabaceae (18) son las más abundantes. La mayoría de las especies identificadas presentan una forma de vida arbórea (73), 11 especies son arbustivas o arborescentes, 4 son palmas, 3 epífitas, una trepadora y una herbácea. No se registró ninguna especie en peligro de extinción, 3 especies se reportan como Amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con la compulsión de la NOM -059-SEMARNAT 2010, en el predio se registró la presencia de 4 especies protegidas por la citada Norma Ecológica: la Iguana rayada (*Ctenosaura similis*), el loro de frente blanca (*Amazona albifrons*), el pavo de monte

(*Meleagris ocellata*) que se registró indirectamente a través de sus plumas y el tucán (*Ramphastos sulfuratus*), todas ellas se encuentran protegidas con la categoría de especie Amenazadas y protección especial.

7.2 *Descripción y análisis del escenario con proyecto.*

La tendencia actual en el área donde se propone el desarrollo del proyecto es la creación de áreas para el establecimiento de nuevas áreas para el desarrollo de viviendas de baja densidad.

Por ello el interés del promovente es el establecimiento de una alternativa para la obtención de materiales pétreos como se ha descrito anteriormente, actualmente la zona de proyecto presenta evidencia de alteraciones en los patrones de distribución de la vegetación, producto de las actividades agropecuaria que se han realizado en los últimos años.

La tendencia de proyecto, a corto plazo (3 años) será la conformación explotación, que respetarán la topográfica del terreno, sin alterar los patrones de escurrimientos pluviales. Además, se prevé la conservación de vegetación en la zona de amortiguamiento.

7.3 *Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.*

La puesta en marcha del proyecto, y la consecuente implementación de las medidas de prevención y mitigación que se ponen a consideración de la autoridad para su evaluación, permitirán controlar y mitigar los impactos ambientales adversos al predio y al ambiente. El proyecto cuenta con medidas de prevención y mitigación para evitar la afectación de los siguientes factores y servicios ambientales:

- provisión del agua en calidad y cantidad;
- captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales;
- generación de oxígeno;

- amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales;
- modulación o regulación climática;
- protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida;
- protección y recuperación de suelos;
- paisaje y la recreación;
- recursos humanos.

Con lo antes mencionado, se permite anticipar un proyecto viable en el ámbito ambiental, ya que no pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en peligro de extinción, ni la contaminación del suelo, subsuelo y atmósfera ocasionado por la generación de residuos sólidos y líquidos ya que existirán medidas de mitigación y/o prevención aplicables para cada uno de los impactos generados. Asimismo, se puede concluir que las actividades de CUSTF del proyecto, no comprometerán la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, ni el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, ya que se contará con medidas de prevención o mitigación para los impactos ambientales generados por el proyecto.

7.4 *Pronóstico ambiental.*

En el sistema ambiental del proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal, toda vez que actualmente ocupadas por los asentamientos humanos, vialidades, áreas agrícolas y ganaderas y por caminos de terracería, por lo que corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación.

Las condiciones del sistema ambiental se reflejan al interior del predio del proyecto toda vez que en la actualidad se distinguen en el predio y en sus colindancias áreas de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia con zonas impactadas

por su uso como áreas agrícolas y potreros. Como se ha descrito anteriormente, actualmente la zona de proyecto presenta evidencia de alteraciones en los patrones de distribución de la vegetación, producto de las actividades agropecuaria que se han realizado en los últimos años.

La puesta en marcha del cambio de uso del suelo del proyecto y, traerá el establecimiento de un banco de material sustentable, con un concepto de un desarrollo sustentable; por lo que se pronostica que en 10 años el escenario del área donde se desarrollará el proyecto tendrá un área de conservación de 15 has, donde existirá un desarrollo inmerso dentro de la selva, con construcciones de bajo impacto, rodeado por predios con vegetación idónea para su conservación.

De acuerdo con la normatividad ambiental aplicable, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar algunos de los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas.

7.5 Programa de manejo ambiental

Aunando a las medidas de prevención y mitigación establecidas en la Sección IX.1 para los impactos ambientales que pueda generar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales de una superficie de 15 Has para el proyecto , se requieren de medidas integrales de manejo que permitan su mitigación, prevención, atenuación o reducción, apegando el proyecto a la normatividad ambiental aplicable, para lo cual se presentan los siguientes programas que permitan la supervisión ambiental adecuada del proyecto.

7.5.1 Programa de Ahuyentamiento y/o Rescate de Fauna (Ver Anexo)

El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permitió establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar el rescate y/o ahuyentamiento de la fauna, cuyo objetivo es contribuir a minimizar los posibles impactos ambientales negativos hacia la fauna de vertebrados del predio donde se desarrolla el proyecto.

- Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos (Ver Anexo)

La implementación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales dentro del sitio del proyecto, 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 mitigación sean implementadas de manera efectiva, se ha considerado conjuntarlas en un Programa de Manejo de Residuos cuyos componentes se presentan a continuación:

- Supervisión del uso de sanitarios portátiles en frentes de trabajo, los cuales serán instalados en proporción de un sanitario por cada 20 trabajadores.
- Supervisión del mantenimiento de la infraestructura sanitaria y la disposición final de residuos líquidos a cargo de empresas acreditadas para tal fin por las autoridades competentes.
- Supervisión de la colocación y adecuada ubicación de los contenedores de basura, rotulados (basura orgánica e inorgánica) y con tapa.
- Supervisión de que los residuos sólidos domésticos sean colocados en los contenedores específicos y que su contenido sea retirado y conducido hacia el relleno sanitario del Municipio.
- Supervisión del adecuado mantenimiento de la maquinaria para evitar la producción de ruidos, gases y derrames de líquidos.

Para evitar los impactos ambientales sobre la calidad del agua subterránea, se considera la implementación de las siguientes medidas de prevención y/o mitigación:

En el sitio donde se almacene combustible (aunque sea en mínimas cantidades), deberá estar impermeabilizada y deberá contar con los señalamientos respectivos.

Los aceites, grasas y estopas una vez utilizados, serán depositados en recipientes especiales para ser entregados a personal autorizado para su reciclamiento o

disposición final.

- Se instalarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Además se hará del conocimiento de los empleados de la obra para evitar prácticas inadecuadas de micción y defecación a ras del suelo. Toda fuga proveniente de dichos sanitarios, deberá ser reparada de inmediato, para evitar su filtración al acuífero.
- Para evitar el impacto generado por la basura orgánica e inorgánica, durante la etapa de preparación del sitio se instalarán contenedores rotulados (basura orgánica e inorgánica) en lugares estratégicos dentro del predio para depositar la basura generada.

Los contenedores serán vaciados periódicamente, trasladando los desechos, en camiones recolectores autorizados.

Dentro de este rubro se pretende:

- a) Implementar mecanismos e instrumentos para la información o prevención sobre el uso de la infraestructura turística y áreas de conservación, y
- b) El manejo y uso sustentable de ecosistemas, flora y fauna. Para ello se considera el diseño e instrumentación de dos tipos de señalamientos:

Señalamientos de rutas o vialidades para su colocación en el acceso a las áreas del proyecto, como son el conjunto de unidades habitacionales.

- c) Se utilizarán como apoyo a las actividades recreativas alrededor del proyecto y dentro del sitio que se propone, los que consistirán en carteles que indican, de manera clara la ubicación, de las diferentes facilidades y los ecosistemas presentes en el área del proyecto, destacando los componentes ambientales que caracterizan al predio. En estos señalamientos se describirán los sitios de interés y contendrán una explicación general sobre los ecosistemas existentes en el predio.

Capacitación ambiental

Dentro de este rubro, se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- a) Promover la sensibilización, reflexión y concientización de los constructores y operadores participantes en la instrumentación del proyecto, acerca del valor e importancia de preservar los ecosistemas y recursos naturales presentes en el predio y áreas colindantes. Respetando las áreas delimitadas para conservación.
- b) Capacitar a constructores y operadores participantes, acerca de la aplicación y cumplimiento de la normatividad e instrumentos ambientales que regulan la ejecución de las tareas de obra.
- c) Informar al personal participante de las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte del personal participante en el proyecto.
- d) Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales en el predio del proyecto.
- e) Cumplir con uno de los preceptos del turismo socialmente responsable que es la comunicación y difusión ambiental de los usuarios y población de la región.

7.6 Seguimiento y control

Para garantizar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas en el documento para los impactos ambientales producto del cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el sitio de interés, se presenta el Programa de Seguimiento y Control el cual tiene como objetivos principales los siguientes:

- Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.

- Vigilar el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos por la autoridad correspondiente posterior a su análisis del presente estudio de cambio de uso de suelo.
- Vigilar que no se produzcan impactos ambientales adicionales a los ya identificados en el presente documento, y en su caso, aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación para dichos impactos.

Lo anterior se pretende lograr mediante el recorrido de las áreas sujetas al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por parte de personal capacitado, así como, la elaboración de informes de seguimiento que deberán ser presentados a los encargados de obra para que en su caso se apliquen las medidas preventivas, de mitigación o de compensación correspondientes.

Identificadores de Impacto para el Programa de Monitoreo del Proyecto.

IMPACTO	IDENTIFICADOR DE IMPACTO
Contaminación del Suelo	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
	Evidencia de defecación al aire libre.
	Inadecuada disposición de residuos sólidos en los sitios dispuestos para ello.
	Evidencia de escurrimientos de aceites, grasas, hidrocarburos etc.
Contaminación del Agua	Evidencia de defecación al aire libre
	Evidencia de residuos en el cenote
	Evidencia de residuos y contaminantes en la Laguna Artificial.
Contaminación del Aire	Evidencia de emisiones de gases por parte de la maquinaria.
Vegetación	Evidencia de residuos en áreas verdes públicas municipales.
	Evidencia de especies exóticas en áreas verdes públicas municipales.
	Evidencia de ampliación de las áreas sujetas a desmonte y despalme.
Fauna	Mortalidad de especies.
	Especies en cautiverio.

La implementación del Programa de Manejo Ambiental descrito en el presente capítulo, representa la garantía de la atención y mitigación adecuada de los impactos ambientales potenciales esperados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, y permite la identificación oportuna en caso de que se presente algún incumplimiento, se presenta una estimación de los costos de implementación de las medidas de mitigación propuestas así como el cumplimiento del programa ambiental descrito con anterioridad. Por lo cual, se considera que este proyecto resulta ambientalmente responsable, si se respetan las restricciones de construcción previstas y se da cabal cumplimiento al programa de trabajo, a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios y parámetros establecidos en los instrumentos de planeación vigentes.

CONCEPTO	IMPORTE
<i>Programa de rescate de vegetación.</i> Costo del rescate de plantas silvestres (16,215 plantas con un costo de rescate promedio de \$7.00 pesos).	\$113,505.00
<i>Mantenimiento en vivero.</i> Costo del mantenimiento de las plantas rescatadas por un periodo de cuando menos 12 meses (8,000 por mes).	\$96,000.00
<i>Programa de reforestación.</i> Costo de las labores de reforestación con 16,215 plantas con un costo de plantación y mantenimiento promedio de \$ 5.00 pesos	\$81,075.00
<i>Programa de Rescate de fauna silvestre.</i> Costo de las labores de ahuyentamiento de fauna (7,000 pesos por 3 meses).	\$21,000.00
Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales	\$120,000.00
<i>Programa de Manejo de Residuos Sólidos y líquidos.</i> Contenedores de basura, baños portátiles, disposición de áreas específicos para los aceites usados.	\$85,000.00
<i>Triturado y rescate de material vegetal.</i> Costo de las labores de trituración de los residuos vegetales y rescate de tierra de monte.	\$100,000.00
<i>Programa de Seguimiento y control.</i> Vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación propuestas para cada uno de los impactos ambientales identificados.	\$90,000.00

<i>Pláticas de Educación Ambiental.</i> Se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental con los trabajadores de la obra.	\$45,000.00
COSTO TOTAL DEL PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	\$751,580.00

Por lo tanto, se estima que la ejecución del Programa de Manejo Ambiental para este proyecto tiene un costo total de inversión de \$751,580.00 pesos M.N., para la ejecución del Programa de Manejo Ambiental Integral para este proyecto.

7.6 *Programa de vigilancia ambiental*

7.6.1 Lineamientos que considerar dentro del Programa de Vigilancia Ambiental.

Los lineamientos generales sobre los que trabajará el equipo de protección ambiental, son los siguientes:

- a) Se establece un amplio contacto con los responsables de área, estableciendo revisión de las acciones que se deberán llevar a cabo de manera permanente.
- b) Se dará un curso de capacitación en donde los contenidos tengan relación con la importancia ecológica de la zona, así como las actividades que se deben desarrollar para reducir los impactos ambientales inherentes al proyecto.
- c) Se registrará en bitácoras la vigilancia que incluya la elaboración de los informes correspondientes al manejo de aguas y su calidad, ahorro y separación de residuos sólidos, que permitan dar a conocer los resultados de la supervisión efectuada.
- d) Se presentarán informes a las autoridades ambientales de acuerdo a lo que sea solicitado en los respectivos oficios de cumplimiento.

7.7 Conclusiones

Después del análisis del presente documento se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, ha identificado y evaluado los impactos ambientales tanto positivos como negativos de cada etapa del proyecto que podrían presentarse durante su ejecución; asimismo, los elementos que sintetizan la importancia de los impactos, estos es la relación entre las acciones y los factores con el fin de prever las incidencias ambientales.

Desde el punto de vista ambiental se puede concluir que el desarrollo del proyecto es viable en virtud de que las medidas de mitigación contempladas para aminorar los efectos negativos al ambiente, reducirán eficientemente el nivel de impacto de las acciones sobre las que actuarán, principalmente sobre los componentes de suelo y paisaje, en los subfactores de caracteres edáficos, residuos sólidos, emisiones a la atmósfera y paisaje.

Tomando en cuenta estos importantes factores se puede afirmar que se dan las condiciones para realizar en forma sustentable, ordenada y racional, protegiendo los recursos naturales del área con medidas preventivas y correctivas que reduzcan los impactos ambientales, y cumpliendo con la normatividad ambiental establecida, el proyecto se pone a consideración la autorización de este proyecto en materia de impacto ambiental, y al cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en el presente estudio y a lo que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, dictamine.

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

Para el desarrollo del estudio, se realizaron levantamientos de campo y recopilación bibliográfica actualizada de la zona, determinando de esta forma la primera actividad metodológica que consistió en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre las experiencias documentadas en proyectos similares con la finalidad de observar, a priori, las condiciones ambientales que prevalecen en la región. Además, se realizó un análisis de todos y cada uno de los instrumentos normativos aplicables a la zona del proyecto, para determinar su viabilidad y desarrollo.

Desde el punto de vista técnico, se realizaron estudios complementarios como análisis fotográfico y cartográfico digital (fotografías aéreas y cartas temáticas del INEGI en escala 1:250,000 y la carta topográfica en escala 1:50,000) con Sistemas de Información Geográfica.

Posteriormente se realizaron dos visitas de campo con la finalidad de determinar "in situ", el tipo de flora y fauna silvestre encontrada en el lugar de estudio y su área de influencia. Para ello, se elaboraron listas de verificación como base para el ulterior desarrollo de matrices de cribado que condujeran a otra matriz de identificación de impactos ambientales que fueron elaboradas ad hoc para el proyecto.

El marco conceptual de referencia y la aplicación de técnicas específicas de identificación, caracterización y evaluación de impactos permitieron, junto con un exhaustivo trabajo en campo, establecer los efectos que inducirá el desarrollo del proyecto y las diversas medidas de mitigación aplicables para cada una de las obras y actividades generadoras de impactos.

- Planos definitivos
- Los planos definitivos que se presentan en este estudio corresponden a:

- Plano de conjunto del proyecto en formato Autocad.
- Fotografías
- En el cuerpo del documento se presentan fotografías con las condiciones actuales del predio y la vegetación presente en los mismos, se presentan imágenes aéreas del predio.

8.1 *Consultas electrónicas.*

- www.cna.gob.mx
- www.conabio.gob.mx
- www.conafor.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- www.nooa.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx

8.2 *Cartografía y mapas elaborados para este estudio*

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación del área de cambio de uso del suelo y su cuadro de construcción.
- Plano de ubicación del predio con respecto al POEL SOLIDARIDAD.
- Plano de la vegetación en el predio.

- Plano de los sitios de muestreo en el predio.
- Plano de los sitios de muestreo en el sistema ambiental
- Plano del sistema ambiental

9 Referencias Bibliográficas

Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 121-126.

Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.

Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.

Bellón, M., O. Maser y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.

Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.

Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516 p.

Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.

Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 151-156.

Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.

CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". GUÍA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES,

SERVICIOS E IMPACTOS AMBIENTALES. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. RadoslavBarzev. Editor. CMB.

CONABIO, 1998. La diversidad Biológica de México. Estudio de País. Capítulo 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba, María Eugenia Reyes, pp. 212-233.

CONAFOR. Regla de Operación del Programa Nacional Forestal 2104. Pago por Servicios Ambientales; Modalidad Conservación de la Biodiversidad.

De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.

Diario Oficial de la Federación. 13 de enero de 1995. Norma Oficial Mexicana NOM081-ECOL- 1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Diario Oficial de la Federación. 23 de abril de 2003. Norma Oficial Mexicana NOM080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.

Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 62-77.

Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 pp.

Forster, R., N. Armijo y L. Arguelles. 2011. Recursos forestales. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 140-150.

Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. UNAM, México, Inst. de Geología, Rev. Vol. 4, núm. 1 (1980). p. 32-36.

González Medrano F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. INE-SEMARNAT. México, D.F.

Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.

Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 34-41.

Herrera, J. y J. Heredia 2011. Recursos hídricos: Hidrología superficial. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 42-49.

Heuveldop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.

Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.

López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida

Lozano, R. y J. Olivares. 2011. Sociedad y economía. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad,

Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 86-109.

Macario M., P.; E. García, R. Aguirre y E. Hernández-X.1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. Acta Botánica Mexicana 32:11-23.

Mario Martinez Ménez. Estimación de la Erosión del Suelo. Año 2005. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación.

Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol.

Soc. Bot. Méx. 28.

Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En:

Navarro, D. y

J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.

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.

Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicación miércoles 17 de abril de 2002.

Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.

Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y Conabio, México, 170 p.

Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 29 de junio de 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Peterson, R.T. and E.L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 pp.

Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.

Reyes, V., J. Fallas, M. Miranda, O. Segura y R. Sánchez. 2002. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO y Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sustentable. Costa Rica. 28 p.

Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometria. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida y aumentada. Publicación digital. México. 294 p.

Rzedowski, J., 1981. Vegetación de México. Limusa, México.

Sánchez, O., C. Donovarros-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INESEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.

Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a

combined experimental and modeling approach. Proefschrift, Vrije Universiteit Amsterdam.

Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarros y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INESEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. p. 49-67.

Sousa M. y Cabrera E. 1983. Listados Florísticos de México. II Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F.

Tello, H. 2011. Suelos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 57-61.

Thomassiny, J. y E. Chan 2011. Cambios en el uso de suelo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tipper, R. 2000. Carbon offsets from forestry projects in developing countries. Report commissioned by the Department of the Environment, Transport, and Regions. ECCM, Edimburgo. 27 p.

Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica 63: 40-59.

Valdez-Hernández, M. y G. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 2. Pozo, C. (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la

Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 32-36.

Vázquez-Domínguez, E. y H. Arita. 2010. The Yucatan Peninsula: Biogeographical History 65 Million Years in the Making. *Ecography* 33: 212-219 P.

Consultas electrónicas.

- www.cna.gob.mx
- www.conabio.gob.mx
- www.conafor.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- www.nooa.gob.mx
- www.semarnat.gob.mx

9.1 *Glosario de Términos.*

Autoridades: Los servidores públicos, cualquiera que sea su denominación, debidamente facultados, de las unidades administrativas de las dependencias federales que lleven a cabo sus funciones en los puertos.

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la

importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

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.

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

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.

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.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promotor para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promotor para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales

existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.