

# DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO (DTU) MODALIDAD A PARTICULAR

## CUSTF PROYECTO “ESCUELA SECUNDARIA EN PUERTO MORELOS”

## CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	6
1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....	7
I.1 Nombre del proyecto .....	7
I.2 Presentación de la documentación legal.....	7
I.3 Promovente.....	7
I.3.1. Nombre o razón social.....	7
I.3.2 Dirección del promoverte o de su representante legal y/o domicilio para oír notificaciones.....	7
I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal. 7	
I.4.1 Localización del predio.....	7
I.5. Duración del proyecto .....	7
II.USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO .....	7
II.1 Objetivos del proyecto.....	8
II.2 Naturaleza del proyecto.....	9
II.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.....	11
II.4 Programa de trabajo.....	12
II.4.1 Descripción de las actividades del cronograma: .....	13
III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.....	22
III.1 Ubicación del predio con respecto a la cuenca.....	22
III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.....	23
III.3 Dimensiones del proyecto enfocado al cambio de uso de suelo.....	24
III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).....	25
III.5. Ubicación del Predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).....	25
III.6. Ubicación del Predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008).....	26
III.7 Ubicación del Predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008).....	26
IV DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO. ...	27
IV.1. Descripción de los elementos físicos de la cuenca hidrológico- forestal en donde se ubica el predio .....	27
IV.1.1 Clima.....	27
IV.1.2. Fisiografía.....	31
IV.1.3 Relieve.....	31
IV.1.4 Edafología.....	32
IV.1.5 Geología.....	35
IV.1.6 Topografía:.....	38

IV.1.7 Hidrografía: .....	38
IV.2 Descripción de los elementos bióticos de la cuenca .....	40
IV.2.1 Uso de suelo y vegetación. ....	40
IV.2.2 Método y Estimación de la diversidad de flora por especie .....	45
IV.2.2.1 Descripción del método de muestreo.....	45
IV.2.2.2 Intensidad de muestreo.....	46
IV.2.2.3 Definición de estratos.....	46
IV.2.2.4 Variables levantadas.....	46
IV.2.2.5 Equipo utilizado.....	47
IV.2.2.6 Fórmulas utilizadas .....	47
IV.2.2.7 Lista de especies arbóreas obtenidas en los muestreos realizados .....	49
IV.2.2.8 Diversidad de especies por hectárea por estrato.....	51
IV.2.2.9 Índice de diversidad Shannon Wiener.....	56
IV.2.2.10 Índice de Valor de Importancia .....	60
IV.2.2.11 Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	63
IV.2.3 Método y Estimación de la diversidad de fauna por especie .....	63
IV.2.3.1 Descripción del método de muestreo.....	63
IV.2.3.2 Resultados del muestreo de fauna. ....	64
IV.2.3.3 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	68
V. DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA. ....	69
V1. Clima.....	69
V.2 Suelo.....	69
V.3 Relieve.....	70
V.4 Hidrografía .....	70
V.5 Geología del predio del proyecto .....	71
V.5 Tipos de vegetación presente en el predio. ....	71
V.6 Análisis de la flora presente en el predio. ....	72
V.6.1 Descripción del método de muestreo.....	72
V.6.2 Intensidad de muestreo.....	72
V.6.3 Definición de estratos.....	72
V.6.4 Variables levantadas.....	73
V.6.5 Equipo utilizado.....	73
V.6.6 Fórmulas utilizadas .....	74
V.6.7 Lista de especies incluidas en los muestreos realizados .....	77
V.6.8 Diversidad de especies por hectárea por estrato.....	77
V.6.9 Índice de diversidad Shannon Wiener .....	81
V.6.10 Índice de Valor de Importancia .....	84
V.6.11 Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	87
V.6.12 Rangos de alturas.....	87
V.6.13 Categorías diamétricas .....	88
V.6.14 Área basal y volumenenes total árbol. ....	88
V.7 Analisis de la Fauna en el predio. ....	90
V.7.1 Descripción del método de muestreo.....	90
V.7.2 Resultados del muestreo de fauna. ....	91
V.7.3 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.....	94

VI ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	94
VII. VEGETACIÓN QUE DEBE RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRAGILES. ....	97
VII.1 Justificación técnica de la existencia o ausencia de tierras frágiles en el predio en donde se encuentra y opera el proyecto. ....	98
VII.2. Vegetación que deberá respetarse para la protección del suelo .....	105
VIII. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....	107
VIII.1 Características y análisis del sistema ambiental.....	107
VIII.2. Identificación de impactos ambientales.....	113
IX. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS. ....	136
IX.1. Criterios para la adopción de medidas.....	136
IX.2 Medidas correctivas por impactos generados.....	136
IX.3 Medidas generales propuestas .....	136
IX.4 Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas.....	144
IX.4.1 Pronóstico del escenario.....	144
IX.4.2 Vigilancia Ambiental.....	147
X. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO. ....	148
X.1. Importancia de los servicios ambientales.....	148
X.2. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio.....	149
X.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca .....	161
XI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN ESCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	163
XI.1 Justificación Técnica.....	163
XI.2. No se compromete la biodiversidad.....	163
XI.2.1. No se compromete la flora en el ecosistema .....	163
XI.2.2. No se compromete la fauna en el ecosistema .....	176
XI.3. No se provocara la erosión del suelo.....	179
XI.4. No se provocara el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.....	187
XI.5 Justificación económica .....	191
XI.5.1 Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.....	191
XI. 6 Justificación social .....	193
XII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DE RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.....	194
XII.1 Responsable del estudio en materia de impacto ambiental.....	194
XII.1.1 Nombre o razón social .....	194
XII.1.2 Registro federal de contribuyentes .....	194
XII.1.4 Nombre del responsable técnico del estudio y dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo forestal.....	194

XII.1.5 Dirección del responsable técnico del estudio .....	194
XIII. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO. ....	195
XIII.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos .....	195
XIII.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA). .....	196
XIII.3 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (RIA) .....	197
XIII.1.4 Ley general de desarrollo forestal sustentable.....	197
XIII.5 Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable.....	197
XIII.6 Programa director de desarrollo urbano del centro de población de puerto morelos. (PDDUPM).....	198
XIII.7 Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de benito Juárez, quintana roo. (POELBJ) .....	199
XIII.8 Normas oficiales mexicanas. ....	217
XIV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	220
XIV.1 Valoración económica directa.....	220
XIV.1.1 Valor del depósito de carbono por hectárea .....	221
XIV.1.2 Valor farmacéutico.....	223
XIV.1.3 Valor de la actividad ecoturística .....	224
XIV.1.4 Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia .....	225
XIV.1.5 Valor económico de las materias primas forestales .....	226
XIV.1.6 Valor económico de las especies de fauna silvestre .....	227
XIV.2 Valoración económica indirecta.....	228
XIV.3. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto.....	229
XV. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	230
XV.1 Se presentan el análisis en lo que se refiere a estructura y funcionalidad del ecosistema, planteando estrategias de restauración que consideren la diversidad biológica y el medio físico, por lo que deberá suponer escenarios a corto, mediano y largo plazo .....	234
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b> .....	239

## **PRESENTACIÓN.**

La empresa **CONSTRUCCIONES GOSA, S.A. DE C.V (la promovente)**, pretende el cambio de uso de suelo de forestal a urbano para así estar en posibilidad de desarrollar el proyecto **“Escuela Secundaria en Puerto Morelos” (el Proyecto)**, en el predio ubicado en la Supermanzana 19, Manzana 35, Lote 9 -05 de la localidad de Puerto Morelos, en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo

El predio consta de una superficie de 14,729.74 m<sup>2</sup>, (equivalente a 1.47 Ha) sobre el que se pretende desarrollar una escuela Secundaria, por lo que se solicita la autorización a través de este DTU, para realizar el cambio de uso de suelo en materia ambiental y forestal.

Por lo antes y conforme al ACUERDO por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el trámite de cambio de uso de suelo forestal Modalidad A, para las obras o actividades descritas en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). Así como por lo establecido en el artículo 5, incisos A) y O) del REIA.

Por lo anterior se solicita a esa Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Estado de Quintana Roo, la recepción de este DTU así como su evaluación, dictamen y autorización para el cambio de uso de suelo forestal de 0.84 Ha, por la remoción parcial de vegetación en el predio, por desarrollarse en el sitio en comento.

## **1.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE**

### **I.1 Nombre del proyecto**

“ESCUELA SECUNDARIA EN PUERTO MORELOS”

### **I.2 Presentación de la documentación legal**

En el ANEXO I se presentan copias de la documentación legal correspondiente.

### **I.3 Promovente.**

#### **I.3.1. Nombre o razón social**

CONSTRUCCIONES GOSA, S.A. DE C.V.<sup>1</sup>.

#### **I.3.2 Dirección del promoverte o de su representante legal y/o domicilio para oír notificaciones**

Av. Tulúm No. 290, esq. Pioneros. Cancún, Quintana Roo, C.P. 77500,

### **I.4. Superficie solicitada de cambio de uso de suelo y tipo de vegetación forestal.**

El proyecto pretende ocupar una superficie de 0.84 Ha de un predio con una superficie total de 1.47 Ha, la promovente solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por ocupar 0.84 Ha de selva mediana subperennifolia. En los capítulos correspondientes del DTU se exponen las características físicas y bióticas del predio.

#### **I.4.1 Localización del predio.**

El predio ubicado en la Supermanzana 19, Manzana 35, Lote 9-05 de la localidad de Puerto Morelos, en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo<sup>2</sup>.

### **I.5. Duración del proyecto**

La duración del proyecto será de 99 años, se considera para el cambio de uso de suelo una duración de 2 años.

## **II USOS QUE SE PRETENDAN DAR AL TERRENO**

---

<sup>1</sup> Escritura 25963

<sup>2</sup> Escritura 79694

## II.1 Objetivos del proyecto

La empresa **Construcciones Gosa S.A. de C.V. (la promotora)**, pretende el cambio de uso de suelo de forestal a urbano para así estar en posibilidad de desarrollar el proyecto “**Escuela Secundaria en Puerto Morelos**” (el Proyecto), en el predio ubicado en la Supermanzana 19, Manzana 35, Lote 9-05 de la localidad de Puerto Morelos, en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo.

El predio consta de una superficie de 14,729.74 m<sup>2</sup>, (equivalente a 1.47 Ha) sobre el que se pretende desarrollar escuela de nivel secundaria. El terreno se caracteriza por tener selva mediana subperennifolia y vegetación secundaria. Desde la perspectiva normativa en materia de uso, utilización y conservación del suelo, el predio de interés es regulado por los siguientes instrumentos:

- Actualización al Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos (**PDDUPM**), (20 de Mayo de 2009).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (**POELBJ**), (27 de febrero de 2014).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (25 de febrero de 2003 y reformas del 26 de diciembre de 2005).
- Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al ambiente (28 de Enero de 1988)

Con base en lo anterior y en el contexto del marco legal aplicable en materia de uso del suelo, el proyecto se enmarca correctamente dentro de los lineamientos aplicables, toda vez que la actualización del PDDU para Puerto Morelos confiere al área donde se localiza el predio los usos de suelo Cu (Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento), bajo los que se ajusta este proyecto.

Por su parte, el POEL del municipio de Benito Juárez le asigna, al área en la que se encuentra el predio, los usos de suelo correspondientes a la Unidad de Gestión Ambiental 28 (UGA 28), la cual permite un aprovechamiento de tipo urbano que debe de sujetarse y condicionarse a lo indicado, precisamente, por los instrumentos normativos de carácter urbano indicados en la actualización del PDDU de Puerto Morelos. La vinculación de los instrumentos normativos se presenta en el cuerpo de este DTU.



#### Conclusión:

- Cumplir con la legislación ambiental vigente, a través de la presentación de este documento, para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para el proyecto “Escuela Secundaria en Puerto Morelos”.
- Impulsar la economía y la educación del Municipio de Benito Juárez, específicamente en el poblado de Puerto Morelos y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes a través de la creación de opciones de empleo digno para los habitantes a nivel local y en las comunidades cercanas.

## II.2 Naturaleza del proyecto.

Este es un proyecto de naturaleza educativa que consiste en la preparación del sitio por el retiro parcial vegetación forestal al noroeste de Puerto Morelos.

Las obras y actividades de preparación del sitio del proyecto, se han contextualizado y analizado en función del espacio que ha de ocupar a la luz de la normativa aplicable. De esta manera, las superficies de aprovechamiento para el proyecto equivalen a 57 % y las áreas de conservación a 43% del total de terreno.

En el PDDUPM se establecen los usos y destinos del suelo, tales como: alturas de construcción, densidad e intensidad construible, coeficientes de uso de suelo, porcentajes de superficie construible, entre otros parámetros urbanos, que para el cambio de uso del suelo que se solicita se analiza, como factor indicador de cambio es el coeficiente de modificación del suelo aplicable (CMS), toda vez que es el área máxima aprovechable que le aplica, por ley, es del 80% equivalente a (1.1 Ha); no obstante el proyecto pretende ocupar el 57% equivalente a 0.84 Ha. De acuerdo con la **PDDU**, al predio le aplica el uso de suelo indicado en la tabla siguiente:

Tabla de Uso de Suelo.

<b>CU Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento</b>	
<b>Predio (m<sup>2</sup>)</b>	14,729.74
<b>CMS aplicable (PDDU)</b>	80.00% (11,783.79 m <sup>2</sup> )
<b>CMS Proyecto Secundaria</b>	57% (8,410.06 m <sup>2</sup> )

Finalmente se indica que el presente DTU estará enfocado al polígono de 0.84 has equivalente al 57%, donde se llevaran a cabo el cambio de uso de suelo, por lo cual se demostrara en los capítulos subsecuentes, el cumplimiento con la legislación ambiental aplicable al mismo, así como el cumplimiento de lo indicado por la LGDFS<sup>3</sup> y su Reglamento así como de la LGEEPA<sup>4</sup> y su Reglamento en materia del cambio de uso de suelo de forestal a urbano sobre las superficie que se describe en los capítulos correspondientes del presente documento.

<sup>3</sup> Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

<sup>4</sup> Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

El polígono de interés se caracteriza por tener selva mediana subperennifolia, en recuperación, inmersa en espacios urbanos y en los que no se desarrolla ningún uso, por otro lado esta zona es netamente urbana, toda vez que en sus inmediaciones se desarrollan fraccionamientos, viviendas, comercios, algunos espacios baldíos, caminos etc.

El proyecto consiste en realizar acciones de remoción de la cubierta vegetal para el cambio de uso de suelo de forestal para uso escolar en una superficie de 0.84 ha, lo anterior de acuerdo con las siguientes superficies de aprovechamiento y de conservación:

<b>Resumen de las áreas del proyecto</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Sup. (ha)</b>	<b>%</b>
<b>Área de aprovechamiento sujeta al Cambio de Uso de Suelo</b>	0.84	57
<b>Área sin aprovechamiento (conservación)</b>	0.63	43
<b>TOTAL</b>	1.47	100

La superficie que será removida en su cubierta vegetal será el espacio que alojará posteriormente a nivel de suelo edificios con aulas, laboratorios, talleres, área de administración y servicios sanitarios, plaza cívica etc, como se muestra a continuación.

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CMS</b>	
	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>has</b>
<b>Áreas</b>		
<b>Desayunador</b>	107.51	0.01
<b>Edificio A (área administrativa-pórtico)</b>	316.22	0.03
<b>Edificio B (taller de cómputo-lab-sanitario-escalera)</b>	376.44	0.04
<b>Edificio C (biblioteca)</b>	203.15	0.02
<b>Edificio D (2 talleres-2 aulas y servicios sanitarios)</b>	404.62	0.04
<b>Edificio D (audiovisual)</b>	167.36	0.02
<b>Edificio E (8 aulas didacticas-escaleras)</b>	376.43	0.04
<b>Acceso principal</b>	107.82	0.01
<b>Plaza</b>	2,788.98	0.28
<b>canchas usos múltiples (2)</b>	1,216.00	0.12
<b>Campo de futbol</b>	2,345.53	0.23
<b>Áreas Nativas</b>	<b>6,319.68</b>	0.63
<b>Total</b>	<b>14,729.74</b>	1.47

En virtud de lo indicado en el cuadro anterior, se tiene que los alcances del proyecto corresponden únicamente a la remoción de una superficie de 0.84 has, lo que equivale al 57% del total del polígono.

En los planos anexos se presenta la distribución de los elementos que componen el proyecto para el cambio de uso de suelo que aquí se solicita.

Conforme a las características bióticas del predio, así como de los trabajos de campo efectuados, se muestra la tipología y cobertura de la vegetación así como la condición existente. Los resultados aportan los indicadores dendométricos básicos, número de árboles por hectárea y área basal.

Por las características del predio y su ubicación el desplante del proyecto que se pretende, donde se realizará el cambio de uso de suelo corresponde a Selva mediana subperennifolia (SMQ), misma que corresponde a la superficie estrictamente forestal de acuerdo con la normatividad en materia forestal y de la que se solicita a través de este DTU el cambio de uso de suelo en terrenos forestal.

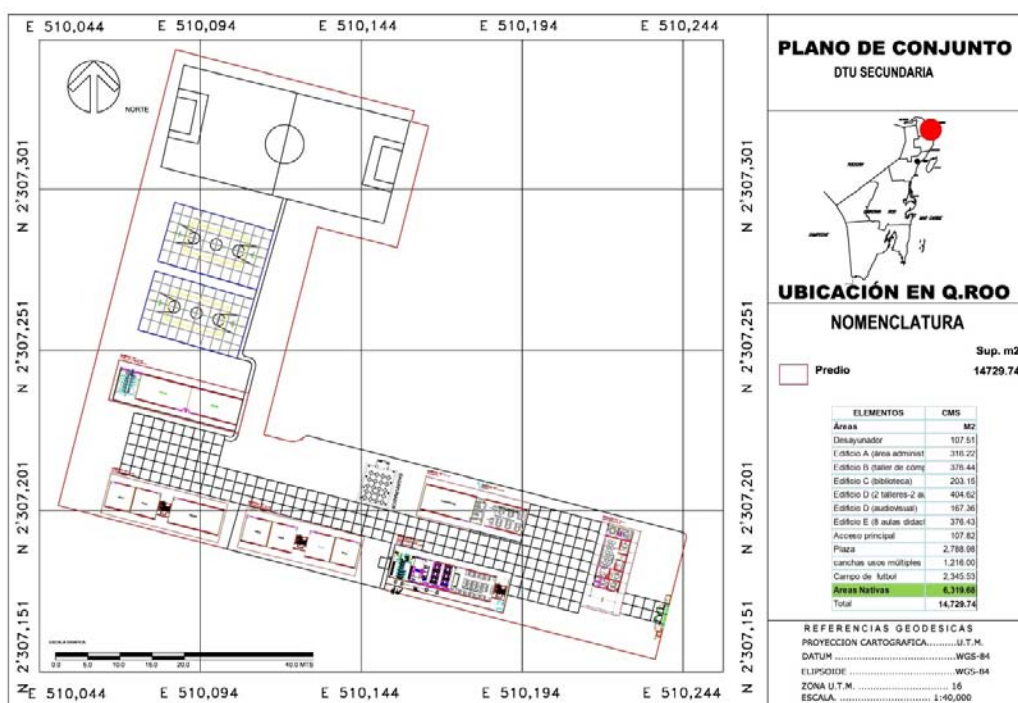


Figura. Plano de conjunto del proyecto. Ver plano en anexos

### II.3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso.

La **promovente**, justifica el cambio de uso de suelo de forestal a urbano para el **Proyecto**, en el predio ubicado en la Supermanzana 19, Manzana 35, Lote 9-05 de la localidad de Puerto Morelos, en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo, de acuerdo a los siguientes:

1. La promovente es poseedora del predio, mismo que cuenta con una superficie de **14,729.74 m<sup>2</sup>**, lo que corresponde a **1.47 hectáreas**.

2. La ocupación territorial del predio, y los usos del suelo aplicables son congruentes con la normatividad aplicable en la materia.
3. El **POELBJ**, publicado el 27 de febrero de 2014, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, ubica al predio en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 28, denominada “**Centro de Población de Puerto Morelos**” y la que confiere los usos de suelo y parámetros urbanos a lo indicado en el PDDUPM.
4. El uso de suelo urbano que se propone es congruente con el destino planteado por **PDDUPM**, publicado en el Periódico Oficial el 20 de Mayo de 2009.
5. El polígono presenta atributos ambientales susceptibles de ser utilizados bajo un esquema de planeación y desarrollo urbano armónico y concordante con los usos de suelo establecidos previamente por los instrumentos antes mencionados.
6. El proyecto beneficiara a la comunidad con la generación de empleos, para las familias y con la derrama económica durante la preparación y construcción y finalmente proporcionaría educación a nivel secundaria para la comunidad de Puerto Morelos que año con año sigue creciendo.

Por lo antes expuesto el proyecto se inserta en un sitio regulado y en el que se pretenden 0.84 Ha de cambio de uso de suelo. Cabe señalar que no se encontraron evidencias de incendios forestales; únicamente se presentaban árboles muertos en pie o derribados, aunque muy escasos; y otros más caídos vivos, lo cual es señal de perturbaciones ocurridas por fuertes vientos, derivados principalmente por la incidencia de huracanes en la zona, que allí se desarrolla.

En el contexto del marco legal aplicable en materia de uso del suelo, el proyecto se enmarca correctamente dentro de los lineamientos aplicables, toda vez que la actualización del PDDU para Puerto Morelos confiere al área donde se localiza el predio los usos de suelo CU (Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento), bajo los que se ajusta este proyecto.

Por su parte, el POEL del municipio de Benito Juárez le asigna, al área en la que se encuentra el predio, los usos de suelo correspondientes a la Unidad de Gestión Ambiental 28 (UGA 28), la cual permite un aprovechamiento de tipo urbano que debe de sujetarse y condicionarse a lo indicado, precisamente, por los instrumentos normativos de carácter urbano indicados en la actualización del PDDU de Puerto Morelos. La vinculación de los instrumentos normativos se presenta en el cuerpo de este DTU.

#### **II.4 Programa de trabajo.**

En este marco de referencia técnica y administrativa, las obras y actividades que se pretenden requieren 2 años para el cambio de uso de suelo.

El programa de actividades se presenta a continuación.

Cronograma General del proyecto							
Etapa	ACTIVIDADES	2 er. Años					
		Cuatrimestres					
		4	8	12	16	20	24
Etapa de Remoción rescate y reubicación de vegetación para la ejecución del cambio de uso de suelo preparación del sitio	1.- Delimitación física de las áreas de desplante y conservación.						
	2.- Implementar el Programa de Rescate y Protección de fauna						
	3.- Marcaje de los ejemplares de flora a rescatar						
	4.- Acondicionamiento del vivero						
	5.- Rescate de vegetación seleccionada.						
	6.- Remoción de vegetación que no será rescatada						
	7.- Selección y acopio de material vegetal.						
	8.- Picado del material vegetal acopiado						
	9.- Informe final del cambio de uso de suelo y se continua con la siguientes etapas del proyecto.						

#### II.4.1 Descripción de las actividades del cronograma:

##### **Delimitación física de las áreas de desplante y conservación.**

Esta actividad consistirá en delimitar con estacas, cinta plástica amarilla, alambradas o cualquier otro medio las áreas que serán desplantadas con el objeto de tener bien definidas las áreas a intervenir, con lo cual se evitara afectar espacios destinados a la conservación. Por ningún motivo se permitirá el acceso de personal no autorizado a las áreas de conservación, las únicas personas que podrán ingresar a estas áreas, serán el jefe de obras, el responsable técnico, y las personas encargadas de manejar las actividades dentro del vivero y únicamente podrán acceder a esta zona, sin desplazarse hacia otras áreas de conservación.

##### **Implementación el Programa de Rescate y Protección de fauna**

Un aspecto importante antes de realizar el desplante es implementar el Programa de Rescate y Protección de Fauna. Dicho programa se presenta anexo, en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo.

##### **Marcaje de los ejemplares de flora a rescatar.**

El responsable técnico en la materia marcará con cintas, etiquetas, pintura en aerosol u otro medio visible todos los ejemplares susceptibles de ser rescatados.

El esfuerzo de rescate se centrara principalmente sobre los individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y posteriormente en todas a aquellas especies que presentaron un índice de valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. La cantidad de ejemplares a rescatar de cada especie se incluye en el Programa de Rescate de Flora anexo al presente documento.

### **Acondicionamiento del vivero**

El vivero será temporal por lo cual su estructura y características serán rústicas y, no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. Para este caso se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados con lo que únicamente se realizará limpieza de una zona, retirando ramas y vegetación arbustiva que impidan la colocación y formación de grupos de las plantas rescatadas sobre el piso.

Para mantener la humedad para las plantas se realizarán riegos abundantes durante los primeros cuatro días dejando de regar el quinto día. Posteriormente se realizarán cada tercer día según el clima prevaeciente, procurando que la tierra se mantenga siempre húmeda desde la superficie hasta, por lo menos 15 cm al fondo, pero cuidando que no sea excesivo para evitar que la raíz de las plantas se pudra o que se infeste con hongos.

Sólo personal autorizado podrá acceder a esta área para realizar el mantenimiento de los ejemplares en el vivero.

Los ejemplares que sean susceptibles de ser rescatados del área desplante del proyecto serán colocados en esta zona.

### **Rescate de vegetación seleccionada**

Se procederá al rescate manual de los individuos propuestos. Bajo la supervisión de personal técnico especializado, se realizará la extracción de todos los ejemplares designados.

Los ejemplares rescatados serán trasladados al vivero temporal, donde serán embolsados y recibirán los cuidados necesarios para su sobrevivencia hasta utilizarlos para la reforestación de las áreas necesarias o serán entregados a donde la autoridad municipal lo indique en el Permiso de chapeo y desmote.

El procedimiento de mantenimiento desde el momento de ser rescatada hasta su estancia en el vivero temporal se especifica en el Programa de Rescate de Flora, mismo que se presenta Anexo al Presente documento.

### **Remoción de vegetación que no será rescatada**

Una vez concluido el rescate de los ejemplares, se procederá al desmote de la vegetación arbórea que no sea rescatada. El proceso de desmote será realizado con maquinaria, que deberá estar en excelentes condiciones y su mantenimiento será realizado fuera del predio en un taller especializado.

### **Selección y acopio de material vegetal**

El material vegetal, producto del desmonte, será acumulado por montículos en el centro del área de desmonte.

### **Picado del material vegetal acopiado**

Una vez que se tenga acumulado el material orgánico producto del desplante en el sitio final, se procederá a realizar el picado del mismo, mediante una máquina trituradora o astilladora.

Parte del producto ya picado será dispersado por las áreas de conservación del predio para facilitar su descomposición, otra parte del mismo se utilizará para las áreas verdes del proyecto que servirá como sustrato para la reforestación.

### **Informe final del cambio de uso de suelo.**

Se informará a la autoridad correspondiente, el cumplimiento de las actividades realizadas.

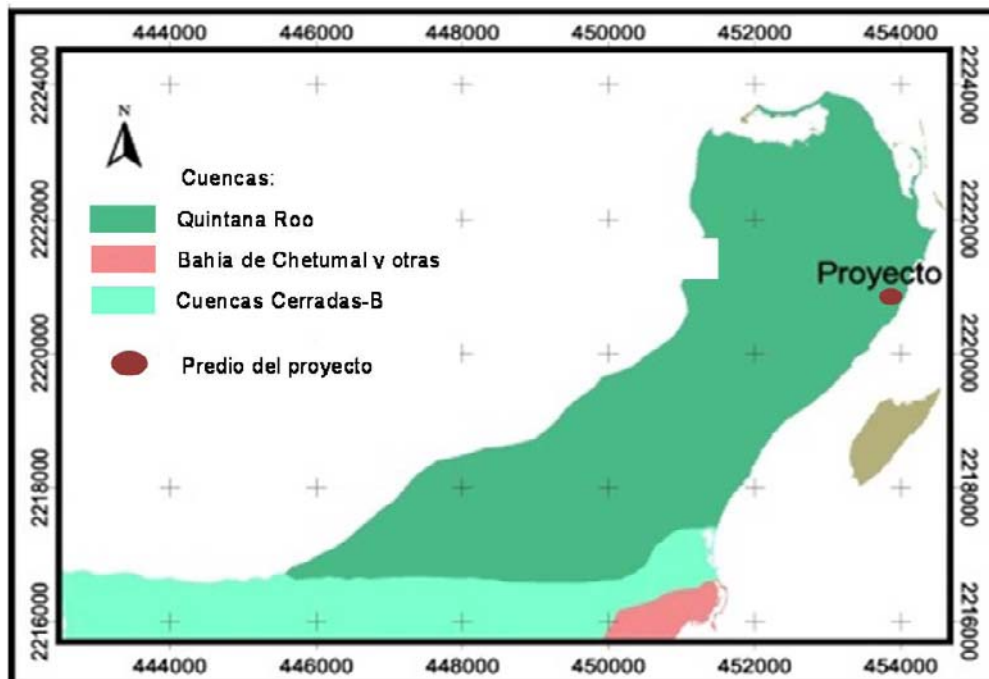
### III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USOS DE SUELO A TRAVÉS DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.

#### III.1 Ubicación del predio con respecto a la cuenca.

El Estado de Quintana Roo comprende dos Regiones Hidrológicas, la Yucatán Norte y Yucatán Este. La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentran la Cuenca *Quintana Roo* con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal y los cuerpos de agua L. Nichupté, L. Chakmochuk y L. Conil; también en esta Región se localiza la Cuenca *Yucatán* en pequeñas porciones del estado.

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal y otras* donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2011)

Por lo tanto con base en la carta hidrológicas del INEGI, el Predio se ubica dentro de la cuenca denominada "Quintana Roo", lo cual se puede apreciar en la figura siguiente.





### III.2 Representación gráfica de la ubicación geográfica y geopolítica.

El predio donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto cuenta con una superficie total de 1.47 Ha, el terreno colinda al Norte y Este con un fraccionamiento; al Sur con terrenos particulares y al Oeste con una planta de tratamiento de aguas residuales. Las coordenadas geográficas de los vértices que forman al predio del proyecto se delimitan por las coordenadas geográficas UTM WGS84 Zona 16 Norte, que se presentan en la siguiente tabla:

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 . P2	146.31	90°0'0"	510049.461	2307202.601
P2	P2 . P3	76.50	89°59'60"	510085.924	2307344.296
P3	P3 . P4	3.40	89°59'60"	510160.010	2307325.230
P4	P4 . P5	5.50	270°0'0"	510159.163	2307321.938
P5	P5 . P6	39.00	90°0'0"	510164.489	2307320.567
P6	P6 . P7	25.60	90°0'0"	510154.770	2307282.798
P7	P7 . P8	57.85	269°59'60"	510129.978	2307289.178
P8	P8 . P9	8.87	180°0'0"	510115.560	2307233.153
P9	P9 . P10	8.23	271°4'20"	510113.349	2307224.562
P10	P10 . P11	1.62	192°40'29"	510121.355	2307222.660
P11	P11 . P12	2.01	197°26'9"	510122.973	2307222.641
P12	P12 . P13	1.45	196°0'35"	510124.898	2307223.221
P13	P13 . P14	0.82	163°50'56"	510126.120	2307224.007
P14	P14 . P15	1.04	148°57'32"	510126.906	2307224.241
P15	P15 . P16	119.35	180°1'31"	510127.914	2307223.982
P16	P16 . P17	0.73	165°48'19"	510243.512	2307194.289
P17	P17 . P18	0.69	152°44'18"	510244.152	2307193.940
P18	P18 . P19	0.42	158°0'42"	510244.541	2307193.366
P19	P19 . P20	0.68	160°26'22"	510244.631	2307192.951
P20	P20 . P21	38.62	172°58'48"	510244.543	2307192.277
P21	P21 . P1	191.50	90°0'0"	510234.918	2307154.876

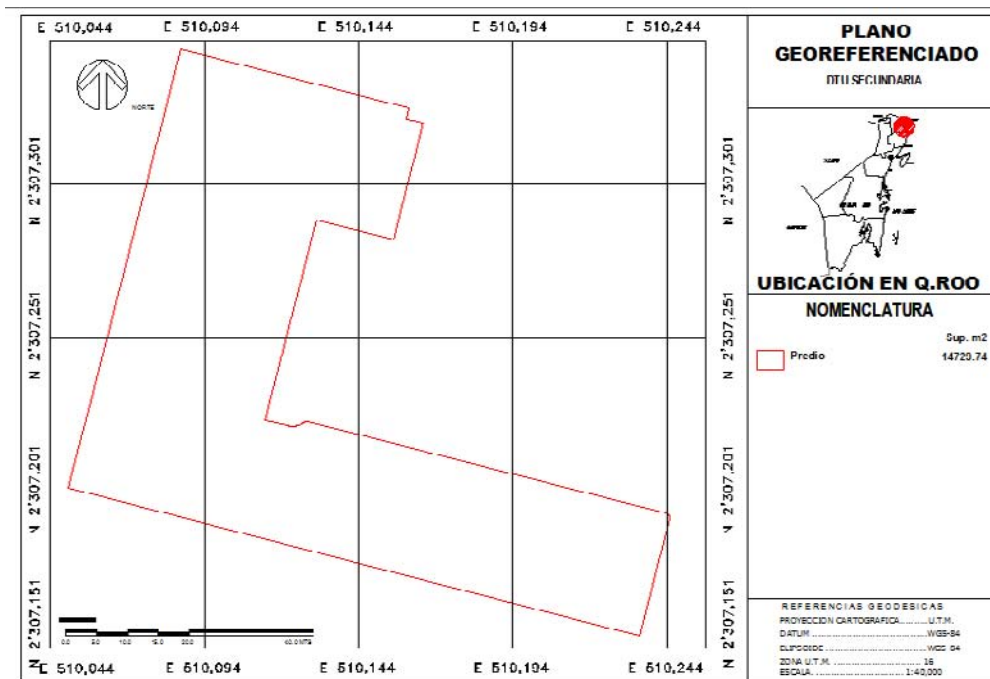


Figura. Plano Georeferenciado del predio. Ver plano anexo.

### III.3 Dimensiones del proyecto enfocado al cambio de uso de suelo.

La superficie total del predio donde se realizara el proyecto corresponde a 1.47 ha, de las cuales para el desplante del proyecto se requiere una superficie total de **0.84 ha, equivalentes al 57% que se solicitan para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestal**, por contener Selva mediana subperennifolia (SMQ).

<b>Dimensiones del proyecto enfocadas al cambio de uso de suelo.</b>					
Clasificación	Tipo de vegetación afectada		Uso	Sup. Has	%
<b>Superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</b>	Selva Subperennifolia	Mediana	Secundaria	0.84	57
<b>Superficie NO incluida en el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales</b>	Selva Subperennifolia	Mediana	Áreas de conservación	0.63	43
<b>Total de la superficie del predio</b>				1.47	100

Estas 0.84 has solicitadas para el Cambio de Uso de Suelo se encuentran conformadas por 1 polígono, del cual se presentan a continuación las coordenadas UTM, con datum: WGS84, Zona 16 N, en formato impreso y en formato digital Excel se presentan en el CD en versión Excel..

<b>Coordenadas del área sujeta al cambio de uso d suelo en terrenos forestales</b>								
V.	X	Y	V.	X	Y	V.	X	Y
1	510158.731	2307322.049	41	510101.110	2307200.929	81	510179.491	2307205.360
2	510088.477	2307339.508	42	510101.942	2307204.163	82	510163.737	2307209.403
3	510081.400	2307307.815	43	510108.689	2307202.427	83	510161.777	2307201.786
4	510119.355	2307298.186	44	510108.469	2307201.521	84	510161.704	2307201.805
5	510116.400	2307287.932	45	510106.125	2307191.656	85	510160.934	2307198.811
6	510085.651	2307296.792	46	510122.017	2307187.797	86	510151.188	2307201.319
7	510080.397	2307278.558	47	510122.390	2307189.335	87	510151.491	2307202.497
8	510111.146	2307269.699	48	510126.131	2307188.427	88	510154.237	2307213.142
9	510110.259	2307266.617	49	510125.758	2307186.888	89	510151.868	2307213.753
10	510079.509	2307275.477	50	510141.646	2307183.029	90	510152.472	2307216.095
11	510074.256	2307257.243	51	510144.207	2307193.287	91	510148.599	2307217.094
12	510104.991	2307248.336	52	510152.999	2307191.024	92	510147.995	2307214.752
13	510108.702	2307247.381	53	510151.754	2307186.185	93	510145.623	2307215.364
14	510109.436	2307246.829	54	510149.574	2307186.729	94	510142.877	2307204.719
15	510109.565	2307245.919	55	510148.774	2307183.528	95	510142.573	2307203.536
16	510106.932	2307235.687	56	510150.927	2307182.974	96	510098.891	2307214.777
17	510068.960	2307245.527	57	510149.362	2307176.893	97	510101.028	2307223.081
18	510066.372	2307235.542	58	510150.678	2307176.554	98	510102.361	2307222.738
19	510104.362	2307225.697	59	510151.150	2307178.445	99	510103.590	2307222.747
20	510104.121	2307224.763	60	510167.449	2307174.372	100	510104.664	2307223.373
21	510103.569	2307224.029	61	510167.985	2307176.516	101	510105.283	2307224.464
22	510102.660	2307223.900	62	510183.556	2307172.625	102	510105.426	2307225.015
23	510073.074	2307231.458	63	510188.165	2307171.474	103	510110.728	2307245.620
24	510068.279	2307212.826	64	510189.010	2307174.859	104	510110.693	2307246.938
25	510068.000	2307211.733	65	510210.952	2307169.212	105	510110.138	2307247.877
26	510066.134	2307212.209	66	510211.645	2307171.906	106	510109.001	2307248.543
27	510063.755	2307202.676	67	510223.611	2307168.851	107	510107.682	2307248.882
28	510063.683	2307202.695	68	510223.719	2307169.272	108	510106.939	2307249.449
29	510063.603	2307202.383	69	510234.814	2307166.417	109	510106.828	2307250.377
30	510063.895	2307202.315	70	510233.551	2307161.511	110	510120.518	2307297.891

31	510079.301	2307198.381	71	510236.435	2307160.769	111	510150.554	2307290.272
32	510079.519	2307198.326	72	510240.069	2307174.892	112	510158.731	2307322.049
33	510079.597	2307198.631	73	510237.992	2307175.426	1	510158.731	2307322.049
34	510079.911	2307199.860	74	510237.235	2307172.485			
35	510083.641	2307198.907	75	510225.334	2307175.548			
36	510083.250	2307197.373	76	510230.121	2307194.150			
37	510086.316	2307196.590	77	510218.408	2307197.186			
38	510098.873	2307193.383	78	510218.166	2307197.248			
39	510099.091	2307193.328	79	510218.219	2307197.452			
40	510101.037	2307200.948	80	510179.975	2307207.253			

En la siguiente imagen se muestra la delimitación física del proyecto (cambio de uso de suelo), sobre el predio que nos ocupa.

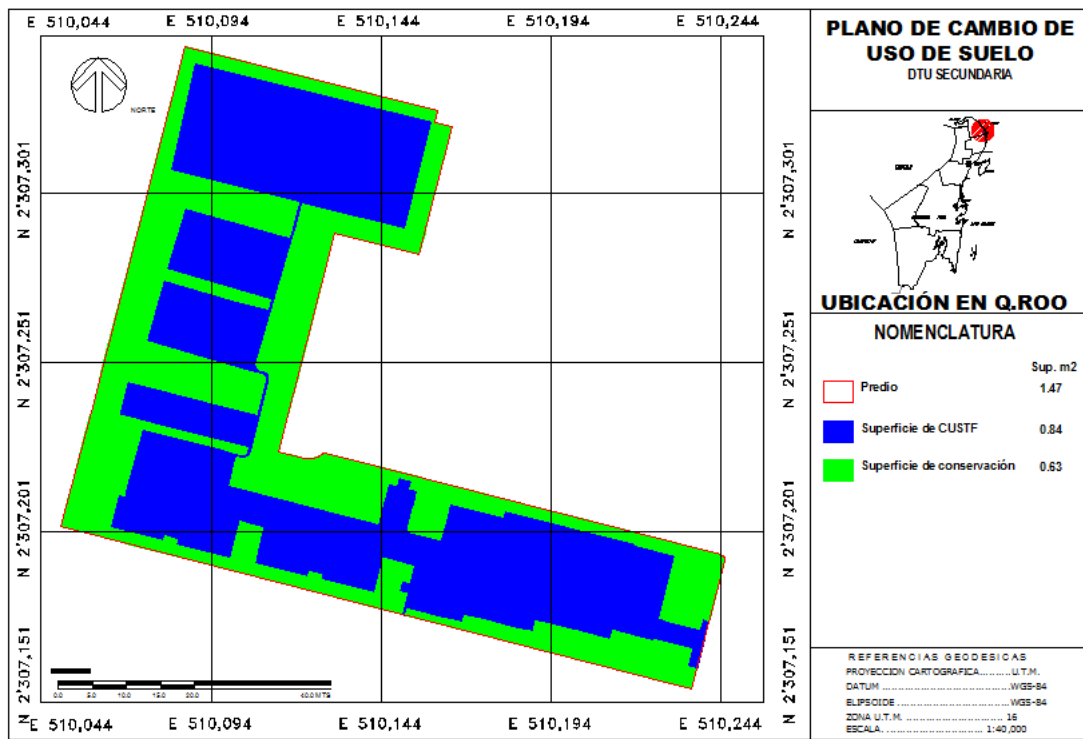


Figura. Superficie sujeta al cambio de uso de suelo. Ver plano anexo.

### III.4 Indicar si el proyecto se ubica dentro de alguna modalidad de Área Natural Protegida (ANP).

Por la ubicación del predio, éste no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida.

### III.5. Ubicación del Predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).

El Predio no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria. Ver mapa en anexos.

### **III.6. Ubicación del Predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)**

El Predio donde se solicita el CUSF se encuentra comprendido dentro de la región hidrológica prioritaria 105. Corredor Cancún Tulum, con una extensión de 1,715 km<sup>2</sup>, y dentro del Predio Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N, Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W. Conabio, 2008.

Para esta región se identifica que existe la siguiente problemática: modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales. En este sentido se puede decir que el cambio de uso de suelo que se dará por la ejecución del Proyecto, no presenta alteraciones para esta región hidrológica ya que el proyecto no incluye actividades acuícolas o pesqueras, el proyecto fue diseñado para conservar el ecosistemas ya que se dejará el 43 % del Predio en estado natural, el proyecto no causará contaminación ya que no maneja hidrocarburos y los residuos sólidos estarán sujetos a un plan de manejo de residuos sólidos. Ver mapa en anexos.

El proyecto no tendrá efectos negativos y significativos sobre los procesos hidrológicos de la cuenca en cuestión, ni en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas, como se puede apreciar en la justificación técnica del proyecto.

### **III.7 Ubicación del Predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008)**

El proyecto se ubica dentro de la AICA denominada Corredor Central Vallarta-Punta Laguna, sin embargo el proyecto no pondrá en riesgo esta zona ya que mantiene el 43% del predio como área de conservación para que el predio pueda seguir brindando los servicios de anidación y protección para las aves de paso y locales. Ver mapa en anexos.

## **IV DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO <sup>5</sup>.**

El Estado de Quintana Roo comprende dos Regiones Hidrológicas, la Yucatán Norte y Yucatán Este. La primera, como su nombre lo infiere, se ubica hacia la porción del extremo norte del territorio estatal, ahí se encuentran la Cuenca Quintana Roo con aproximadamente la tercera parte de la superficie estatal y los cuerpos de agua L. Nichupté, L. Chakmochuk y L. Conil; también en esta Región se localiza la Cuenca Yucatán en pequeñas porciones del Estado.

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal y otras* donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2011)

Por lo tanto con base en la carta hidrológicas del INEGI, el predio se ubica dentro de la cuenca denominada “Quintana Roo”

### **IV.1. Descripción de los elementos físicos de la cuenca hidrológico- forestal en donde se ubica el predio**

#### **IV.1.1 Clima.**

De acuerdo con la carta de unidades climáticas (escala 1:1000000, INEGI), la Cuenca Quintana Roo se ubica en una zona que presenta un clima cálido subhúmedo, con cuatro subtipos climáticos: Aw0 (x’); Aw1 (x’); Aw2 (X’); y Aw1, los cuales se describen a continuación:

- Aw0 (x’). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.
- Aw1. de humedad intermedia entre los cálidos subhúmedos. Manifiesta una temperatura media anual de 25.5 °C, con diferencias de la temperatura media mensual entre el mes más caliente y el más frío, de 5 °C y 7 °C, que lo ubica entre isotermal o con poca variabilidad.

---

<sup>5</sup> LGDFS Cap. II Art. 7 inciso IX. Unidad de espacio físico de planeación y desarrollo, que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal, que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas

- Aw1 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500
- a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
- Aw2 (x'). Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura 84% del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

### ***Temperaturas promedio.***

La temperatura media anual en la Cuenca Quintan Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, en tanto que la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero.

### ***Precipitación promedio anual.***

El régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. La Cuenca sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico. Con base en los registros de precipitación mensual y anual promedio en milímetros de la estación meteorológica de Puerto Morelos en el periodo 1991-2010, se tiene que los meses de menor precipitación media anual son 45.7 y 40.6 mm, respectivamente. La precipitación media anual es de 1,100 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre.

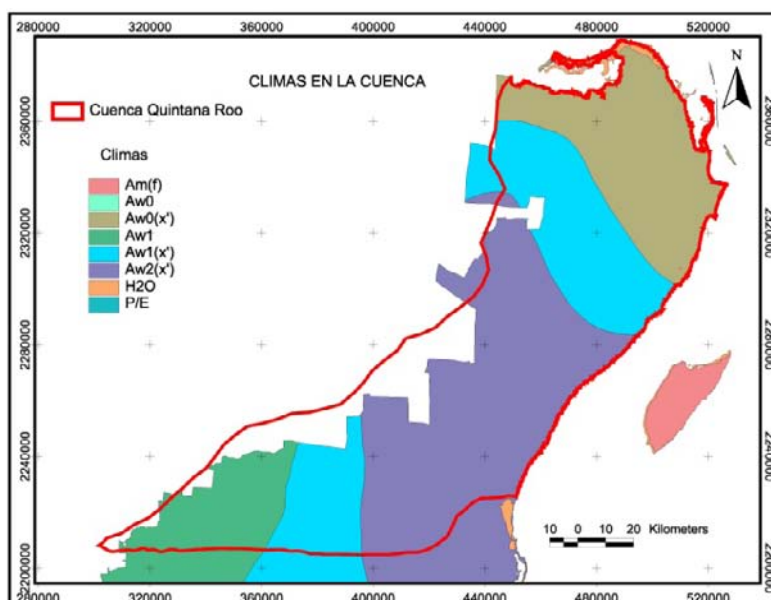
### ***Vientos Dominantes***

Los vientos alisios predominan durante todo el año, con una dirección durante el primer periodo del año (enero-mayo) Este-Sureste y velocidad promedio de 3.2 m/s. Para el lapso de junio a septiembre los vientos mantienen una dirección hacia el Este, incrementando su velocidad promedio a 3.5 m/s. En los meses de noviembre y diciembre la dirección de los vientos cambia hacia el norte y presenta velocidades de 2 m/s, lo que coincide con la temporada de huracanes.

### ***Humedad Relativa.***

Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-20 mm

mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.



Climas de cuenca Inegi (1:1000000)

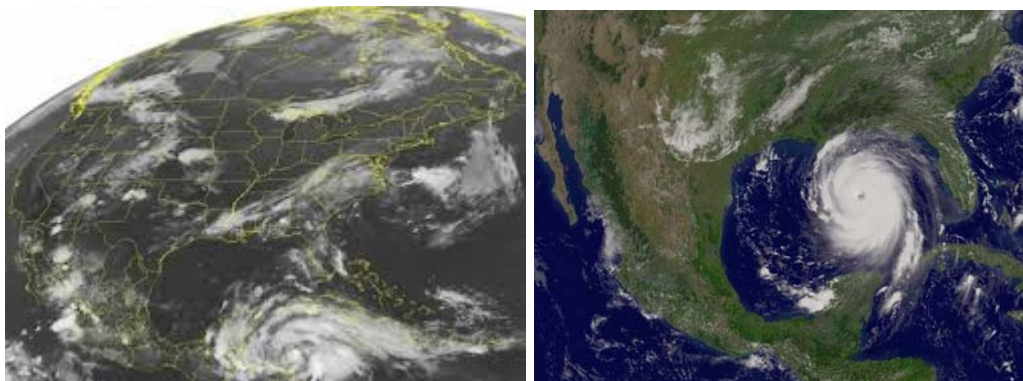
### Nortes

Estos fenómenos atmosféricos se generan anualmente, entre los meses de Junio a Noviembre (temporada de huracanes) y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, misma que se precipita por medio de ráfagas y fuertes precipitaciones. La formación de estas perturbaciones atmosféricas sucede en una de las dos matrices registradas en la región. La primera se localiza en el Mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el Mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo. La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente Africano.

Los fenómenos originados aquí tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de la Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la Península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas en México, así como Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica. Estos fenómenos naturales pueden evolucionar hasta tres etapas (depresión tropical, tormenta tropical y huracán) de acuerdo a la velocidad del viento que logren alcanzar. Para el estado de Quintana Roo, en los últimos 20 años (1991-2012) se tienen un registro del impacto de 8 huracanes, 4 tormentas tropicales y 4 depresiones tropicales, entre los huracanes que han

afectado al estado podemos citar a Wilma huracán categoría 4 en Octubre del 2005 y a Dean huracán categoría 5 en Julio del 2007.

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 Km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo. Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo. La fuerza del embate, ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además, se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.



### **Huracanes.**

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo manifiesta una alta incidencia de fenómenos meteorológicos, bajo distintos tipos e intensidades. De manera específica corresponde con la zona de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo. Las costas del estado han sido tocadas por 33 huracanes en los últimos 22 años, siendo las áreas más afectada la zona norte así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida.

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



### IV.1.2. Fisiografía.

Puerto Morelos forma parte de la provincia fisiográfica Península de Yucatán (Raiz, 1964) denominada “Plataforma Calcárea de Yucatán” la cual, se caracteriza por ser una superficie sensiblemente plana, principalmente en la parte norte. Esta plataforma de roca calcárea de origen marino data del período Terciario (Butterlin y Bonet, 1963).

La cuenca forma parte a su vez de la subprovincia Carso Yucateco que se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región.

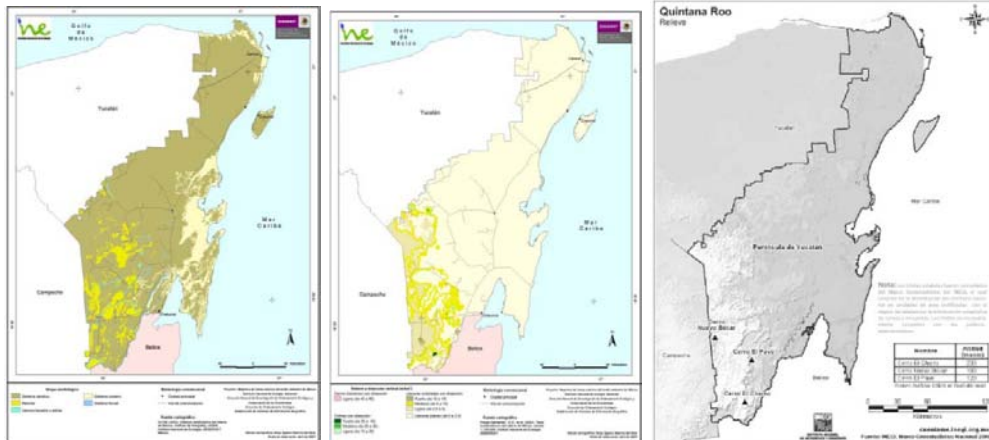


Rasgos fisiográficos de la Península de Yucatán

### IV.1.3 Relieve.

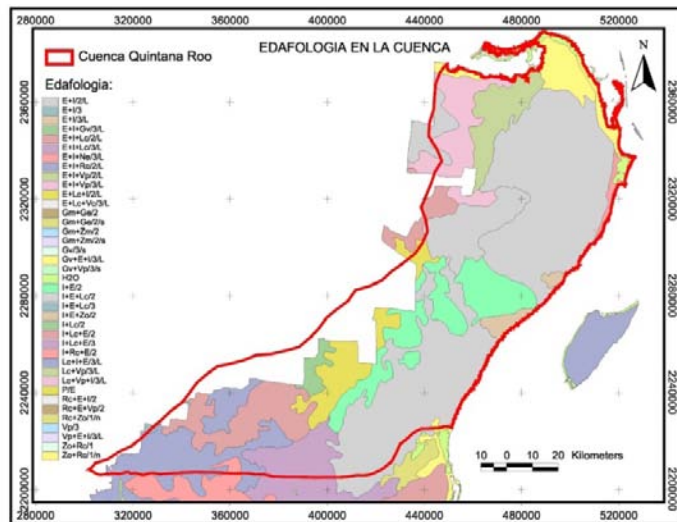
La superficie estatal forma parte de la provincia Península de Yucatán. Existe una llanura que domina el oriente y norte del estado y al occidente un lomerío conformado por rocas sedimentarias (se forman en las playas, los ríos y océanos y en donde se acumulen la arena y barro), en esta zona se encuentra el cerro los Chinos con 370 metros sobre el nivel del mar (msnm), siendo la mayor altitud del estado.

Tipos y clase de relieve.



#### IV.1.4 Edafología

Dentro de la Cuenca Quintana Roo se identificaron 13 tipos edáficos: E+I/2/L; Lc+Vp/3/L; Lc+Vp+I/3/L; I+E+Lc/2; I+E/2; I+E+Zo/2; E+Lc+I/2/L; I+Lc/2, I+Lc+E/2; Lc+I+E/3/L; I+Lc+E/3; Gv+E+I/3/L; y Zo+Rc/1/n, los cuales se muestra en la imagen siguiente.



Edafología de la cuenca INEGI (1:10000000)

Unidad Rendzina (símbolo: E), del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran

peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

Unidad Rendzina (símbolo: E), del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas.

El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

Unidad Litosol (símbolo: I), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre.

En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

Unidad Luvisol (símbolo: L), del latín luvi, luo: lavar; literalmente, suelo con acumulación de arcilla. Son suelos con mucha arcilla acumulada en el subsuelo. La vegetación es generalmente de bosque o selva y se caracterizan por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo. Son frecuentemente rojos o amarillentos, aunque también presentan tonos pardos, que no llegan a ser oscuros. Se diferencian de los Acrisoles en que son más fértiles en general.

Para el caso de la cuenca se identificó la subunidad Luvisol crómico (símbolo: Lc), del griego kromos: color. Suelos de color pardo (o rojizo, en algunas ocasiones amarillento). Son de fertilidad moderada y con alta capacidad para proporcionar nutrientes a las plantas; cuando está húmedo es de color pardo oscuro a rojo poco intenso (rojizo).

Unidad Vertisol (símbolo: V), del latín vertere, voltear; literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Son suelos muy arcillosos en cualquier capa a menos de

50 cm de profundidad; en época de secas tienen grietas muy visibles a menos de 50 cm de profundidad, siempre y cuando no haya riego artificial. Estos suelos se agrietan en la superficie cuando están muy mojados. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales.

Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

Para la cuenca se identificó la subunidad Vertisol pélico (símbolo: Vp), del griego plinthos: ladrillo. Suelos con una capa de color blanco o amarillo con manchas rojas muy notables que se endurecen si quedan expuestas permanentemente al aire; se trata de un Vertisol muy oscuro.

Unidad Gleysol (símbolo: G), del ruso gley: pantano; literalmente, suelo pantanoso. Son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos overdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. Son.

Para la cuenca se identificó la subunidad Gleysol vértico (símbolo: Gv), del latín yerto: voltrear. Son suelos que cuando están secos presentan grietas notables en alguna parte del subsuelo. Son de fertilidad moderada a alta. Se trata de un Gleysol con subsuelo ligeramente agrietado en alguna parte de la mayoría de los años.

Solonchak (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo.

Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad.

Para la cuenca se identificó la subunidad Solonchak órtico (símbolo: Zo), del griego orthos: recto, derecho. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Se trata de un Solonchak con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, y nutrientes.

Regosoles (símbolo: R), del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Son suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Son suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Para la cuenca se identificó la subunidad Regosol calcárico (símbolo: Rc), del latín calcareum: calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Se trata de un tipo de regosol con algo de cal a menos de 50 cm de profundidad.

#### **IV.1.5 Geología.**

La Cuenca Quintana Roo presentan 4 tipos geológicos: Ts (cz); Te (cz); Q (s); y Tpl (cz). Se ubica dentro de una estructura geológica que corresponde a una plataforma, o sea un conjunto de capas de rocas sedimentarias, con un grosor de más de 3,500 metros que descansan sobre un basamento paleozoico. La base del paquete sedimentario es de rocas jurásicas y por encima de éstas se encuentran las de edad cretácica, mismas que constituyen la mayor parte de la estructura profunda, donde domina una formación conocida como Evaporizas Yucatán: las rocas paleogénicas se encuentran en todo el subsuelo y consisten en calizas, areniscas y evaporitas del Paleoceno y Eoceno.

La constitución geológica es en su totalidad de rocas sedimentarias marinas-calizas y derivadas de éstas; las edades abarcan del Paleoceno al Cuaternario. Las calizas de la superficie se encuentran formando una coraza calcárea o reblandecida. En ambos casos se trata del intemperismo químico que las ha modificado en un grosor de varios metros. La coraza calcárea es de extrema dureza y constituye la superficie del relieve en amplios territorios; es conocida con los nombres de laja o chaltún.

Las calizas blandas tienen el nombre maya de sascab (deformación de “tierra blanca” en maya), que se considera un rasgo fisiográfico característico del relieve en la Península y representa una transición de la evolución de la roca dura original, al reblandecimiento y posteriormente se transforma en la coraza calcárea; además favorece el desarrollo de las formas cársticas subterráneas. En particular la plataforma sobre la que descansa la cuenca, presenta un sustrato geológico altamente permeable, que evita la existencia de corrientes de agua superficiales y favorece la existencia de acuíferos subterráneos tanto dinámicos como estáticos.

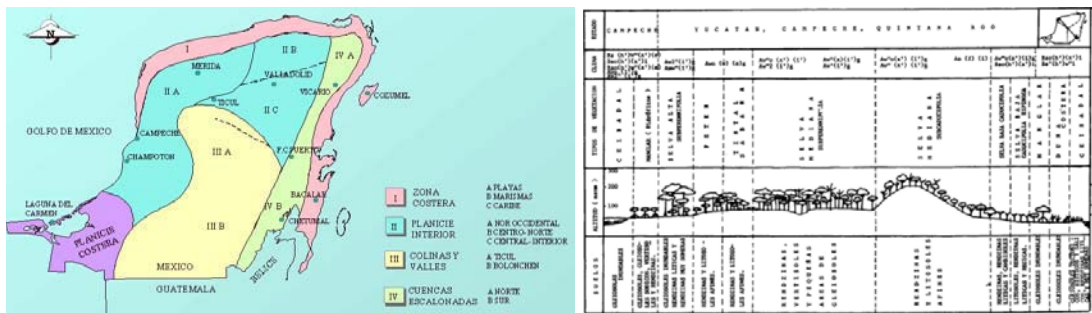
La planicie costera baja, está formada por depósitos del Holoceno y depósitos eólicos, litorales y palustres recientes, con sedimentos finos en las zonas

inundables y depósitos de playa de estratificación cruzada en las playas y dunas costeras. En tanto que la planicie interior más elevada está formada por antiguas crestas de playa del Pleistoceno (Ward, 1997) formadas por sedimentos de arenas y fragmentos de concha.

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja aproximada de dos kilómetros y medio a partir de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biogénicas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presentan estratificación cruzada. En la zona costera existe una extensa zona lagunar o de humedales con depósitos de lodos calcáreos, arcillas y arena.

Dentro de la región geomórfica de la Península de Yucatán, el predio forma parte de la provincia "Zona Costera". Dicha provincia contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.

Provincias geomórficas de la península de Yucatán.



Geomorfología de la Península de Yucatán

Desde el punto de vista litológico en el sistema ambiental analizado del proyecto afloran, desde el continente hacia la línea de costa las siguientes unidades geológicas:

Calizas pre-pleistocénicas.- Se encuentran en la parte continental y conforman una terraza carstificada. Estas calizas se han correlacionado con la Formación Carrillo Puerto (Bonet y Butterlin, 1962), los espesores de esta formación se han reportado desde 240 m en el Norte del estado de Yucatán (Pemex, pozo Sacapuc-1) y entre 8 y 60 m en el corredor turístico de Quintana Roo ( CNA, 1991). Esta formación está constituida por calizas fosilíferas en su base, y calizas compactas y calizas arenosas hacia su cima. El gran desarrollo de conductos de disolución le proporciona un carácter acuífero muy elevado.

Depósitos Carbonatados del Cuaternario.- (CNA, 1992), en la zona costera sobre las calizas pre-pleistocénicas se encuentran depósitos que forman una franja de lomas (crestas) alineadas de 150 Km de longitud y entre 0.5 y 10 Km de ancho; estos depósitos están constituidos por antiguos sedimentos de playa (calcarenitas)

acrecionados en la margen continental y que cubren a calizas arrecifales; entre estas crestas de playa y la costa se encuentran calizas lagunares y calizas arrecifales.

Ambos materiales, las calcarenitas y las calizas mencionadas, se han establecido del Pleistoceno Superior (120,000 a 125,000 años, (Ward, op.cit). Las arenas consolidadas que conforman el alineamiento de lomeríos de crestas de playa están constituidas por una unidad basal de arenas calcáreas de grano fino con estratificación cruzada de bajo ángulo ( $<10^\circ$ ) con huecos excavados por antiguos animales (fósiles), (Ward y Brady, 1979). La porción superficial está alterada por una costra de Caliche.

### **Geología Estructural.**

Las rocas expuestas en esta región se encuentran sin deformar excepto en las inmediaciones del río hondo, donde se encuentran plegadas y en la porción meridional la continuidad de los estratos es interrumpida por fallas normales que dan al terreno una configuración escalonada. Las fallas tienen longitud de varios kilómetros y se manifiestan en escarpes con desnivel de 10 a 100 m, en alguna de ellas han originado fosas gradualmente convertidas en pantanos, lagos y lagunas, siendo la mayor de ellas la Laguna de Bacalar. Los principales ejes estructurales presentan una orientación ONW-ESE y NNE-SSW que se asocian con la Sierrita de Ticul, Yuc., y a los Sistemas Bacalar-Río Hondo-Holbox, Q. Roo respectivamente, además de un sistema de fracturas paralelas al abisal entre la costa oriente y la isla de Cozumel. Para explicar esta doble dirección Bonet y Butterlin (1960) establecieron que la primera orientación que aparece en las series eocénicas y parece unir a Yucatán a las Grandes Antillas, estaría ligada a la orogénesis del Eoceno Superior que ha afectado considerablemente a las islas antillanas (Bonet, 1956). Fue sin duda mucho menos intensa en Yucatán, donde posiblemente representó la zona terminal de su acción y debió producir un abombamiento. Sin embargo, fue bastante fuerte como para impedir la invasión por el mar de la región central de la península en el Oligoceno y en el Mioceno Inferior y Medio. La segunda orientación, que se manifiesta aún claramente en la topografía del estado de Campeche y del oeste de Yucatán, debe estar ligada a deformaciones relativamente recientes, probablemente con la orogénesis Mio-Pliocénica que afectó también las regiones más occidentales de México y las Antillas.

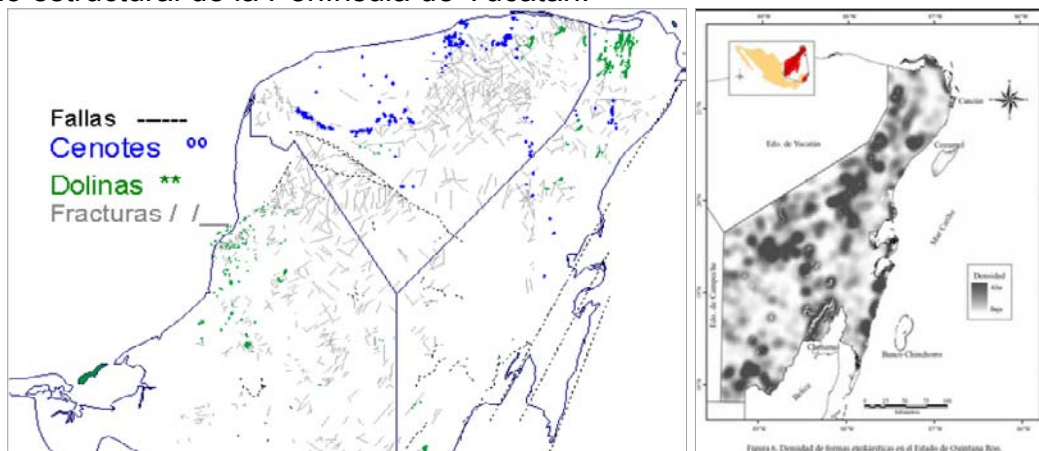
Por otro lado según Lugo-Hubp, Aceves-Quesada y Espinaza-Pereña, en su artículo "Rasgos Geomorfológicos Mayores de la Península de Yucatán" mencionan que la Península dentro de su estructura general de relieve presenta una relación estrecha con la estructura geológica profunda. Dentro de las conclusiones del mencionado artículo cabe mencionar las siguientes:

Las costas del mar caribe pueden interpretarse como controladas por fracturas, aseveración apoyada en el desarrollo carstico intenso sobre todo en la zona de Tulum y con la depresión alineada de la laguna de Bacalar.

Las zonas de mayor concentración de formas carsticas coinciden con las de mayor grado de fracturamiento, en lo cual podría tener influencia los domos de evaporitas cretácicas que penetran en las capas superiores terciarias originando fracturas que alcanzan la superficie.

El Karst en conjunto permitió reconocer una serie de lineamientos que controlan, tanto a las dolinas menores como a las grandes depresiones, con orientación principal al NE y NO en el interior de tierra firme y al NNE en la costa oriental.

Plano estructural de la Península de Yucatán.



#### IV.1.6 Topografía:

De acuerdo al INEGI en la cuenca la topografía es sensiblemente plana. Así para el estado de Quintana Roo las principales elevaciones se ubican en la formación del Petén y son: el cerro del Charro, el cual tiene una altura promedio de 230 msnm ( $18^{\circ} 06' N$  y  $88^{\circ} 53' W$ ). El cerro Nuevo Bécar, con una altura promedio de 180 msnm ( $18^{\circ} 44' N$ ,  $89^{\circ} 07' W$ ).

*Orientación.*

En la zona el relieve se encuentra orientado de frente al Mar Caribe, por lo que forma una barrera que se extiende a todo lo largo del litoral.

#### IV.1.7 Hidrografía:

##### Hidrología superficial.

En la región hidrológica 32, Yucatán Norte, existe una carencia total de corrientes superficiales por las características particulares de alta infiltración en el terreno y el escaso relieve, así como una carencia de cuerpos de agua de gran importancia; solo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna, La Unión; lagunas que se



forman junto al litoral como son las de Conil, Chakchomuk y Nichupté (INEGI, 2002).

Debido a la conformación del terreno dentro de la cuenca Quintana Roo, la precipitación que se presenta en la parte continental, aun cuando anualmente es superior a 1,000 mm, sólo genera escurrimientos superficiales efímeros, que son interceptados por los pozos naturales de recarga del acuífero denominados "Xuch", por lo que no se tienen escurrimientos superficiales.

Uno de los cuerpos de agua superficiales más representativos en la cuenca Quintana Roo se refieren principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes. Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

### **Hidrología subterránea**

En la cuenca Quintana Roo el 80 % de la precipitación anual que se registra se infiltra en el suelo entre las grietas de la masa rocosa de éste, el 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 mm<sup>3</sup>/año) es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y posteriormente es extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8 % constituye la recarga efectiva del acuífero, unos 13,500 mm<sup>3</sup>.

En lo referente a la dirección del flujo subterráneo, éste se da de Poniente a Oriente, aflorando en el mar. Los cambios del nivel base del flujo, generan diferentes zonas de carstificación y propician mayor desarrollo del carst en los materiales más antiguos y hacia niveles más profundos. El movimiento del agua en el subsuelo se manifiesta también en su componente horizontal en la porción superficial del acuífero, sobre todo hacia las franjas costeras, en donde la traza de la interface salina presenta un movimiento estacional de varios kilómetros. A diferencia de los acuíferos en medios granulares, en donde la "intrusión salina" es un proceso irreversible, en el caso de un medio cárstico como el que presenta la península de Yucatán, la intrusión salina es un proceso reversible, con invasiones entre 10 y 20 kilómetros tierra adentro durante el estiaje, para retornar hacia las costas durante la temporada de lluvias. La recarga del acuífero de la Península se ha estimado en 25 316 hm<sup>3</sup> con una explotación de 1 448 hm<sup>3</sup>/ año. Lo anterior representa un grado de presión de apenas el 6% por lo que se considera dentro

de la categoría escasa. Sin embargo en los últimos años ha aumentado el uso de agua subterránea en un 45%.

En el mismo contexto, cabe señalar que las características del agua de la región geohidrológica donde se ubica el proyecto (costas bajas), corresponde a agua de buena calidad, los sólidos totales rebasan los 4,000 ppm, con predominancia de aguas cálcicas, magnésicas-bicarbonatadas y sódico-cloruradas. Tiene una explotación de 6.04 Mm<sup>3</sup>/año, de los cuales más del 10% son captados para uso agrícola, 51.9 Mm<sup>3</sup>/año son para uso potable y solamente 0.004 Mm<sup>3</sup>/año son usados para uso industrial. En cuanto a la recarga se captura un de 4,080 Mm<sup>3</sup>/año, por lo que se estima que el acuífero está sub-explotado

## IV.2 Descripción de los elementos bióticos de la cuenca.

### IV.2.1 Uso de suelo y vegetación.

La mayoría de las selvas en la Cuenca Quintana Roo son del tipo mediana subperennifolia, con árboles que pierden de 25% a 50% de sus hojas durante la estación seca del año. Entre otras cualidades, estas selvas presentan una elevada resiliencia, pues son capaces de restablecerse a pesar de las perturbaciones que continuamente las han afectado y las afectan, sobre todo los huracanes. A continuación se describen de manera general los diez tipos de vegetación reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su Guía para la Interpretación de Cartografía Uso de Suelo y Vegetación Escala 1:250,000 Serie V, respecto a la Cuenca Quintana Roo, donde se ubica el terreno forestal de interés, así como el plano tomado como base.

**Selva Alta Subperennifolia (SAQ).** Se presenta en regiones climáticas cálido húmedas, con precipitaciones de 1 100 a 1 300 mm anuales, con una época de sequía bien marcada que puede durar de tres a cuatro o incluso cinco meses.

Las temperaturas son muy semejantes a las de la Selva Alta Perennifolia, aunque llegan a presentar oscilaciones de 6 a 8 oC, entre el mes más frío y el más cálido. Rango altitudinal: aproximadamente entre 200 y 900 msnm.

Especies importantes: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Manilkara zapata* (ya',zapote, chicozapote), *Bucida buceras* (pukte'), *Brasimum alicastrum* (ox, ramón), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Pimenta dioica* (pimienta), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Terminalia amazonia* (kanxa'an), *Zuelania guidonia*, *Carpodiptera ameliae*, *Tabebuia rosea*, *Alseis yucatanensis*, *Aspidosperma megalocarpon*, *A. cruentum*, *Coccoloba barbadensis*, *C. spicata* (boop), *Swartzia cubensis* (katalox), *Thouinia paucidentata* (k'anchunup), *Oendropanax arboreus*, *Sideroxylon capiri* (tempisque), *Aphananthe monoica*, *Hernandia sonora* (palo de campana), *Alchornea latifolia*, *Cupania* spp., *Guarea glabra* (hoja blanca), *Sapranthus humilis*, *Trichilia havanensis*, *Vitex gaumeri*, *Astronium graveolens*,

*Smira rhodoclada*, *Sterculia apetala*, *S. mexicana*, *Vatairea lundellii*, *Chrysophyllum mexicanum* (caimito), *Myroxylon balsamum*, *Cryosophila stauracantha* (wano kum), *Robinsonella mirandae*, *Exothea diphylla* (wayam cox), *Maclura tinctoria*, *Pseudobombax ellipticum* (amapola), *Sabal mauritiiformis* (batán), *Metopium brownei*(boxchechem), *Talisia olivaeformis* (waya), *Thrinax parviflora* (chit), *Caesalpinia gaumeri*, *Pouteria sapota* (chakalja'as), *Zuelania guidonia* (tamay), *Cedrela odorata* (k'uche'), *Lonchocarpus castilloi* (machiche'), *Trichilia minutiflora* (morgao colorado), *Protium copal* (copal o pom), *Lysiloma bahamense*, *Pouteria campechiana*, *Thrinax radiata* (ch'it), *Calophyllum brasiliense*, *Poulsenia armata*. *Acosmium panamense*, *Cryosophylla argentea*.

**Selva Mediana Subperennifolia (SMQ).** Se desarrolla en climas cálidohúmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas. Sus árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aún cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum malic astrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya',zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas

**Selva Baja Perennifolia (SBP).** Esta selva se desarrolla bajo la influencia de climas cálido - húmedos y subhúmedos, bajo condiciones de inundación permanente. Se le puede encontrar entre 1 400 Y1 900 msnm. El estrato arbóreo de esta selva está constituido por individuos con altura promedio de 7 metros.

Especies importantes: *Pachira aquatica* (zapote de agua), *Annona glabra* (anona), *Chrysobalanus icaco* (icaco), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Oreopanax xalapensis*, *Clusia salvinii*, *Myrica cerifera*, *Rapanea juergensenii*, *Alfaroa costaricensis*, *Alsophila salvinii*, *Hesdiomum mexicanum*, *Matayba oppositifolia*, *Ocotea efusa*, *Ropula montana*, *Weinmannia pinnanta*, *Ardisia sp.*, *Clethra sp.*,

*Conostegia sp., Eugenia sp., Hediosmun sp., Nectandra sp., Rhamnus sp., Styrax sp., Matudaea trinervia, Clethra matudae, Podocarpus guatemalensis, Osmanthus americanus, Chichito olmediella, Betschleriana sp. (manzana de danta), Haematoxylon campechianum, Bucida buceras, Metopium brownei, Cameraria latifolia, Byrsonima crassifolia, Manilkara zapota, Jatropha gaumeri, Crhysophylum mexicanum, Crescentia kujete, Coccoloba cozumelensis, Croton sp., Hyperbaena winzerlingii, Psidium sartorianum, Cordia dodecandra, Gymnopodium floribundum, Cassia alata, Acacia millenaria, Mimosa bahamensis, Bursera simaruba, Bucida spinosa, Dalbergia glabra, Byrsonima bucidaefolia, Bravaisia tubiflora, Erithroxylon aerolatum, Malpighia lundellii, Acoelorrhapha wrightii, Lysiloma latisiliquum, Sebastiania adenophora, Gymnopodium antigonoides, Byrsonima crassifolia y Coccoloba schiedana. Abundan gramíneas y ciperáceas tales como: Scleria spp. y Eleocharis sp. Las epífitas las constituyen Orchidaceae como Encyclia alata, Piperaceae como Peperomia sp. y bromeliáceas, así como el bejuco Dalbergia glabra.*

**Selva Baja Subperennifolia (SBO).** Los climas en donde se desarrolla son cálido-húmedo y subhúmedo. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperennifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se le encuentra en zonas bajas y planas, en terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). Los suelos que soportan a esta selva son relativamente profundos, con una lámina de agua más o menos somera en época de lluvias. Esta selva está caracterizada por árboles bajos (no mayores de 5 m), generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

*Especies importantes: Haematoxylon campechianum (ek', tinto, palo de tinte), Bucida buceras (pukte'), Metopium brownei (chechem), Byrsonima bucidaefolia (sakpaj), Pachira acuatica (zapote bobo, kuche'), Cameraria latifolia. Talisia floresii, Byrsonima crassifolia, Crescentia alata, C. kujete, Curatella americana, Eugenia lundellii, Coccoloba cozumelensis, Croton reflexifolius, Hyperbaena winzerlingii y Coccoloba spp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas y bromeliáceas como Tillandsia sp.*

**Selva Baja Caducifolia (SBC).** Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta SS y Cw. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20 oC. Las precipitaciones anuales son de 1200 mm como máximo, teniendo como mínimo a los 600 mm con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa.

Desde el nivel del mar hasta unos 1700 m, rara vez hasta 1900 se le encuentra a este tipo de selva, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Esta selva presenta corta altura de sus componentes arbóreos (normalmente de 4 a 10m, muy eventualmente de hasta 15 m o un poco más). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vida suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

**Selva Baja Subcaducifolia (SBS).** En cuanto a su fisonomía, esta es muy semejante a la SBC, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Especies importantes: *Metopium brownei* (boxchechem), *Lysiloma latisiliquum* (tsalam), *Beaucarnea ameliae* (ts'ipil), *Pseudophoenix sargentii*(kuka'), *Agave angustifolia* (ki, babki'), *Bursera simaruba* (chaka'), *Beaucarnea pliabilis*, *Nopalea gaumeri* (tsakam), *Bromelia pinguin* (ch'om), *Coccoloba* sp. (boop), *Thevetia gaumeri* (akits).

**Vegetación secundaria de las selvas.** Comunidades originadas por la destrucción de la vegetación primaria, que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original; en otros casos presenta un aspecto y composición florística diferente. Se desarrollan en zonas desmontadas para diferentes usos y en áreas agrícolas abandonadas. En la clasificación de estas comunidades se consideran las siguientes etapas sucesionales secundarias:

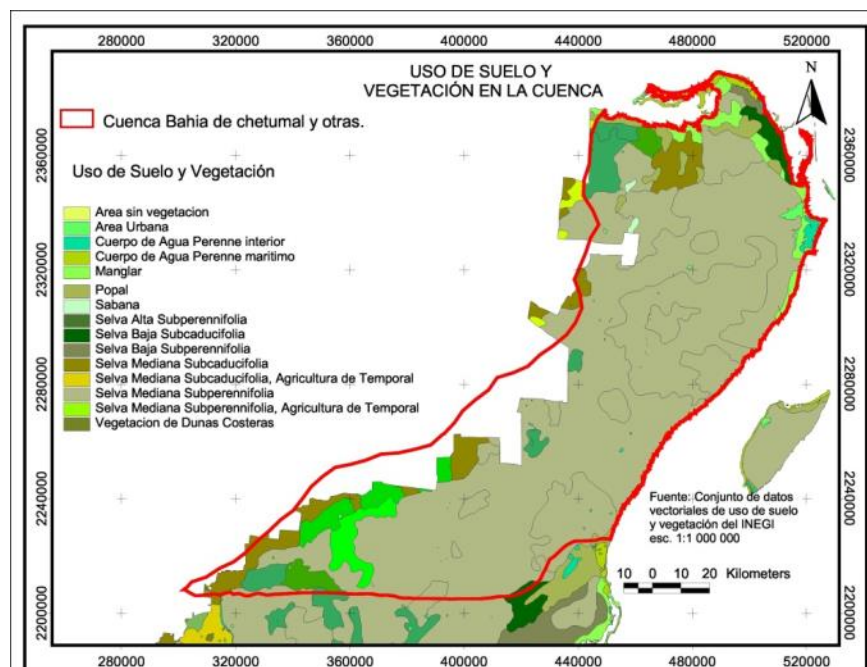
- ➔ **ARBÓREA (\*VSA):** se desarrolla después de transcurridos varios años del desmonte original y por lo tanto después de las etapas herbácea y arbustiva. Según la antigüedad se pueden encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o varias.
- ➔ **ARBUSTIVA (\*VSA):** Fase sucesional secundaria de la vegetación con predominancia de arbustos. Puede ser sustituida o no por una fase arbórea. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.
- ➔ **HERBÁCEA (\*VSh):** Primera fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de formas herbáceas. Puede ser sustituida o no por una fase arbustiva. Con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original.

**Manglar (VM).** Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia*

*germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto.

**Tular (VT).** Es una comunidad de plantas acuáticas, arraigadas en el fondo, constituida por monocotiledóneas de 80 cm hasta 2.5 m de alto, de hojas largas y angostas o bien carente de ellas. Su distribución es cosmopolita, se desarrollan en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, principalmente en la zona del altiplano. Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp.), y tutillo (*Scirpus* spp.), también es común encontrar los llamados carrizales de (*Phragmites communis*) y (*Arundonax*). Incluye los "seibadales" de *Cladium jamaicense* del sureste del país. En México es bien conocido por la utilización de los tallos de *Typha* y *Scirpus* en la confección artesanal de petates, cestos, juguetes y diversos utensilios. Los carrizales también son de gran importancia para la elaboración estructural de juegos pirotécnicos y muchos objetos artesanales. En muchos sitios se conservan como refugios de aves para la actividad cinegética.

**Vegetación de Dunas Costeras (VU).** Comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje. Algunas de las especies que se pueden encontrar son nopal (*Opuntia dillenii*), riñonina (*Ipomoea pescarpe*), alfombrilla (*Abronia maritima*), (*Croton* sp.), verdolaga (*Sesuvium portulacastrum*), etc. También se pueden encontrar algunas leñosas y gramíneas como el uvero (*Coccoloba uvifera*), pepe (*Chrysobalanos icacos*), cruceta (*Randia* sp.), espino blanco (*Acacia* sp. *haerocephala*), mezquite (*Prosopis juliflora*), zacate salado (*Distichlis spicata*), zacate (*Sporobolus* sp.) entre otros. La actividad principal que se desarrolla en esta comunidad es el pastoreo de ganado bovino y caprino. En algunos casos se presenta la eliminación de la vegetación de dunas para incorporar terrenos a la agricultura.



**Figura.** Ubicación la cuenca Quintana Roo dentro de la carta de Uso de Suelo y Vegetación, S.  
Fuente: Datos vectoriales, INEGI (escala 1:1000000).

Como se observa en las figuras de la cuenca, estas son muy extensas y por lo tanto incluyen muchos tipos de vegetación, tipos de clima, geomorfología, geohidrología, suelos, por lo que no resulta económicamente viable la caracterización de la cuenca, ya que además sería poco objetiva.

Por lo tanto con base en los tipos de vegetación antes descritos, se menciona que el ecosistema que se desarrolla en el área de ubicación del predio corresponde al conformado por la selva mediana subperennifolia, por lo cual se realizó un inventario de flora y fauna, levantando sitios testigo dentro de la cuenca en los alrededores del predio, por lo cual se presenta a continuación la descripción de la metodología empleada, la ubicación de los sitios y los resultados obtenidos:

## IV.2.2 Método y Estimación de la diversidad de flora por especie

### IV.2.2.1 Descripción del método de muestreo

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio. Para ello se levantaron dos sitios de 100 x 5 m cada uno.

Dentro de cada sitio se contarón e identificaron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más representativas

<b>Ubicación de los sitios de muestreo en la cuenca</b>			
Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84			
No.	X	Y	Tipo de vegetación
1	511848	2311303	Selva Mediana Subperennifolia
2	511818	2311205	Selva Mediana Subperennifolia
3	510059	2308493	Selva Mediana Subperennifolia
4	510999	2308492	Selva Mediana Subperennifolia
5	511109	2308993	Selva Mediana Subperennifolia

#### IV.2.2.2 Intensidad de muestreo

En las área cubiertas por Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia dentro de la cuenca se levantaron 5 sitios rectangulares de 500 m<sup>2</sup> donde se muestreo el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo se levantaron 5 subsitios de 40 m<sup>2</sup>, mientras que para el estrato herbáceo se levantaron 5 subsitios de 20 metros cuadrados, con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 29 %, 2.3 % y 1.18 % respectivamente, si tomamos como base las .84 has que se solicitan para el CUSTF.

#### IV.2.2.3 Definición de estratos

Referente al criterio empleado para clasificar las especies vegetales identificadas según estrato, fue el siguiente:

Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
<b>Arbóreo</b>	Mínimo de 1.30	10 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
<b>Arbustivo</b>	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
<b>Herbáceo</b>	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes en el predio podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecían.

#### IV.2.2.4 Variables levantadas

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:



- **Número de sitio.** Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y al llegar al sitio se marcó el número correspondiente mediante la colocación de una placa metálica.
- **Número de árbol.-** Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georeferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- **Especie.-** Se anotó el nombre común de cada especie.
- **Diámetro Normal (DN).-** Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.
- **Altura Total (AT).-** Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).-** Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.

#### IV.2.2.5 Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de  $\pm 30$  cm).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

#### IV.2.2.6 Fórmulas utilizadas

Para estimar el área basal y volumen total y volumen de fuste limpio se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Índice de Valor de Importancia.

Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie:

IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

- La dominancia

La dominancia (*Estimador de biomasa: área basal, cobertura*) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Densidad relativa

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Frecuencia relativa

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{No. de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{No. total de cuadros muestreados}}$$

- Índice de diversidad

Se estimó el índice de Shannon-Wiever con los datos directos recabados, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S = número de especies

P<sub>i</sub> = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n<sub>i</sub>/N<sub>t</sub>)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

#### IV.2.2.7 Lista de especies arbóreas obtenidas en los muestreos realizados

Del inventario forestal de la cuenca, resulto que se presentan 62 especies distribuidas en 28 familias, que se desarrollan en los tres estratos de vegetación, las cuales se enlistan a continuación:

Especies muestreadas en la cuenca			
No.	Familia	Nombre común	Nombre científico
1	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei
2	Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens
3	Annonaceae	Elemuy	Mosannonna depressa
4	Apiaceae	Sacchaca	Dendropanax arboreus
5	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri
6	Araceae	Bejuco corazon	Philodendron smithii
7	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii
8	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba
9	Burseraceae	Copal	Protium copal
10	Capparaceae	Tres maria	Forchhammeria trifoliata
11	Celastraceae	Chak che	Maytenus guatemalensis
12	Commelinaceae	Zacate flor azul	Tripogandra grandiflora
13	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus

14	Euphorbiaceae	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>
15	Fabaceae	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>
16	Fabaceae	Pata de vaca	<i>Bauhinia divaricata</i>
17	Fabaceae	Pata de venado	<i>Bauhinia unguilaata</i>
18	Fabaceae	Subin	<i>Acacia cornigera</i>
19	Fabaceae	Tipo huaje	<i>Mariosousa dolichostachya</i>
20	Fabaceae	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
21	Icacinaceae	uvas che'	<i>Ottoschulzia pallida</i>
22	Leguminosae	Balche	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>
23	Leguminosae	Kanasin	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
24	Leguminosae	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>
25	Leguminosae	Kitamche	<i>Caesalpinia gaumeri</i>
26	Leguminosae	Phitecelobium	<i>Zygia stevensonii</i>
27	Leguminosae	Xuul	<i>Lonchocarpus xuul</i>
28	Malvaceae	Mahahua	<i>Hamphea trilobata</i>
29	Malvaceae	Pochote	<i>Ceiba schottii</i>
30	Malvaceae	Sutub	<i>Helicteres baruensis</i>
31	Malvaceae	Tulipansillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>
32	Moraceae	Alamo	<i>Ficus maxima</i>
33	Moraceae	Amatillo	<i>Ficus perdusa</i>
34	Moraceae	Guarumbo	<i>Cecropia obtusifolia</i>
35	Moraceae	Mata palo	<i>Ficus continifolia</i>
36	Moraceae	Ramon	<i>Brosimum alicastrum</i>
37	Myrtaceae	Chakni	<i>Calyptanthus pallens</i>
38	Myrtaceae	Guayabillo	<i>Mycianthes fragrans</i>
39	Nyctaginaceae	Tatsi	<i>Neea psychotrioides</i>
40	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>
41	Palmae	Huano	<i>Sabal japa</i>
42	Palmae	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>
43	Piperaceae	Cordoncillo	<i>Piper amalago</i>
44	Polygonaceae	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>
45	Polygonaceae	Sacbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>
46	Polygonaceae	Toyub	<i>Coccoloba acapulcensis</i>
47	Putranjivaceae	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>
48	Rubiaceae	Café silvestre	<i>Psychotria nervosa</i>
49	Rubiaceae	Tastap	<i>Gutterda combsii</i>
50	Sapindaceae	Bejuco guaya	<i>Serjania mexicana</i>
51	Sapindaceae	Canchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>
52	Sapindaceae	Cojolute	<i>Cupania glabra</i>
53	Sapindaceae	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>
54	Sapindaceae	kanchunup	<i>Thouinia paucidentata</i>

55	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum
56	Sapotaceae	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum
57	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota
58	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana
59	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria reticulata
60	Simaroubaceae	Sinanche	Alvaradoa amorphoides
61	Ulmaceae	Capulinsillo	Trema micrantha
62	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri

En este tipo de vegetación, no se presentan individuos epifitos (brómeliás, orquídeas, cactáceas) de ninguna clase.

#### IV.2.2.8 Diversidad de especies por hectárea por estrato

##### Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas de la cuenca, arrojó la presencia de 37 especies para el estrato arbóreo, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Cuenca						
No.	Estrato	Familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	12	2
2	Arbóreo	Moraceae	Alamo	Ficus maxima	12	2
3	Arbóreo	Moraceae	Amatillo	Ficus perdusa	4	1
4	Arbóreo	Leguminosae	Balche	Lonchocarpus yucatanensis	4	1
5	Arbóreo	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	4	1
6	Arbóreo	Sapindaceae	Canchunup	Thouinia paucidentata	12	2
7	Arbóreo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba	84	12
8	Arbóreo	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei	12	2
9	Arbóreo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	44	7
10	Arbóreo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	4	1
11	Arbóreo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	20	3
12	Arbóreo	Annonaceae	Elemuy	Mosannonna depressa	8	1
13	Arbóreo	Simaroubaceae	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	8	1
14	Arbóreo	Icacinaceae	uvas che'	Ottoschulzia pallida	8	1
15	Arbóreo	Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	36	5
16	Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	4	1
17	Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	Mycianthes fragrans	8	1
18	Arbóreo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	24	4
19	Arbóreo	Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens	8	1
20	Arbóreo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	8	1

21	Arbóreo	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis	12	2
22	Arbóreo	Leguminosae	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	12	2
23	Arbóreo	Moraceae	Mata palo	Ficus continifolia	32	5
24	Arbóreo	Malvaceae	Pochote	Ceiba schottii	24	4
25	Arbóreo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	16	2
26	Arbóreo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia	12	2
27	Arbóreo	Apiaceae	Sacchaca	Dendropanax arboreus	32	5
28	Arbóreo	Nyctaginaceae	Tatsi	Neea psychotrioides	16	2
29	Arbóreo	Rubiaceae	Tastap	Gutterda combsii	20	3
30	Arbóreo	Fabaceae	Tipo huaje	Mariosousa dolichostachya	20	3
31	Arbóreo	Polygonaceae	Toyub	Coccoloba acapulcensis	12	2
32	Arbóreo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	8	1
33	Arbóreo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	40	6
34	Arbóreo	Verbenaceae	Yaxnic	Vitex gaumeri	76	11
35	Arbóreo	Leguminosae	Xuul	Lonchocarpus xuul	12	2
36	Arbóreo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	4	1
37	Arbóreo	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria reticulata	4	1
Total					676	100

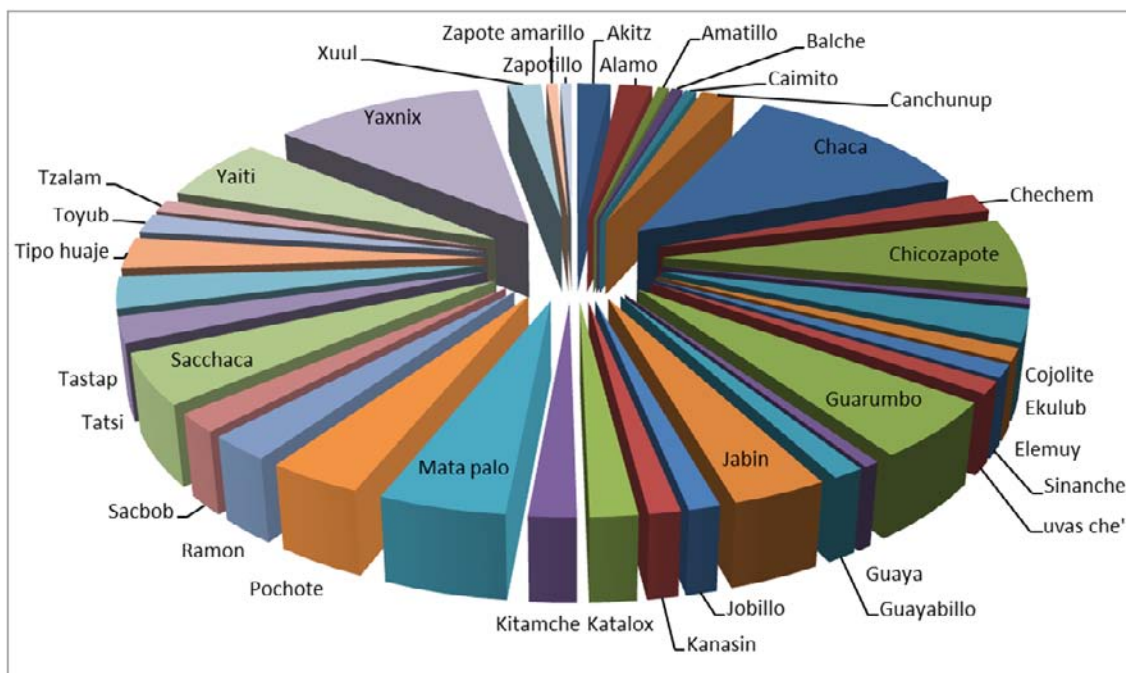


Figura. Diversidad de especies en el estrato arbóreo de la SMQ

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo de la cuenca se encuentra dominado en un 12% de la especie de Chaca (*Bursera simaruba*), y en un 11 % del Yaxnic (*Vitex gaumeri*), sin embargo la distribución en la diversidad de las especies es bastante homogénea síntomas de que la selva se encuentra conservada. En este estrato arbóreo se presenta una densidad de 676 individuos por hectárea.

### Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la cuenca se observan 44 especies las cuales presentan la siguiente diversidad:

<b>Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Cuenca</b>						
No.	Estrato		Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	100	1
2	Arbustivo	Moraceae	Alamo	Ficus maxima	150	2
3	Arbustivo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	500	6
4	Arbustivo	Rubiaceae	Café silvestre	Psychotria nervosa	200	2
5	Arbustivo	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	50	1
6	Arbustivo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	1000	11
7	Arbustivo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	150	2
8	Arbustivo	Ulmaceae	Capulinsillo	Trema micrantha	50	1
9	Arbustivo	Sapotaceae	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	200	2
10	Arbustivo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba	100	1
11	Arbustivo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	200	2
12	Arbustivo	Burseraceae	Copal	Protium copal	500	6
13	Arbustivo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	550	6
14	Arbustivo	Annonaceae	Elemuy	Mosannonna depressa	100	1
15	Arbustivo	Sapindaceae	kanchunup	Thouinia paucidentata	100	1
16	Arbustivo	Celastraceae	Chak che	Maytenus guatemalensis	250	3
17	Arbustivo	Myrtaceae	Chakni	Calyptanthes pallens	50	1
18	Arbustivo	Moraceae	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	300	3
19	Arbustivo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	150	2
20	Arbustivo	Myrtaceae	Guayabillo	Mycianthes fragrans	150	2
21	Arbustivo	Palmae	Huano	Sabal japa	50	1
22	Arbustivo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	50	1
23	Arbustivo	Anacardiaceae	Jobillo	Astronium graveolens	50	1
24	Arbustivo	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis	250	3
25	Arbustivo	Leguminosae	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	150	2
26	Arbustivo	Malvaceae	Mahahua	Hamphea trilobata	150	2
27	Arbustivo	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii	50	1
28	Arbustivo	Fabaceae	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	350	4
29	Arbustivo	Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia unguilata	150	2
30	Arbustivo	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	550	6
31	Arbustivo	Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii	400	5
32	Arbustivo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia	50	1
33	Arbustivo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	150	2
34	Arbustivo	Apiaceae	Sacchaca	Dendropanax arboreus	50	1
35	Arbustivo	Fabaceae	Subin	Acacia cornigera	50	1
36	Arbustivo	Nyctaginaceae	Tatsi	Neea psychotrioides	250	3
37	Arbustivo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	250	3
38	Arbustivo	Capparaceae	Tres maria	Forchhammeria trifoliata	50	1

39	Arbustivo	Malvaceae	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	150	2
40	Arbustivo	Fabaceae	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	150	2
41	Arbustivo	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii	50	1
42	Arbustivo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	300	3
43	Arbustivo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	50	1
44	Arbustivo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	50	1
					8650	100

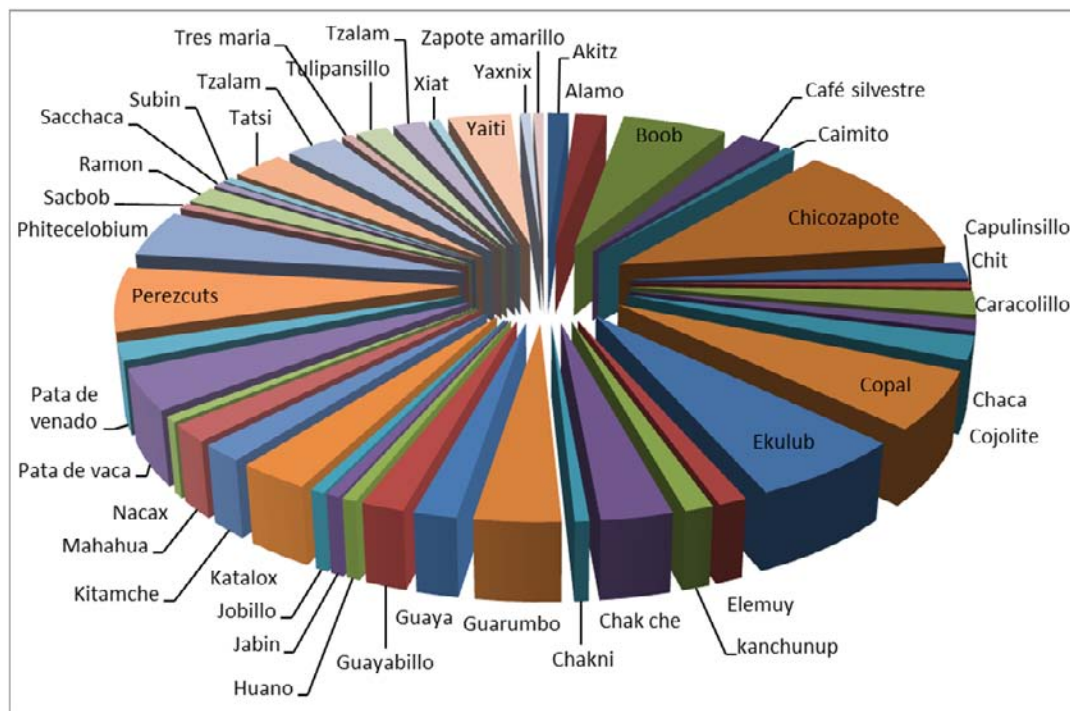


Figura. Diversidad de especies en el estrato arbustivo de la SMQ

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado en un 11% de la especie de Chicozapote (*Manilkara zapota*). En este estrato arbóreo se presenta una densidad de 8650 individuos por hectárea.

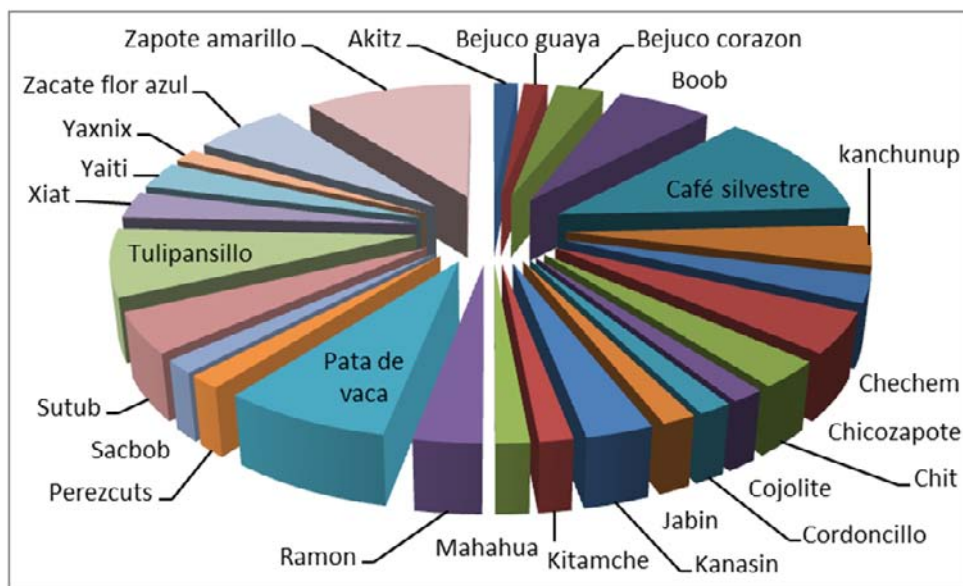
### Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo de la cuenca se presentan 26 especies, las cuales presentan la siguiente diversidad:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Cuenca						
No.	Estrato		Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	125	2
2	Herbáceo	Sapindaceae	Bejuco guaya	Serjania mexicana	125	2
3	Herbáceo	Araceae	Bejuco	Philodendron smithii	250	3



			corazon			
4	Herbáceo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	500	6
5	Herbáceo	Rubiaceae	Café silvestre	Psychotria nervosa	1000	12
6	Herbáceo	Sapindaceae	kanchunup	Thouinia paucidentata	375	5
7	Herbáceo	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei	250	3
8	Herbáceo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	375	5
9	Herbáceo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	250	3
10	Herbáceo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	125	2
11	Herbáceo	Piperaceae	Cordoncillo	Piper amalago	125	2
12	Herbáceo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	125	2
13	Herbáceo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	250	3
14	Herbáceo	Leguminosae	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	125	2
15	Herbáceo	Malvaceae	Mahahua	Hamphea trilobata	125	2
16	Herbáceo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	250	3
17	Herbáceo	Fabaceae	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	625	8
18	Herbáceo	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	125	2
19	Herbáceo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia	125	2
20	Herbáceo	Malvaceae	Sutub	Helicteres baruensis	375	5
21	Herbáceo	Malvaceae	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	625	8
22	Herbáceo	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii	250	3
23	Herbáceo	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	250	3
24	Herbáceo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	125	2
25	Herbáceo	Commelinaceae	Zacate flor azul	Tripogandra grandiflora	500	6
26	Herbáceo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	875	11
					8125	100



**Figura.** Diversidad de especies en el estrato herbáceo de la cuenca

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado en un 12% de la especie de Café silvestre (*Psychotria nervosa*), y en un 11 % del Zapote amarillo (*Pouteria campechiana*), más abundantes. En este estrato herbáceo se presenta una densidad de 8125 individuos por hectárea.

#### IV.2.2.9 Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio con vegetación en sus dos tipos de vegetación, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados

##### Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.246 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.611, lo cual nos da un índice de equidad de 0.899, esto indica que las 37 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 89 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó una especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual es el Jobillo (*Astronium graveolens*)

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo en la cuenca							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.018	-4.031	0.072
2	Arbóreo	Alamo	Ficus maxima		0.018	-4.031	0.072
3	Arbóreo	Amatillo	Ficus perdusa		0.006	-5.130	0.030
4	Arbóreo	Balche	Lonchocarpus yucatanensis		0.006	-5.130	0.030
5	Arbóreo	Caimito	Chrysophyllum mexicanum		0.006	-5.130	0.030
6	Arbóreo	Canchunup	Thouinia paucidentata		0.018	-4.031	0.072
7	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba		0.124	-2.085	0.259
8	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei		0.018	-4.031	0.072
9	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.065	-2.732	0.178
10	Arbóreo	Cojolite	Cupania glabra		0.006	-5.130	0.030
11	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.030	-3.520	0.104
12	Arbóreo	Elemuy	Mosannonna depressa		0.012	-4.437	0.053
13	Arbóreo	Sinanche	Alvaradoa amorphoides		0.012	-4.437	0.053
14	Arbóreo	uvas che'	Ottoschulzia pallida		0.012	-4.437	0.053
15	Arbóreo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia		0.053	-2.933	0.156
16	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.006	-5.130	0.030
17	Arbóreo	Guayabillo	Mycianthes fragrans		0.012	-4.437	0.053
18	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula		0.036	-3.338	0.119
19	Arbóreo	Jobillo	Astronium graveolens	Amenazada	0.012	-4.437	0.053

20	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	0.012	-4.437	0.053
21	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis	0.018	-4.031	0.072
22	Arbóreo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	0.018	-4.031	0.072
23	Arbóreo	Mata palo	Ficus continifolia	0.047	-3.050	0.144
24	Arbóreo	Pochote	Ceiba schottii	0.036	-3.338	0.119
25	Arbóreo	Ramon	Brosimum alicastrum	0.024	-3.744	0.089
26	Arbóreo	Sacbob	Coccoloba diversifolia	0.018	-4.031	0.072
27	Arbóreo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	0.047	-3.050	0.144
28	Arbóreo	Tatsi	Neea psychotrioides	0.024	-3.744	0.089
29	Arbóreo	Tastap	Gutterda comsii	0.030	-3.520	0.104
30	Arbóreo	Tipo huaje	Mariosousa dolichostachya	0.030	-3.520	0.104
31	Arbóreo	Toyub	Coccoloba acapulcensis	0.018	-4.031	0.072
32	Arbóreo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	0.012	-4.437	0.053
33	Arbóreo	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.059	-2.827	0.167
34	Arbóreo	Yaxnix	Vitex gaumeri	0.112	-2.185	0.246
35	Arbóreo	Xuul	Lonchocarpus xuul	0.018	-4.031	0.072
36	Arbóreo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	0.006	-5.130	0.030
37	Arbóreo	Zapotillo	Pouteria reticulata	0.006	-5.130	0.030
				1.000		3.246

<b>Riqueza (S) =</b>	<b>37</b>
<b>H' Calculada =</b>	<b>3.246</b>
<b>H max =</b>	<b>3.611</b>
<b>Equidad (J) =</b>	<b>0.899</b>
<b>H max - H' =</b>	<b>0.365</b>

### Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.432 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.784, lo cual nos da un índice de equidad de 0.907 esto indica que las 44 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 90 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a *Thrinax radiata* *Astronium graveolens* *Coccothrinax readii* dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo en la cuenca							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.012	-4.460	0.052
2	Arbustivo	Alamo	Ficus maxima		0.017	-4.055	0.070
3	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata		0.058	-2.851	0.165
4	Arbustivo	Café silvestre	Psychotria nervosa		0.023	-3.767	0.087
5	Arbustivo	Caimito	Chrysophyllum		0.006	-5.130	0.030

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD A PARTICULAR  
CUSTF PARA EL PROYECTO ESCUELA SECUNDARIA EN PUERTO MORELOS

	o		mexicanum		5.153	0
6	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.116	- 0.24
					2.158	9
7	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	Amenazada	0.017	- 0.07
					4.055	0
8	Arbustivo	Capulinsillo	Trema micrantha		0.006	- 0.03
					5.153	0
9	Arbustivo	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum		0.023	- 0.08
					3.767	7
10	Arbustivo	Chaca	Bursera simaruba		0.012	- 0.05
					4.460	2
11	Arbustivo	Cojolite	Cupania glabra		0.023	- 0.08
					3.767	7
12	Arbustivo	Copal	Protium copal		0.058	- 0.16
					2.851	5
13	Arbustivo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.064	- 0.17
					2.755	5
14	Arbustivo	Elemuy	Mosannonna depressa		0.012	- 0.05
					4.460	2
15	Arbustivo	kanchunup	Thouinia paucidentata		0.012	- 0.05
					4.460	2
16	Arbustivo	Chak che	Maytenus guatemalensis		0.029	- 0.10
					3.544	2
17	Arbustivo	Chakni	Calyptanthes pallens		0.006	- 0.03
					5.153	0
18	Arbustivo	Guarumbo	Cecropia obtusifolia		0.035	- 0.11
					3.362	7
19	Arbustivo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.017	- 0.07
					4.055	0
20	Arbustivo	Guayabillo	Mycianthes fragrans		0.017	- 0.07
					4.055	0
21	Arbustivo	Huano	Sabal japa		0.006	- 0.03
					5.153	0
22	Arbustivo	Jabin	Piscidia piscipula		0.006	- 0.03
					5.153	0
23	Arbustivo	Jobillo	Astronium graveolens	Amenazada	0.006	- 0.03
					5.153	0
24	Arbustivo	Katalox	Swartzia cubensis		0.029	- 0.10
					3.544	2
25	Arbustivo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri		0.017	- 0.07
					4.055	0
26	Arbustivo	Mahahua	Hamphea trilobata		0.017	- 0.07
					4.055	0
27	Arbustivo	Nacax	Coccothrinax readii	Amenazada	0.006	- 0.03
					5.153	0
28	Arbustivo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata		0.040	- 0.13
					3.207	0
29	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia unguilata		0.017	- 0.07
					4.055	0
30	Arbustivo	Perezcuts	Croton arboreus		0.064	- 0.17
					2.755	5
31	Arbustivo	Phitecelobium	Zygia stevensonii		0.046	- 0.14
					3.074	2
32	Arbustivo	Sacbob	Coccoloba diversifolia		0.006	- 0.03
					5.153	0
33	Arbustivo	Ramon	Brosimum alicastrum		0.017	- 0.07
					4.055	0

34	Arbustivo	Sacchaca	Dendropanax arboreus	0.006	-	0.03
					5.153	0
35	Arbustivo	Subin	Acacia cornigera	0.006	-	0.03
					5.153	0
36	Arbustivo	Tatsi	Neea psychotrioides	0.029	-	0.10
					3.544	2
37	Arbustivo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	0.029	-	0.10
					3.544	2
38	Arbustivo	Tres maria	Forchhammeria trifoliata	0.006	-	0.03
					5.153	0
39	Arbustivo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	0.017	-	0.07
					4.055	0
40	Arbustivo	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	0.017	-	0.07
					4.055	0
41	Arbustivo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	0.006	-	0.03
					5.153	0
42	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.035	-	0.11
					3.362	7
43	Arbustivo	Yaxnix	Vitex gaumeri	0.006	-	0.03
					5.153	0
44	Arbustivo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	0.006	-	0.03
					5.153	0
				1.000		3.432

<b>Riqueza (S) =</b>	<b>44</b>
<b>H' Calculada =</b>	<b>3.432</b>
<b>H max =</b>	<b>3.784</b>
<b>Equidad (J) =</b>	<b>0.907</b>
<b>H max - H' =</b>	<b>0.352</b>

### Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.053 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.258, lo cual nos da un índice de equidad de 0.937, esto indica que las 26 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 93 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

<b>Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo en la cuenca</b>							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Akitz	Thevetia gaumeri		0.015	-4.174	0.064
2	Herbáceo	Bejuco guaya	Serjania mexicana		0.015	-4.174	0.064
3	Herbáceo	Bejuco corazon	Philodendron smithii		0.031	-3.481	0.107
4	Herbáceo	Boob	Coccoloba spicata		0.062	-2.788	0.172
5	Herbáceo	Café silvestre	Psychotria nervosa		0.123	-2.095	0.258
6	Herbáceo	kanchunup	Thouinia paucidentata		0.046	-3.076	0.142
7	Herbáceo	Chechem	Metopium brownei		0.031	-3.481	0.107
8	Herbáceo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.046	-3.076	0.142
9	Herbáceo	Chit	Thrinax radiata	A	0.031	-3.481	0.107
10	Herbáceo	Cojolute	Cupania glabra		0.015	-4.174	0.064

11	Herbáceo	Cordoncillo	Piper amalago	0.015	-4.174	0.064
12	Herbáceo	Jabin	Piscidia piscipula	0.015	-4.174	0.064
13	Herbáceo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	0.031	-3.481	0.107
14	Herbáceo	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	0.015	-4.174	0.064
15	Herbáceo	Mahahua	Hamphea trilobata	0.015	-4.174	0.064
16	Herbáceo	Ramon	Brosimum alicastrum	0.031	-3.481	0.107
17	Herbáceo	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	0.077	-2.565	0.197
18	Herbáceo	Perezcuts	Croton arboreus	0.015	-4.174	0.064
19	Herbáceo	Sacbob	Coccoloba diversifolia	0.015	-4.174	0.064
20	Herbáceo	Sutub	Helicteres baruensis	0.046	-3.076	0.142
21	Herbáceo	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	0.077	-2.565	0.197
22	Herbáceo	Xiat	Chamaedorea seifrizii	0.031	-3.481	0.107
23	Herbáceo	Yaiti	Gymnanthes lucida	0.031	-3.481	0.107
24	Herbáceo	Yaxnix	Vitex gaumeri	0.015	-4.174	0.064
25	Herbáceo	Zacate flor azul	Tripogandra grandiflora	0.062	-2.788	0.172
26	Herbáceo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	0.108	-2.228	0.240
				1.015	-90.369	3.053

<b>Riqueza (S) =</b>	<b>26</b>
<b>H' Calculada =</b>	3.053
<b>H max =</b>	3.258
<b>Equidad (J) =</b>	0.937
<b>H max - H' =</b>	0.205

#### IV.2.2.10 Índice de Valor de Importancia

##### Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia, está compuesto por 37 especies, mostrando los siguientes Índice de Valor de Importancia:

IVI del estrato arbóreo de la cuenca						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akitz	Thevetia gaumeri	2.6178	4.0541	0.7192	7.3911
2	Alamo	Ficus maxima	4.7120	5.4054	3.9442	14.0616
3	Amatillo	Ficus perdusa	0.5236	1.3514	0.7606	2.6355
4	Balche	Lonchocarpus yucatanensis	1.5707	1.3514	0.6956	3.6177
5	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	0.5236	2.7027	0.1438	3.3700
6	Canchunup	Thouinia paucidentata	1.5707	2.7027	0.8238	5.0972
7	Chaca	Bursera simaruba	10.9948	4.0541	7.6382	22.6870
8	Chechem	Metopium brownei	1.5707	1.3514	1.3371	4.2592
9	Chicozapote	Manilkara zapota	5.7592	5.4054	10.2819	21.4465
10	Cojolite	Cupania glabra	0.5236	1.3514	0.0032	1.8781

11	Ekulub	Drypetes lateriflora	2.6178	4.0541	3.6247	10.2965
12	Elemuy	Mosannonna depressa	2.0942	1.3514	0.3277	3.7733
13	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	1.0471	1.3514	0.3339	2.7324
14	uvas che'	Ottoschulzia pallida	1.0471	1.3514	0.3508	2.7493
15	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	4.7120	4.0541	1.7257	10.4918
16	Guaya	Talisia olivaeformis	2.0942	1.3514	0.1438	3.5894
17	Guayabillo	Mycianthes fragrans	1.0471	1.3514	0.4558	2.8542
18	Jabin	Piscidia piscipula	3.1414	4.0541	2.6408	9.8363
19	Jobillo	Astronium graveolens	1.0471	2.7027	0.8814	4.6312
20	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	1.0471	2.7027	0.8787	4.6285
21	Katalox	Swartzia cubensis	1.5707	2.7027	0.9702	5.2436
22	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	1.5707	2.7027	1.0151	5.2885
23	Mata palo	Ficus continifolia	4.1885	2.7027	16.2544	23.1456
24	Pochote	Ceiba schottii	3.1414	1.3514	2.4388	6.9315
25	Ramon	Brosimum alicastrum	3.1414	4.0541	1.6018	8.7972
26	Sacbob	Coccoloba diversifolia	4.1885	2.7027	1.0105	7.9017
27	Sacchaca	Dendropanax arboreus	4.1885	1.3514	1.7591	7.2990
28	Tatsi	Neea psychotrioides	2.0942	2.7027	1.6017	6.3986
29	Tastap	Gutterda combsii	2.6178	4.0541	3.3684	10.0402
30	Tipo huaje	Mariosousa dolichostachya	2.6178	2.7027	3.5111	8.8316
31	Toyub	Coccoloba acapulcensis	1.5707	2.7027	1.1103	5.3837
32	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	1.0471	2.7027	0.5665	4.3163
33	Yaiti	Gymnanthes lucida	5.2356	2.7027	13.4588	21.3971
34	Yaxnix	Vitex gaumeri	9.9476	6.7568	9.9969	26.7013
35	Xuul	Lonchocarpus xuul	1.5707	1.3514	0.7293	3.6513
36	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	0.5236	1.3514	1.5194	3.3943
37	Zapotillo	Pouteria reticulata	0.5236	1.3514	1.3766	3.2515
			100.000	100.000	100.000	300.000

### Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo de la selva mediana subperennifolia, está compuesto por 44 especies, mostrando los siguientes Índice de Valor de Importancia:

IVI del estrato arbustivo de la cuenca						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akitz	Thevetia gaumeri	1.1561	2.4390	1.4180	5.0131
2	Alamo	Ficus maxima	1.7341	2.4390	1.6848	5.8579
3	Boob	Coccoloba spicata	5.7803	3.6585	0.0702	9.5091
4	Café silvestre	Psychotria nervosa	2.3121	2.4390	0.0983	4.8494
5	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	0.5780	1.2195	0.5054	2.3030
6	Chicozapote	Manilkara zapota	11.5607	4.8780	0.8250	17.2637
7	Chit	Thrinax radiata	1.7341	1.2195	3.8750	6.8287
8	Capulinsillo	Trema micrantha	0.5780	1.2195	0.8986	2.6961
9	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	2.3121	2.4390	3.1028	7.8540

10	Chaca	Bursera simaruba	1.1561	2.4390	1.4602	5.0553
11	Cojolute	Cupania glabra	2.3121	3.6585	2.2604	8.2311
12	Copal	Protium copal	5.7803	1.2195	3.0748	10.0746
13	Ekulub	Drypetes lateriflora	6.3584	3.6585	7.4974	17.5143
14	Elemuy	Mosannonna depressa	1.1561	2.4390	0.5616	4.1567
15	kanchunup	Thouinia paucidentata	1.1561	2.4390	3.8189	7.4140
16	Chak che	Maytenus guatemalensis	2.8902	3.6585	0.2387	6.7874
17	Chakni	Calyptanthus pallens	0.5780	1.2195	2.0218	3.8193
18	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	3.4682	1.2195	15.1772	19.8649
19	Guaya	Talisia olivaeformis	1.7341	2.4390	0.7020	4.8751
20	Guayabillo	Mycianthes fragrans	1.7341	2.4390	2.0779	6.2510
21	Huano	Sabal japa	0.5780	1.2195	0.0562	1.8537
22	Jabin	Piscidia piscipula	0.5780	1.2195	0.0562	1.8537
23	Jobillo	Astronium graveolens	0.5780	1.2195	1.6286	3.4262
24	Katalox	Swartzia cubensis	2.8902	1.2195	2.8922	7.0019
25	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	1.7341	4.8780	2.5272	9.1394
26	Mahahua	Hamphea trilobata	1.7341	1.2195	0.9547	3.9083
27	Nacax	Coccothrinax readii	0.5780	1.2195	1.6988	3.4964
28	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	4.0462	4.8780	2.7799	11.7042
29	Pata de venado	Bauhinia unguulata	1.7341	4.8780	0.9547	7.5669
30	Perezcuts	Croton arboreus	6.3584	3.6585	3.1590	13.1759
31	Phitecelobium	Zygia stevensonii	4.6243	3.6585	1.1333	9.4161
32	Sacbob	Coccoloba diversifolia	0.5780	1.2195	0.3510	2.1485
33	Ramon	Brosimum alicastrum	1.7341	2.4390	1.1794	5.3525
34	Sacchaca	Dendropanax arboreus	0.5780	1.2195	2.7518	4.5494
35	Subin	Acacia cornigera	0.5780	1.2195	0.5054	2.3030
36	Tatsi	Neea psychotrioides	2.8902	2.4390	1.4040	6.7332
37	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	2.8902	1.2195	0.1264	4.2360
38	Tres maria	Forchhammeria trifoliata	0.5780	1.2195	0.1264	1.9239
39	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	1.7341	4.8780	1.6848	8.2970
40	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	1.7341	1.2195	0.6178	3.5714
41	Xiat	Chamaedorea seifrizii	0.5780	1.2195	0.2246	2.0222
42	Yaiti	Gymnanthes lucida	3.4682	1.2195	10.7967	15.4845
43	Yaxnix	Vitex gaumeri	0.5780	1.2195	0.2246	2.0222
44	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	0.5780	1.2195	10.7972	12.5948
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

### **Estrato herbáceo**

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la selva mediana subperennifolia, está compuesto por 26 especies, mostrando los siguientes Índice de Valor de Importancia:



IVI del estrato herbáceo de la cuenca						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akitz	Thevetia gaumeri	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
2	Bejuco guaya	Serjania mexicana	40.0000	11.7647	40.0000	91.7647
3	Bejuco corazon	Philodendron smithii	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
4	Boob	Coccoloba spicata	3.0000	5.8824	3.0000	11.8824
5	Café silvestre	Psychotria nervosa	2.0000	5.8824	2.0000	9.8824
6	kanchunup	Thouinia paucidentata	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
7	Chechem	Metopium brownei	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
8	Chicozapote	Manilkara zapota	10.0000	8.8235	10.0000	28.8235
9	Chit	Thrinax radiata	10.0000	5.8824	10.0000	25.8824
10	Cojolute	Cupania glabra	2.0000	2.9412	2.0000	6.9412
11	Cordoncillo	Piper amalago	2.0000	2.9412	2.0000	6.9412
12	Jabin	Piscidia piscipula	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
13	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	2.0000	2.9412	2.0000	6.9412
14	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
15	Mahahua	Hamphea trilobata	4.0000	2.9412	4.0000	10.9412
16	Ramon	Brosimum alicastrum	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
17	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
18	Perezcuts	Croton arboreus	7.0000	2.9412	7.0000	16.9412
19	Sacbob	Coccoloba diversifolia	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
20	Sutub	Helicteres baruensis	2.0000	2.9412	2.0000	6.9412
21	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	2.0000	2.9412	2.0000	6.9412
22	Xiat	Chamaedorea seifrizii	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
23	Yaiti	Gymnanthes lucida	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
24	Yaxnix	Vitex gaumeri	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
25	Zacate azul	Tripogandra grandiflora	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
26	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	1.0000	2.9412	1.0000	4.9412
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

#### IV.2.2.11 Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Mientras que en el área de selva mediana subperennifolia de la cuenca, se tiene que tres especies que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana en la categoría de amenazadas: Palma de chit (*Thrinax radiata*) y Palma Nacax (*Coccothrinax readii*) y el Jobillo (*Astronium graveolens*).

#### IV.2.3 Método y Estimación de la diversidad de fauna por especie

##### IV.2.3.1 Descripción del método de muestreo.

Se utilizaron distintas técnicas para muestrear cada grupo; como es el caso de mamíferos pequeños, mamíferos medianos a grandes, reptiles, anfibios y aves. En cuanto a los mamíferos pequeños se utilizó el método, en donde colocaron 30 trampas tipo Sherman dispuestas en una cuadrícula de manera que atravesarán el sitio ubicadas a 20 m de distancia entre ellas para estimar la densidad y registrar las especies de los mismos. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuete para atraer y garantizar la captura de los roedores, estas se mantuvieron activas durante 3 noches acumulando un esfuerzo total de 120hrs/ trampa/ noche.

Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día ya que representa mayor estrés y riesgo de muerte por calor para los animales trampeados. En caso de captura los individuos serían identificados, sexados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura.

Para registrar las especies de mamíferos y reptiles de talla mediana y grande se dispusieron de 20 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por tres días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 288 hrs/ cámara trampa.

Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg, después del último disparo. Dos de las cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con menudillo de pollo como atrayente para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de Ceballos y Oliva (2005).

Las cámaras fueron colocadas en senderos o brechas y cerca de pasaderos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

Para caracterizar la avifauna y reptiles y anfibios se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 20 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante ese tiempo se registraron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs.

Al final, una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Especifica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar lo anterior.

#### **IV.2.3.2 Resultados del muestreo de fauna.**

Se obtuvieron 247 registros de animales, los cuales están representados en cuatro grupos, 24 familias y 30 especies.

**Cuadro. Lista de especies predominantes en la cuenca**

No.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto
1	Anfibio	Hylidae	Ranita amarilla	Hyla ebraccata		6
2	Anfibio	Bufo	Sapo comun	Bufo valliceps		7
3	Reptil	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei		12
4	Reptil	Corytophanidae	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>		11
5	Reptil	Iguanidae	Iguana rayada	Ctenosaura similis	A	9
6	Reptil	Teiidae	Kankalás	Ameiva undulata		8
7	Reptil	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidti		5
8	Reptil	Colubridae	Culebra ratonera	Pseustes poecilonotus		7
9	Reptil	Gekkonidae	Cuija	Phylodactylus tuberculosus		5
10	Aves	Cardinalidae	Tangara rojinegra	Piranga olivacea		6
11	Aves	Cathartidae	Mauillador negro	Melanoptila glabrirostris		10
12	Aves	Icteridae	Zanate	Quiscalus mexicanus		15
13	Aves	Icteridae	Calandria	Icterus cucullatus		8
14	Aves	Mimidae	Cenzontle	Mimus gilvus		7
15	Aves	Tyrannidae	Xtakay	Tyrannus melancholicus		11
16	Aves	Ramphastidae	Carpintero	Melanerpes pygmaeus		6
17	Aves	Cracidae	Chachalaca	Ortalis vetula		16
18	Aves	Columbidae	Tortola	Zenaida asiatica		5
19	Aves	Columbidae	Paloma	Columba flavirostris		7
20	Aves	Corvidae	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus		5
21	Aves	Cathartidae	Zopilote negro	Coragyps atratus		6
22	Aves	Caprimulgidae	Tapacaminos	Nyctidromus albicollis		2
23	Mamífero	Procyonidae	Tejon	Nasua narica		20
24	Mamífero	Procyonidae	Mapache	Procyon lotor		3
25	Mamífero	Sciuridae	Ardilla	Sciurus yucatanensis		5
26	Mamífero	Dasyproctidae	Cereque	Dasyprocta punctata		4
27	Mamífero	Didelphidae	Tlacuache	Didelphys virginiana		6
28	Mamífero	Phyllostomidae	Murcielago frutero	Artibeus jamaicensis		10
29	Mamífero	Cricetidae	Rata de campo	Otodylomys phyllotis		16
30	Mamífero	Cricetidae	Rata espinosa	Sigmodon hispidus		9
<b>Riqueza específica= 30</b>						<b>247</b>

De los resultados de la tabla anterior el grupo más representativo de todos fue el grupo de las aves teniendo un total de 104 registros y el menos distintivo el grupo de los anfibios con únicamente 13 registros en total.

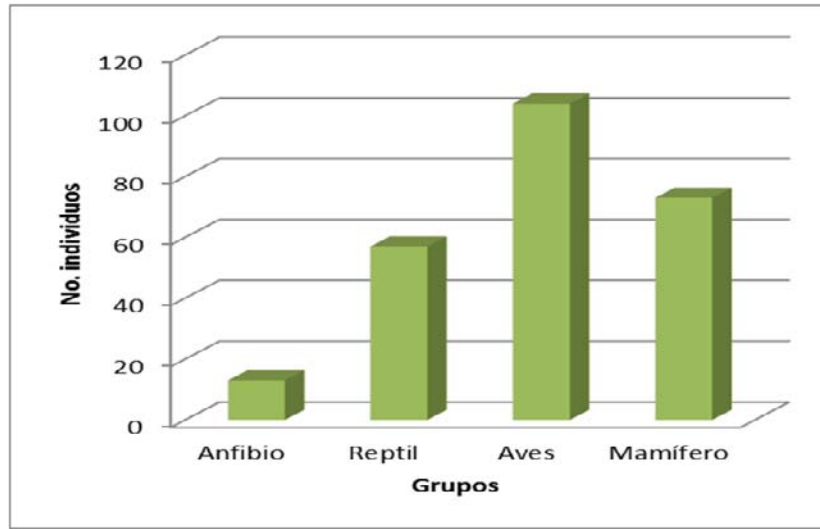


Figura. Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

A pesar de que en cuanto a riqueza y abundancia general el grupo de las aves resulto ser el dominante, en cuanto a la abundancia por especie, tejon (*Nasua narica*) resulto ser el que presenta un mayor número de individuos (20) en comparación a todos los demás como se muestra en la gráfica presentada a continuación.

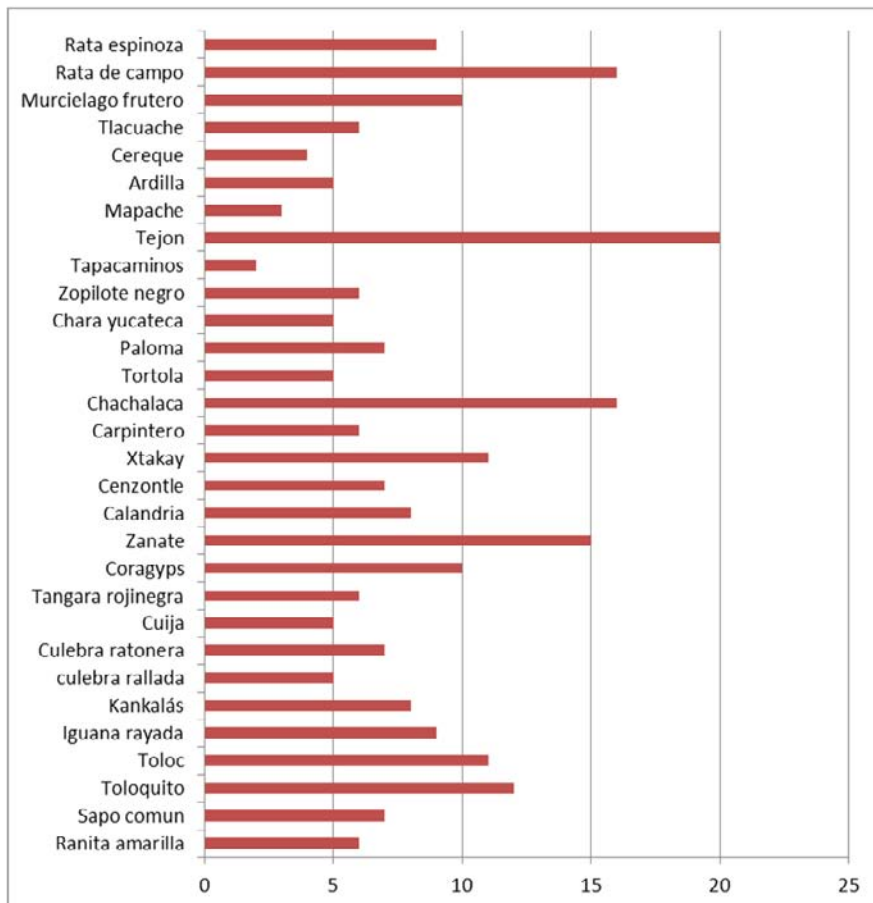


Figura. Número de individuos muestreados presentes en el ecosistema

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro. Índice de diversidad Shannon-Weiner faunístico "cuenca"									
N o.	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Anfibio	Hylidae	Ranita amarilla	Hyla ebraccata		6	0.0243	-3.7176	0.090
2	Anfibio	Bufo	Sapo comun	Bufo valliceps		7	0.0283	-3.5635	0.101
3	Reptil	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei		12	0.0486	-3.0245	0.146
4	Reptil	Corytophanidae	Toloc	Basiliscos vittatus		11	0.0445	-3.1115	0.138
5	Reptil	Iguanidae	Iguana rayada	Ctenosaura similis	A	9	0.0364	-3.3122	0.120
6	Reptil	Teiidae	Kankalás	Ameiva undulata		8	0.0324	-3.4299	0.111
7	Reptil	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidtii		5	0.0202	-3.9000	0.078
8	Reptil	Colubridae	Culebra ratonera	Pseustes poecilonotus		7	0.0283	-3.5635	0.101
9	Reptil	Gekkonidae	Cuija	Phyllodactylus tuberculatus		5	0.0202	-3.9000	0.078
10	Aves	Cardinalidae	Tangara rojinegra	Piranga olivacea		6	0.0243	-3.7176	0.090
11	Aves	Cathartidae	Coragyps	atratus		10	0.0405	-3.2068	0.129
12	Aves	Icteridae	Zanate	Quiscalus mexicanus		15	0.0607	-2.8013	0.170
13	Aves	Icteridae	Calandria	Icterus cucullatus		8	0.0324	-3.4299	0.111
14	Aves	Mimidae	Cenzontle	Mimus gilvus		7	0.0283	-3.5635	0.101
15	Aves	Tyrannidae	Xtakay	Tyrannus melancholicus		11	0.0445	-3.1115	0.138
16	Aves	Ramphastidae	Carpintero	Melanerpes pygmaeus		6	0.0243	-3.7176	0.090
17	Aves	Cracidae	Chachalaca	Ortalis vetula		16	0.0648	-2.7368	0.177
18	Aves	Columbidae	Tortola	Zenaida asiatica		5	0.0202	-3.9000	0.078
19	Aves	Columbidae	Paloma	Columba flavirostris		7	0.0283	-3.5635	0.101
20	Aves	Corvidae	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus		5	0.0202	-3.9000	0.078
21	Aves	Cathartidae	Zopilote negro	Coragyps atratus		6	0.0243	-3.7176	0.090
22	Aves	Caprimulgidae	Tapacamino	Nyctidromus bicollis		2	0.0081	-4.8162	0.039
23	Mamífero	Procyonidae	Tejon	Nasua narica		20	0.0810	-2.5137	0.203
24	Mamífero	Procyonidae	Mapache	Procyon lotor		3	0.0121	-4.4108	0.053
25	Mamífero	Sciuridae	Ardilla	Sciurus yucatanensis		5	0.0202	-3.9000	0.078
26	Mamífero	Dasyproctidae	Cereque	Dasyprocta punctata		4	0.0162	-4.1231	0.066
27	Mamífero	Didelphidae	Tlacuache	Didelphys virginiana		6	0.0243	-3.7176	0.090

28	Mamífero	Phyllostomidae	Murcielago frutero	Artibeus jamaicensis	10	0.0405	-3.2068	0.129
29	Mamífero	Cricetidae	Rata de campo	Otodylomys phyllotis	16	0.0648	-2.7368	0.177
30	Mamífero	Cricetidae	Rata espinosa	Sigmodon hispidus	9	0.0364	-3.3122	0.120
<b>Riqueza específica=</b>					<b>247</b>	<b>1.0000</b>		<b>3.285</b>
							H max =	3.40
							Ln S	1
						<b>Equitatividad (J)</b>	<b>J=</b>	<b>0.96</b>
							<b>H/Hmax =</b>	<b>5</b>

#### IV.2.3.3 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

Solo Ctenosaura similis se encuentra dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010** la cual la clasifica como especie Amenazada.

## **V. DESCRIPCION DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTE DESTINADO, CLIMA, TIPO DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFIA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y FAUNA.**

### **V1. Clima.**

De acuerdo con la carta de unidades climáticas (escala 1:1000000, INEGI), la Cuenca Quintana Roo se ubica en una zona que presenta un clima cálido subhúmedo. La temperatura media anual en la Cuenca Quintana Roo es de 26°C, la temperatura máxima promedio es de 33°C y se presenta en los meses de abril a agosto, en tanto que la temperatura mínima promedio es de 17°C durante el mes de enero. La precipitación media anual es de 1,041 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. Los vientos alisios predominan durante todo el año, con una dirección durante el primer semestre del año (enero-mayo) Este-Sureste y velocidad promedio de 3.2 m/s. Para el lapso de junio a septiembre los vientos mantienen una dirección hacia el Este, incrementando su velocidad promedio a 3.5 m/s. En los meses de noviembre y diciembre la dirección de los vientos cambia hacia el norte y presenta velocidades de 2 m/s, lo que coincide con la temporada de huracanes.

Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico. Las costas del estado han sido tocadas por 33 huracanes en los últimos 22 años, siendo las áreas más afectada la zona norte así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico.

### **V.2 Suelo.**

Con base en la Carta F16-8 escala 1:250000 del INEGI, el tipo de suelo que se presenta en el predio corresponde a los leptosoles el material original puede ser cualquiera tanto rocas como materiales no consolidados con menos del 10 % de tierra fina.

Son suelos extremadamente jóvenes y delgados (o con abundantes gravas, es decir muy pedregosos). Pueden considerarse como el primer estadio de formación de un suelo sobre rocas duras. Por tanto se presentan en donde la erosión natural impide que el solum alcance un cierto espesor (vertientes abruptas de las montañas), o en regiones con ciertas pendientes que sufrieron una erosión muy severa de los suelos precedentes, generalmente, por la acción del hombre.

Por tanto, la principal diferencia que les separa de otros tipos de suelos deviene de su escasa profundidad. Debido a que el material apenas ha comenzado a alterarse por la acción del clima y la vegetación, muchas de sus propiedades se relacionan con las rocas que los han originado, por lo que son muy variadas.

El perfil del suelo a penas atesora rasgos de horizonación. De este modo, un más o menos somero horizonte A subyace inmediatamente sobre el material parental o roca madre, o en el mejor de los casos, surge entre el primero y el segundo rasgos muy incipientes de que comienza a formarse un horizonte (B) (ver post: Los horizontes del suelo).

### V.3 Relieve

En cuanto a la topografía del terreno que presenta una altura máxima de 7 msnm en la sección Este del predio va disminuyendo paulatinamente conforme se avanza hacia el Oeste del terreno donde alcanza la altura mínima de 5 msnm, lo cual se puede apreciar en el plano anexo de curvas de nivel del terreno.

#### Pendiente media del terreno

Para la estimación de la pendiente media del terreno se trabajó con el lienzo clasificado en alturas sobre el nivel del mar obtenido en la estimación del relieve del terreno, observando prácticamente que solo existe un apendiente en el terreno de 2 grados, que va de Este a Oeste del predio, por lo cual se considera que el terreno es una superficie practicamente plana.

Inclinación de la pendiente (en grados)
0-2 (planas)
2-5 (muy poco inclinadas)
5-10 (poco inclinadas)
10-15 (medianamente inclinadas)
15-30 (fuertemente inclinadas)
30-50 (muy fuertemente inclinadas)
➤ 50 (escarpadas)

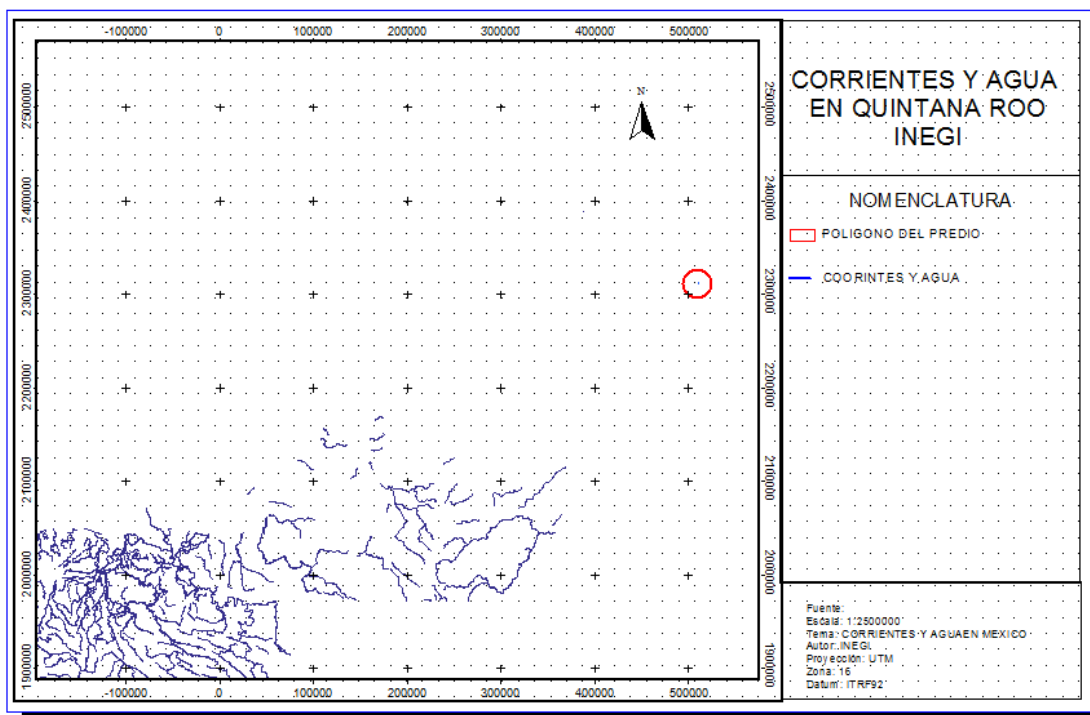
Fuente: Carta Topográfica de INEGI, escala 1:250,000, digitalizadas

### V.4 Hidrografía

En cuanto a la hidrología del predio conforme a la topografía del mismo este no presente escurrimientos superficiales ya que prácticamente en un terreno plano, tampoco presenta cuerpos de agua en su interior

En cuento a la hidrología subterránea por las características geológicas e hidrológicas que se han mencionado en el predio, se tiene una gran permeabilidad en el predio; en su superficie se presenta la percolación de las aguas de lluvia y la presencia de una zona de saturación con mayor o menor velocidad de circulación.





Corrientes y aguade quintana roo respecto al predio.

## V.5 Geología del predio del proyecto

Con base en la Carta Geológica 1:250000 del INEGI, el predio presenta una clase Sedimentaria, con tipo de roca caliza, proveniente de la Era geológica Cenozoica, del sistema Cuaternario.

Por las características geológicas de la Península, ésta no es susceptible a fenómenos geológicos como terremotos, derrumbes o hundimientos, actividad volcánica, etc. por lo que el presente proyecto no es susceptible a ser dañado por alguno de estos fenómenos geológicos. En cambio lo que se debe tomar en cuenta son los fenómenos meteorológicos representados desde las tormentas tropicales hasta los huracanes que por la velocidad de los vientos que presentan podrían ocasionar daños al proyecto. De acuerdo a los desarrolladores los estudios de mecánica de suelos realizados en el lugar permiten construir el proyecto siendo las estructuras adecuadas para el sitio.

## V.5 Tipos de vegetación presente en el predio.

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000), Serie V, el predio se ubica dentro de una zona que presenta vegetación de Selva mediana subperennifolia (SMQ).

Por su parte, se procedió a realizar un estudio sobre la composición y estructura de la vegetación que se desarrolla en el predio del proyecto, corroborando con esto la presencia de vegetación correspondiente a Selva mediana subperennifolia (SMQ) en las 1.47 has del predio. Ver plano de vegetación anexo.

## V.6 Análisis de la flora presente en el predio.

### V.6.1 Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio.

Ubicación de los sitios de muestreo en el predio			
Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84			
No. sitio	X	Y	Tipo de vegetación
1	510208	2307206	Selva Mediana Subperennifolia
2	510159	2307215	Selva Mediana Subperennifolia
3	510120	2307229	Selva Mediana Subperennifolia
4	510134	2307284	Selva Mediana Subperennifolia

### V.6.2 Intensidad de muestreo

En las área cubiertas por Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 4 sitios rectangulares de 120 m<sup>2</sup> donde se muestreo el estrato arbóreo, para el estrato arbustivo se levantarón 4 subsitios de 40 m<sup>2</sup>, mientras que para el estrato herbáceo se levantarón 4 subsitios de 20 metros cuadrados, con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 4.8 %, 1.6 % y 0.8 % respectivamente.

### V.6.3 Definición de estratos

Referente al criterio empleado para clasificar las especies vegetales identificadas según estrato, fue el siguiente:

Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
<b>Arbóreo</b>	Mínimo de 1.30	10 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
<b>Arbustivo</b>	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
<b>Herbáceo</b>	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

Con base en los criterios anteriores las especies presentes en el predio podrían encontrarse en los 3 estratos, y dependiendo de sus características, forma de crecimiento y edades se definió a que estrato pertenecían.

#### V.6.4 Variables levantadas

En cada sitio levantado se registró la siguiente información:

- **Número de sitio.** Esta asignación se llevó a cabo sobre los planos, y al llegar al sitio se marcó el número correspondiente mediante la colocación de una placa metálica.
- **Número de árbol.-** Se tomaron los datos en forma de zig-zag sobre el sitio iniciando de la esquina que fue georeferenciada asignándole un número consecutivo a cada ejemplar encontrado.
- **Especie.-** Se anotó el nombre común de cada especie.
- **Diámetro Normal (DN).-** Se utilizó una forcípula metálica para la medición del diámetro de árboles en pie, se tomó de acuerdo a los estándares mundiales que se establecen a 1.30 m del suelo.
- **Altura Total (AT).-** Con la ayuda de un estadal graduado métricamente a cada 10 cm, se midió la altura total de cada árbol desde el nivel del suelo hasta su extremo superior.
- **Altura al fuste limpio (AFL).-** Se midió con el estadal desde el nivel del suelo a las primeras ramas de la copa.

#### V.6.5 Equipo utilizado.

Para la realización de la toma de datos se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Estadal graduado métricamente a cada 10 cm, para medir alturas.
- Forcípula graduada.
- Machete.
- Geoposicionador satelital Garmin con una precisión de  $\pm 30$  cm).
- Cámara fotográfica digital
- Cinta métrica de 50 metros
- Pintura en aerosol color rosa fluorescente
- Libreta de campo
- Lápices de grafito
- Plumones permanentes
- Cinta amarilla

### V.6.6 Fórmulas utilizadas

Para estimar el área basal y volumen total y volumen de fuste limpio se utilizaron las siguientes fórmulas:

- *Área basal:*

El área basal (AB) es la superficie de un corte transversal del árbol medido a la altura de pecho. El AB de cada individuo se calcula con la siguiente fórmula:

$$AB = RAP^2 \times \pi = \frac{DAP^2}{4} \times 3.1416 = DAP^2 \times 0.7854$$

Siendo:

RAP = radio a la altura de pecho

DAP = diámetro a la altura de pecho

- Volumen de fuste limpio

Con los datos de campo (DAP y altura del fuste limpio) se calculó el volumen del fuste limpio con corteza, para lo cual en la fórmula aplicada se deducen las siguientes variables:

Forma. Se aplican las tablas de volúmenes elaboradas por la empresa MIQROO (de los Santos, 1976) para la formulación de su plan de ordenación. Las mismas consideran un coeficiente mórfico que varía de 0.5 a 0.7 según la especie. La formulación de las tablas se basó en un muestreo de campo intensivo utilizando el método del árbol tipo.

Volúmenes deducibles. Se deduce en forma automática los volúmenes estimados de tocón y de saneo, utilizando asimismo las tablas elaboradas con tal fin por la empresa MIQROO.

Aplicando los factores anteriores se obtiene el volumen del fuste limpio cortable, calculado con corteza y con las correspondientes deducciones de los volúmenes correspondientes al tocón y saneo.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

ESPECIES	FÓRMULA
BLANDAS	$VFL = 0.01247 + 0.000047554 \times DAP^2 \times AFL$
DURAS	$VFL = 0.00842 + 0.000050894 \times DAP^2 \times AFL$

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio  
DAP2 = Diámetro al cuadrado  
AFL = Altura del fuste limpio

- Volumen total árbol

Para el cálculo del volumen total se aplica un factor de conversión del volumen del fuste limpio al volumen del fuste total (volumen total árbol). Para ello se aplican las fórmulas utilizadas en el Inventario Nacional Forestal de 1968, que estima dicho parámetro sumando al volumen del fuste limpio el volumen de la rama principal, procediendo en forma sucesiva hasta llegare a la copa.

Volumen total árbol = Volumen del Fuste Limpio x factor Fn

Los factores Fn utilizados varían de 1.401 hasta 2.510 según la especie, a saber:

ESPECIES	Factor Fn
Chechen	2.018
Chaca	2.153
Tzalam	2.324

Estos resultados se tomaron de los resultados que arrojó el estudio de campo intensivo de biomasa que se realizó en el ejido Noh Bec (Martin, 1988), el cual arroja factores que oscilan de 1.44 para especies blandas (incluyendo preciosas) y de 2.30 para especies duras.

- Índice de Valor de Importancia.

Es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie:

IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

- La dominancia

La dominancia (*Estimador de biomasa: área basal, cobertura*) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

Dominancia relativa =  $\frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Densidad relativa

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

- Frecuencia relativa

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{No. de cuadros en los que se presenta cada especie}}{\text{No. total de cuadros muestreados}}$$

- Índice de diversidad

Se estimó el índice de Shannon-Wiever con los datos directos recabados, para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \log_2 p_i$$

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S = número de especies

P<sub>i</sub> = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n<sub>i</sub>/N<sub>t</sub>)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

### V.6.7 Lista de especies incluidas en los muestreos realizados

Del inventario forestal en el área de cambio de uso de suelo, resulto que en ella se desarrollan 32 especies distribuidas en 20 familias, que se desarrollan en los tres estratos de vegetación, las cuales se enlistan a continuación:

<b>Especies muestreadas en la vegetación de Selva Mediana Subperennifolia</b>			
<b>No.</b>	<b>familia</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
1	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri
2	Sapindaceae	Bejuco Guaya	Serjania mexicana
3	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata
4	Rubiaceae	Café silvestre	Psychotria nervosa
5	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum
6	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba
7	Myrtaceae	Chakni	Calyptanthus pallens
8	Euphorbiaceae	Chaya comun	Cnidioscolus aconitifolius
9	Euphorbiaceae	Chaya de monte	Cnidioscolus souzai
10	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei
11	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota
12	Palmae	Chit	Thrinax radiata
13	Sapindaceae	Cojolute	Cupania glabra
14	Piperaceae	Cordonsillo	Piper amalago
15	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora
16	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis
17	Myrtaceae	Guayabillo	Mycianthes fragrans
18	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula
19	Fabaceae	Kanasin	Conocarpus rugosus
20	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis
21	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii
22	Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia ungulaata
23	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus
24	Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii
25	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum
26	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia
27	Malvaceae	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus
28	Icacinaceae	Uvas che	Ottoschulzia pallida
29	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii
30	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri
31	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana
32	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria reticulata

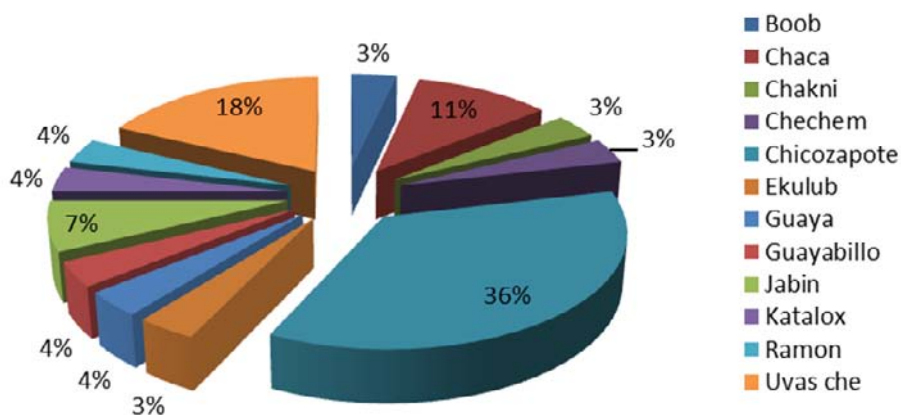
### V.6.8 Diversidad de especies por hectárea por estrato

#### Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas de área de cambio de uso de suelo, arrojó la presencia de 12 especies para el estrato arbóreo, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad por hectárea de las especies encontradas:

**Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo Predio**

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	20.8	4
2	Arbóreo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba	62.5	11
3	Arbóreo	Myrtaceae	Chakni	Calyptranthes pallens	20.8	4
4	Arbóreo	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei	20.8	4
5	Arbóreo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	208.3	36
6	Arbóreo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	20.8	4
7	Arbóreo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	20.8	4
8	Arbóreo	Myrtaceae	Guayabillo	Mycianthes fragrans	20.8	4
9	Arbóreo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	41.7	7
10	Arbóreo	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis	20.8	4
11	Arbóreo	Moraceae	Ramon	Brosimum alicastrum	20.8	4
12	Arbóreo	Icacinaceae	Uvas che	Ottoschulzia pallida	104.2	18
					583.3	100



**Figura.** Diversidad de especies en el estrato arbóreo de la SMQ

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado en un 36% de la especie de Chicozapote (*Manilkara zapota*), y en un 18 % de la Uvas che (*Ottoschulzia pallida*). En este estrato arbóreo se presenta una densidad de 583 individuos por hectárea.

**Estrato arbustivo**

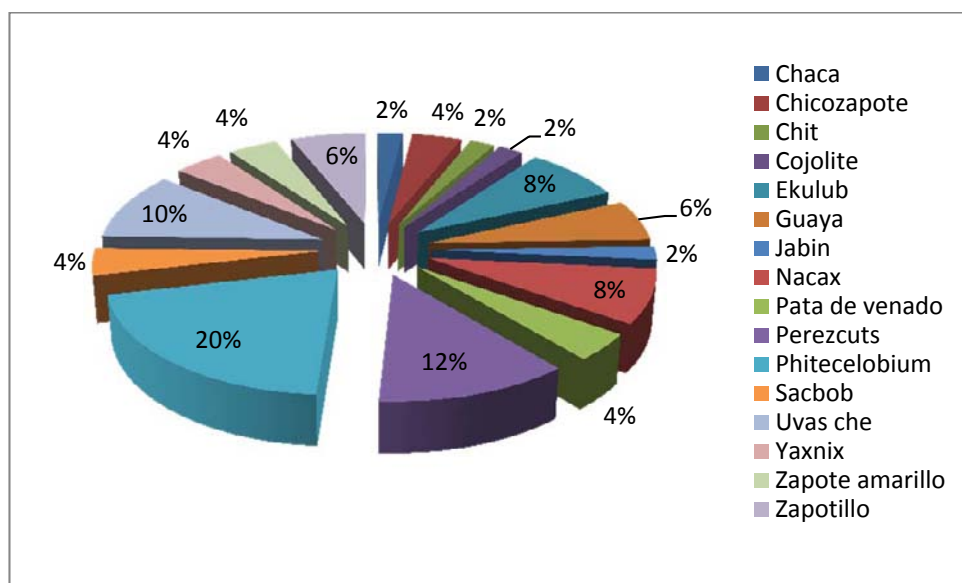
En el estrato arbustivo del área de cambio de uso de suelo se observan 16 especies las cuales presentan la siguiente diversidad:

**Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo Predio**

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba	125.0	2



2	Arbustivo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	250.0	4
3	Arbustivo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	125.0	2
4	Arbustivo	Sapindaceae	Cojolite	Cupania glabra	125.0	2
5	Arbustivo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	500.0	8
6	Arbustivo	Sapindaceae	Guaya	Talisia olivaeformis	375.0	6
7	Arbustivo	Fabaceae	Jabin	Piscidia piscipula	125.0	2
8	Arbustivo	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii	500.0	8
9	Arbustivo	Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia unguilata	250.0	4
10	Arbustivo	Euphorbiaceae	Perezcuts	Croton arboreus	750.0	12
11	Arbustivo	Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii	1250.0	20
12	Arbustivo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia	250.0	4
13	Arbustivo	Icacinaceae	Uvas che	Ottoschulzia pallida	625.0	10
14	Arbustivo	Verbenaceae	Yaxnix	Vitex gaumeri	250.0	4
15	Arbustivo	Sapotaceae	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	250.0	4
16	Arbustivo	Sapotaceae	Zapotillo	Pouteria reticulata	375.0	6
					6125.0	100



**Figura.** Diversidad de especies en el estrato arbustivo de la SMQ

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado en un 20% de la especie de Phitecelobium (*Zygia stevensonii*), seguida de un 12 % del perezcuts (*Croton arboreus*) y un 10% del uvas che (*Ottoschulzia pallida*). En este estrato arbustivo se presenta una densidad de 6125 individuos por hectárea.

### **Estrato herbáceo**

En el estrato herbáceo del área de cambio de uso de suelo se presentan 21 especies, las cuales presentan la siguiente diversidad:

Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo Predio						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Apocynaceae	Akitz	Thevetia gaumeri	250	2
2	Herbáceo	Sapindaceae	Bejuco Guaya	Serjania mexicana	500	5
3	Herbáceo	Rubiaceae	Café silvestre	Psychotria nervosa	750	7
4	Herbáceo	Sapotaceae	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	250	2
5	Herbáceo	Burseraceae	Chaca	Bursera simaruba	250	2
6	Herbáceo	Euphorbiaceae	Chaya comun	Cnidoscolus aconitifolius	250	2
7	Herbáceo	Sapotaceae	Chicozapote	Manilkara zapota	750	7
8	Herbáceo	Euphorbiaceae	Chaya de monte	Cnidoscolus souzae	250	2
9	Herbáceo	Anacardiaceae	Chechem	Metopium brownei	750	7
10	Herbáceo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	750	7
11	Herbáceo	Piperaceae	Cordonsillo	Piper amalago	500	5
12	Herbáceo	Putranjivaceae	Ekulub	Drypetes lateriflora	750	7
13	Herbáceo	Fabaceae	Kanasin	Conocarpus rugosus	500	5
14	Herbáceo	Leguminosae	Katalox	Swartzia cubensis	250	2
15	Herbáceo	Palmae	Nacax	Coccothrinax readii	500	5
16	Herbáceo	Fabaceae	Pata de venado	Bauhinia ungulaata	250	2
17	Herbáceo	Leguminosae	Phitecelobium	Zygia stevensonii	750	7
18	Herbáceo	Polygonaceae	Sacbob	Coccoloba diversifolia	750	7
19	Herbáceo	Malvaceae	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	500	5
20	Herbáceo	Icacinaceae	Uvas che	Ottoschulzia pallida	500	5
21	Herbáceo	Arecaceae	Xiat	Chamaedorea seifrizii	250	2
					10250	100

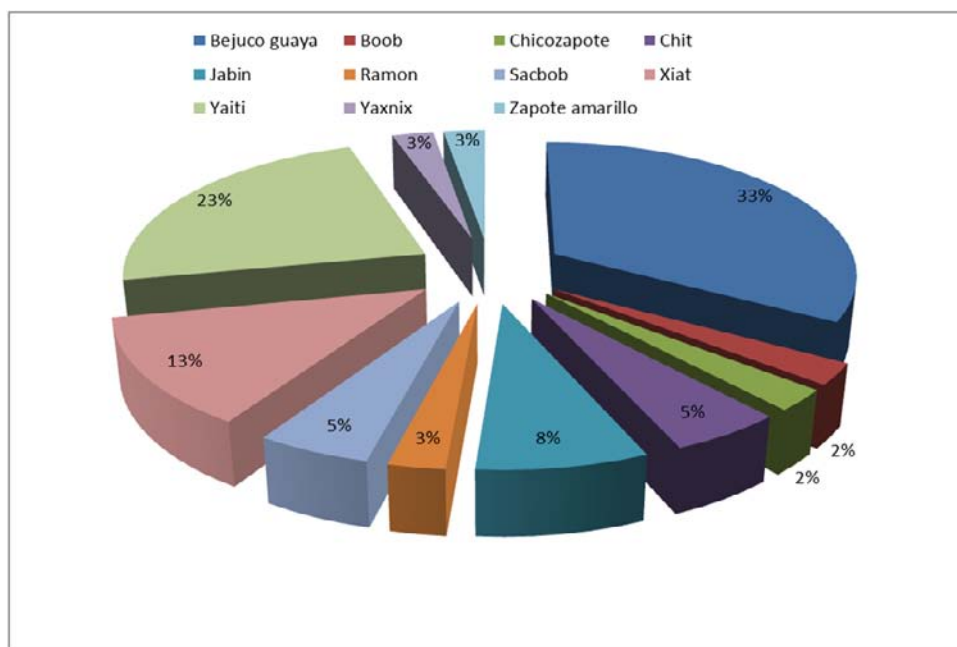


Figura. Diversidad de especies en el estrato herbáceo de la SMQ

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo presenta una homogeneidad de especies por hectárea debido a la abundancia de especies. En este estrato herbáceo se presenta una densidad de 10250 individuos por hectárea.

### V.6.9 Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio con vegetación en sus dos tipos de vegetación, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados:

#### Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.055 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.485, lo cual nos da un índice de equidad de 0.827, esto indica que las 12 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 82 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato no se identificó ninguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata		0.036	-3.332	0.119
2	Arbóreo	Chaca	Bursera simaruba		0.107	-2.234	0.239
3	Arbóreo	Chakni	Calyptanthus pallens		0.036	-3.332	0.119
4	Arbóreo	Chechem	Metopium brownei		0.036	-3.332	0.119
5	Arbóreo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.357	-1.030	0.368
6	Arbóreo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.036	-3.332	0.119
7	Arbóreo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.036	-3.332	0.119
8	Arbóreo	Guayabillo	Mycianthes fragrans		0.036	-3.332	0.119
9	Arbóreo	Jabin	Piscidia piscipula		0.071	-2.639	0.189
10	Arbóreo	Katalox	Swartzia cubensis		0.036	-3.332	0.119
11	Arbóreo	Ramon	Brosimum alicastrum		0.036	-3.332	0.119
12	Arbóreo	Uvas che	Ottoschulzia pallida		0.179	-1.723	0.308
					1.000		2.055

Riqueza (S) =	12
H' Calculada =	2.055
H max =	2.485
Equidad (J) =	0.827
H max - H' =	0.430

#### Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.536 mientras que la diversidad máxima que

puede presentar es de 2.773, lo cual nos da un índice de equidad de 0.915 esto indica que las 16 especies de flora arbustiva reportadas, presenta cada una el 91 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a la palma Chit (*Thrinax radiata*) y la palma nacax (*Coccothrinax readii*) encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatu s	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Chaca	Bursera simaruba		0.020	- 3.892	0.079
2	Arbustivo	Chicozapote	Manilkara zapota		0.041	- 3.199	0.131
3	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	A	0.020	- 3.892	0.079
4	Arbustivo	Cojolite	Cupania glabra		0.020	- 3.892	0.079
5	Arbustivo	Ekulub	Drypetes lateriflora		0.082	- 2.506	0.205
6	Arbustivo	Guaya	Talisia olivaeformis		0.061	- 2.793	0.171
7	Arbustivo	Jabin	Piscidia piscipula		0.020	- 3.892	0.079
8	Arbustivo	Nacax	Coccothrinax readii	A	0.082	- 2.506	0.205
9	Arbustivo	Pata de venado	Bauhinia ungulaata		0.041	- 3.199	0.131
10	Arbustivo	Perezcuts	Croton arboreus		0.122	- 2.100	0.257
11	Arbustivo	Phitecelobium	Zygia stevensonii		0.204	- 1.589	0.324
12	Arbustivo	Sacbob	Coccoloba diversifolia		0.041	- 3.199	0.131
13	Arbustivo	Uvas che	Ottoschulzia pallida		0.102	- 2.282	0.233
14	Arbustivo	Yaxnix	Vitex gaumeri		0.041	- 3.199	0.131
15	Arbustivo	Zapote amarillo	Pouteria campechiana		0.041	- 3.199	0.131
16	Arbustivo	Zapotillo	Pouteria reticulata		0.061	- 2.793	0.171
					1.000		2.536

Riqueza (S) =	16
H' Calculada =	2.536
H max =	2.773
Equidad (J) =	0.915
H max - H' =	0.237

### Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.984 mientras que la diversidad máxima que

puede presentar es de 3.045, lo cual nos da un índice de equidad de 0.968, esto indica que las 21 especies de flora herbáceas reportadas, presenta cada una el 96 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a la palma Chit (*Thrinax radiata*) y la palma nacax (*Coccothrinax readii*) encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada.

Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo							
N o.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Akitz	<i>Thevetia gaumeri</i>		0.024	-3.714	0.091
2	Herbáceo	Bejuco Guaya	<i>Serjania mexicana</i>		0.049	-3.020	0.147
3	Herbáceo	Café silvestre	<i>Psychotria nervosa</i>		0.073	-2.615	0.191
4	Herbáceo	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>		0.024	-3.714	0.091
5	Herbáceo	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>		0.024	-3.714	0.091
6	Herbáceo	Chaya comun	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>		0.024	-3.714	0.091
7	Herbáceo	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>		0.073	-2.615	0.191
8	Herbáceo	Chaya de monte	<i>Cnidoscolus souzae</i>		0.024	-3.714	0.091
9	Herbáceo	Chechem	<i>Metopium brownei</i>		0.073	-2.615	0.191
10	Herbáceo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	A	0.073	-2.615	0.191
11	Herbáceo	Cordonsillo	<i>Piper amalago</i>		0.049	-3.020	0.147
12	Herbáceo	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>		0.073	-2.615	0.191
13	Herbáceo	Kanasin	<i>Conocarpus rugosus</i>		0.049	-3.020	0.147
14	Herbáceo	Katalox	<i>Swartzia cubensis</i>		0.024	-3.714	0.091
15	Herbáceo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	A	0.049	-3.020	0.147
16	Herbáceo	Pata de venado	<i>Bauhinia unguilata</i>		0.024	-3.714	0.091
17	Herbáceo	Phitecelobium	<i>Zygia stevensonii</i>		0.073	-2.615	0.191
18	Herbáceo	Sacbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>		0.073	-2.615	0.191
19	Herbáceo	Tulipansillo	<i>Malvaviscus arboreus</i>		0.049	-3.020	0.147
20	Herbáceo	Uvas che	<i>Ottoschulzia pallida</i>		0.049	-3.020	0.147
21	Herbáceo	Xiat	<i>Chamaedorea seifrizii</i>		0.024	-3.714	0.091
					1.000		2.948

<b>Riqueza (S) =</b>	<b>21</b>
<b>H' Calculada =</b>	<b>2.948</b>
<b>H max =</b>	<b>3.045</b>
<b>Equidad (J) =</b>	<b>0.968</b>
<b>H max - H' =</b>	<b>0.097</b>

### V.6.10 Índice de Valor de Importancia

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

De los datos obtenidos directamente en el campo para el área de estudio, se tiene el análisis de los valores de Densidad relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa y cuya combinación permite obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada estrato de ambos tipos de vegetación que cubren el predio. Por ello los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

#### Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo del área de cambio de uso de suelo, está compuesto por 12 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, Manilkara zapota resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial en un IVI 120.34, seguido de Ottoschulzia pallida con un IVI 61.07, estas especies son las más importantes debido a que son las más abundantes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y de igual forma presentan diámetros mayores que el resto de las especies.

IVI del estrato arbóreo de la SMQ						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Boob	Coccoloba spicata	3.1250	5.8824	1.5279	10.53
2	Chaca	Bursera simaruba	9.3750	5.8824	5.8605	21.11
3	Chakni	Calyptanthes pallens	3.1250	5.8824	1.1225	10.12
4	Chechem	Metopium brownei	3.1250	5.8824	1.7539	10.76
5	Chicozapote	Manilkara zapota	31.2500	23.5294	65.5648	120.34
6	Ekulub	Drypetes lateriflora	3.1250	5.8824	0.9008	9.90
7	Guaya	Talisia olivaeformis	3.1250	5.8824	1.2672	10.27
8	Guayabillo	Mycianthes fragrans	3.1250	5.8824	0.6670	9.67
9	Jabin	Piscidia piscipula	6.2500	5.8824	5.2876	17.41
10	Katalox	Swartzia cubensis	3.1250	5.8824	0.0005	9.00
11	Ramon	Brosimum alicastrum	3.1250	5.8824	0.7410	9.74
12	Uvas che	Ottoschulzia pallida	28.1250	17.6471	15.3063	61.07
			100.000	100.000	100.000	300.000

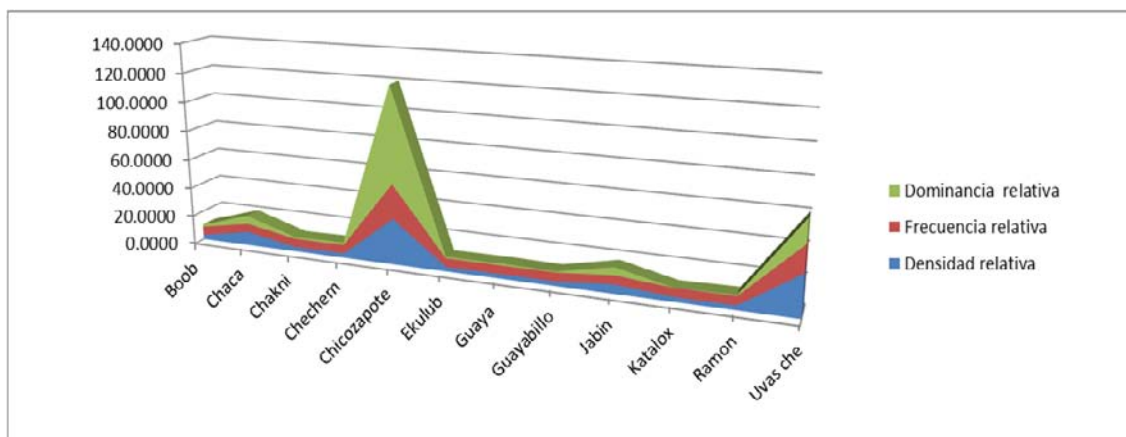


Figura. IVI del estrato arbóreo de la Selva Mediana Subperennifolia

### Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo de área del cambio de uso de suelo, está compuesto por 16 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Ottoschulzia pallida* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial en un IVI 39.77, seguido de *Zygia stevensonii* con un IVI 37.06, y el *Manilkara zapota* con un IVI 31.43, estas especies son las más importantes debido a que son las más abundantes en este estrato del área sujeta al cambio de uso de suelo.

IVI del estrato arbustivo de la SMQ						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	2.0408	3.7037	0.2663	6.01
2	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	4.0816	7.4074	19.9494	31.43
3	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	2.0408	3.7037	2.6281	8.37
4	Cojolite	<i>Cupania glabra</i>	2.0408	3.7037	2.7267	8.47
5	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	8.1633	11.1111	3.3551	22.62
6	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	6.1224	3.7037	4.0367	13.86
7	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	2.0408	3.7037	1.8000	7.54
8	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	8.1633	7.4074	0.0000	15.57
9	Pata de venado	<i>Bauhinia ungulaata</i>	4.0816	3.7037	0.5326	8.31
10	Perezcuts	<i>Croton arboreus</i>	12.2449	3.7037	4.8249	20.77
11	Phitecelobium	<i>Zygia stevensonii</i>	20.4082	11.1111	5.5492	37.06
12	Sacbob	<i>Coccoloba diversifolia</i>	4.0816	7.4074	3.5468	15.03
13	Uvas che	<i>Ottoschulzia pallida</i>	10.2041	11.1111	18.4583	39.77
14	Yaxnix	<i>Vitex gaumeri</i>	4.0816	7.4074	12.3126	23.80
15	Zapote amarillo	<i>Pouteria campechiana</i>	4.0816	3.7037	19.1932	26.97
16	Zapotillo	<i>Pouteria reticulata</i>	6.1224	7.4074	0.8201	14.35
			100.0000	100.0000	100.0000	300.00

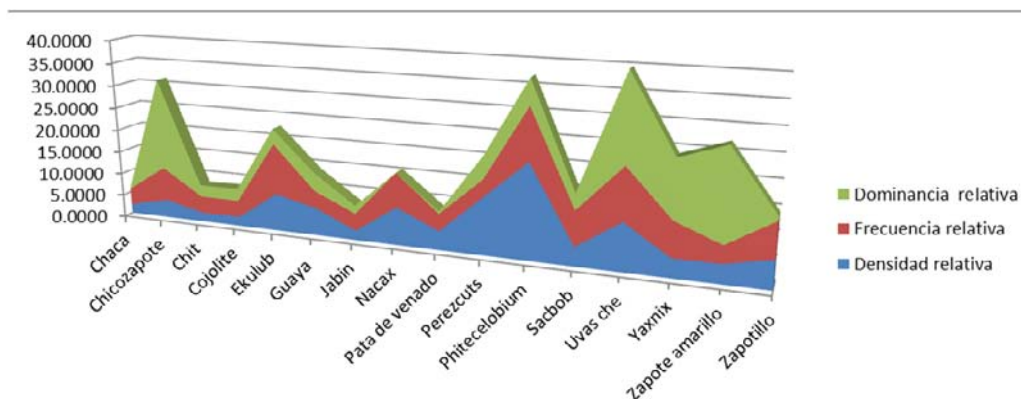


Figura. IVI del estrato arbustivo de la Selva Mediana Subperennifolia

### Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo del área de cambio de uso de suelo, está compuesto por 21 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, presentan una homogeneidad en todas las especies, a diferencias de los otros dos estratos donde sí se presentan especies dominantes, en este estrato el factor que podría ser el más importante es la abundancia de especies presentes, por lo cual la competencia por espacio no permite que alguna de ellas sobre salga de las demás.

IVI del estrato herbáceo de la SMQ						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akitz	Thevetia gaumeri	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
2	Bejuco Guaya	Serjania mexicana	4.8780	3.1250	4.8780	12.88
3	Café silvestre	Psychotria nervosa	7.3171	6.2500	7.3171	20.88
4	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
5	Chaca	Bursera simaruba	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
6	Chaya comun	Cnidoscolus aconitifolius	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
7	Chicozapote	Manilkara zapota	7.3171	9.3750	7.3171	24.00
8	Chaya de monte	Cnidoscolus souzae	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
9	Chechem	Metopium brownei	7.3171	3.1250	7.3171	17.75
10	Chit	Thrinax radiata	7.3171	3.1250	7.3171	17.75
11	Cordonsillo	Piper amalago	4.8780	3.1250	4.8780	12.88
12	Ekulub	Drypetes lateriflora	7.3171	12.5000	7.3171	27.13
13	Kanasin	Conocarpus rugosus	4.8780	3.1250	4.8780	12.88
14	Katalox	Swartzia cubensis	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
15	Nacax	Coccothrinax readii	4.8780	3.1250	4.8780	12.88
16	Pata de venado	Bauhinia unguilaata	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
17	Phitecelobium	Zygia stevensonii	7.3171	12.5000	7.3171	27.13
18	Sacbob	Coccoloba diversifolia	7.3171	6.2500	7.3171	20.88
19	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	4.8780	6.2500	4.8780	16.00
20	Uvas che	Ottoschulzia pallida	4.8780	3.1250	4.8780	12.88
21	Xiat	Chamaedorea seifrizii	2.4390	3.1250	2.4390	8.00
			100.000	100.000	100.000	300.0



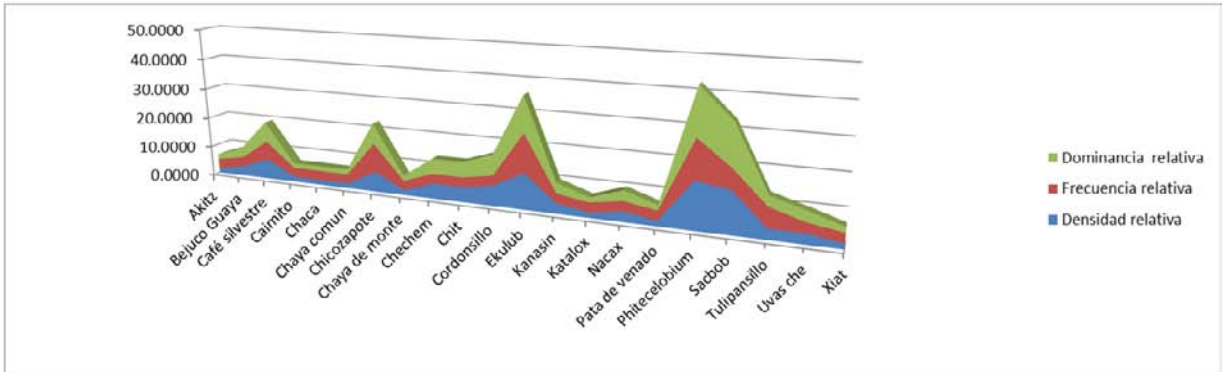


Figura. IVI del estrato herbáceo de la Selva Mediana Subperennifolia

### V.6.11 Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

En el área de área de cambio de uso de suelo, se tiene dos especies que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana en la categoría de amenazadas: Palma de chit (*Thrinax radiata*) y Palma Nacax (*Coccothrinax readii*).

### V.6.12 Rangos de alturas

Las alturas de la vegetación se encuentran distribuidas en varias categorías, teniendo que el 37 % de las especies presentan una altura promedio de 8 metros, el 19 % de 6 metros, el 17 % de 7 y el 13% de 9 metros. Sin embargo la altura mínima encontrada es de 4 metros y la máxima de 10 metros.

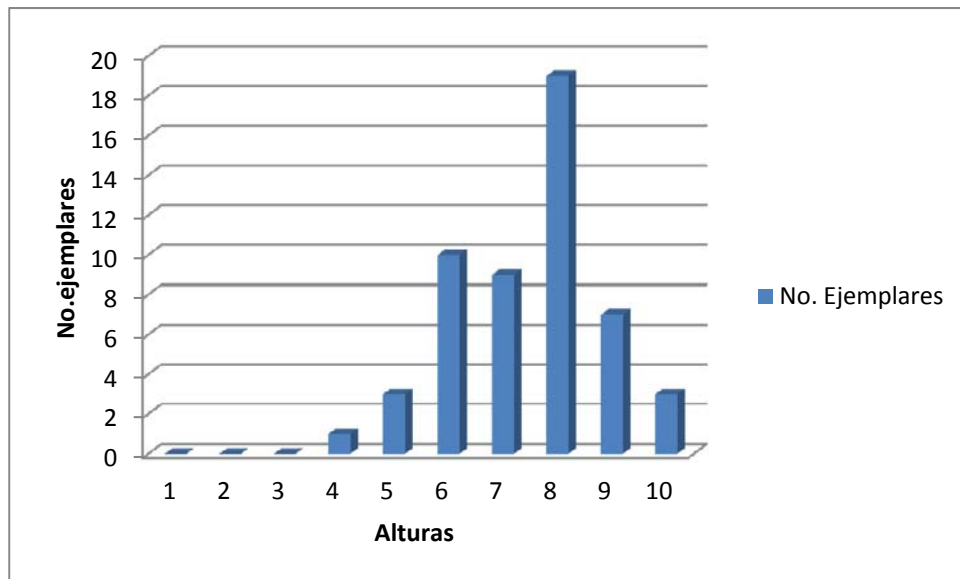


Figura.- Distribución de las alturas en metros de la vegetación de SMQ

### V.6.13 Categorías diamétricas

Como se observa en la siguiente gráfica, el 90 % de los individuos presentan diámetros menores a 30 cm por lo cual solo pueden ser considerados como productos para palizada, mientras que solo un 10 % de la población presenta diámetros mayores a 30 cm, y las especies que logran alcanzar estos diámetros son el Chicozapote (*Manilkara zapota*), y el Jabin (*Piscidia piscipula*).

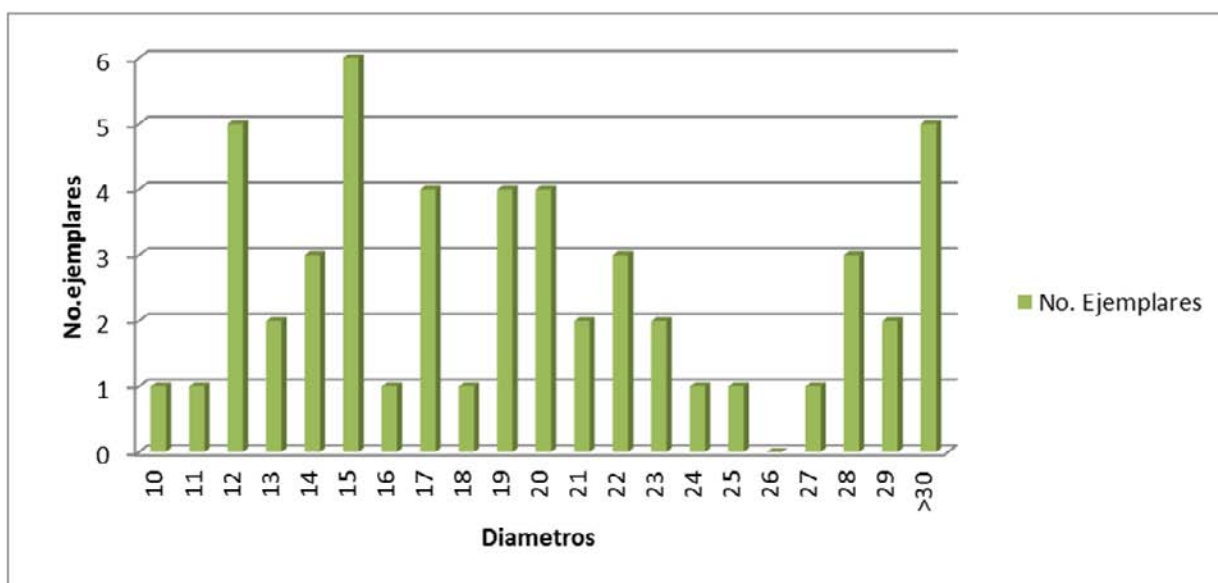


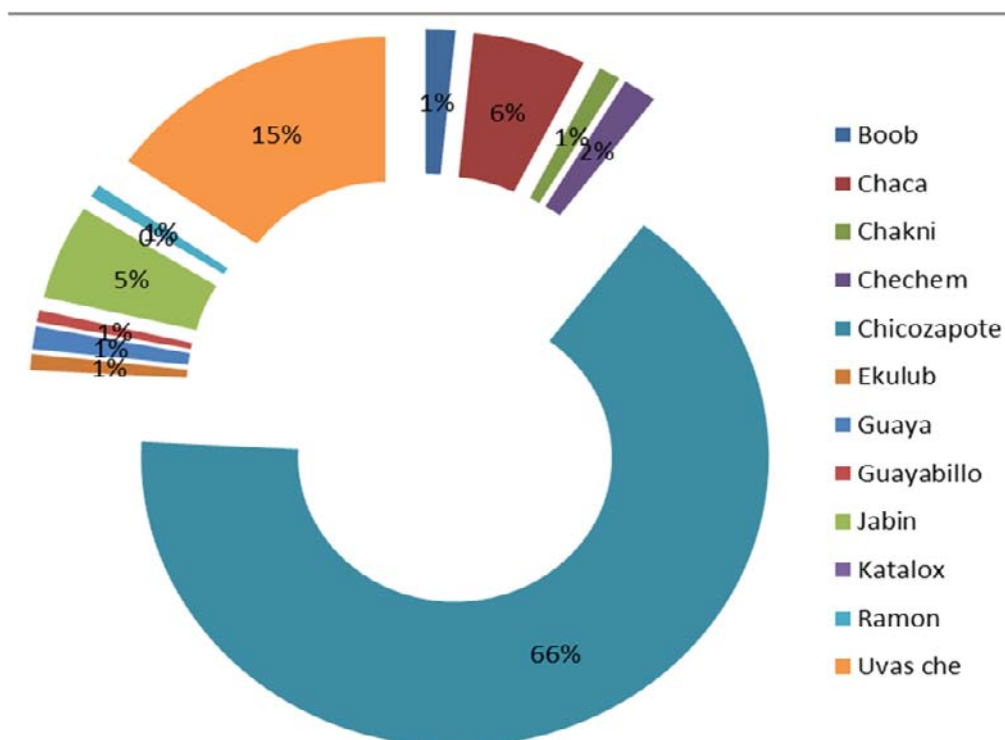
Figura. Distribución de las especies de la SMQ por categoría diamétricas

### V.6.14 Área basal y volumenenes total árbol.

Se estimó el área basal para todas las especies que se registrarón en los sitios de muestreo, con lo cual se estimaron las existencias por hectárea, obteniendo los siguientes resultados:

No.	Nombre común	Nombre científico	AB m2/has	VFL m3/has	VTA m3/has
1	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	0.520	2.197	4.433
2	Chaca	<i>Bursera simaruba</i>	1.994	7.248	14.626
3	Chakni	<i>Calyptanthes pallens</i>	0.382	1.165	2.352
4	Chechem	<i>Metopium brownei</i>	0.597	1.529	3.086
5	Chicozapote	<i>Manilkara zapota</i>	22.311	59.170	119.405
6	Ekulub	<i>Drypetes lateriflora</i>	0.307	0.771	1.557
7	Guaya	<i>Talisia olivaeformis</i>	0.431	1.293	2.610
8	Guayabillo	<i>Mycianthes fragrans</i>	0.227	0.690	1.393
9	Jabin	<i>Piscidia piscipula</i>	1.799	6.959	14.042

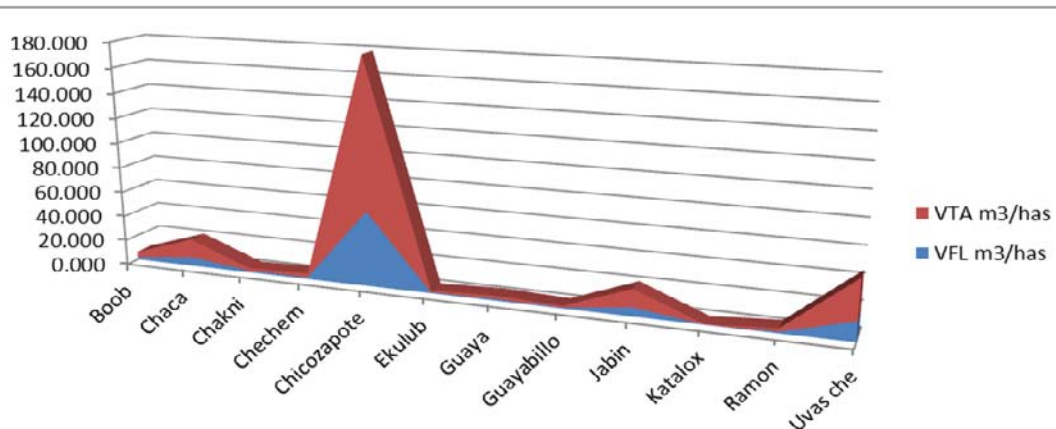
10	Katalox	Swartzia cubensis	0.000	0.176	0.355
11	Ramon	Brosimum alicastrum	0.252	1.238	2.497
12	Uvas che	Ottoschulzia pallida	5.208	15.300	30.874
			34.028	97.735	197.229



**Figura.** Distribución del área basal por especie por hectárea en la SMQ.

Con base en los resultados anteriores se puede observar que la especie que aporta el mayor porcentaje del área basal es el Chicozapote (*Manilkara zapota*) con un 66%, debido a que es una de las especies más abundantes de la SMQ y la que presenta mayores diámetros por lo cual, su área basal es superior a las demás especies.

Por lo tanto analizando la información presentada se concluye que la vegetación del predio, presenta un área basal de 34.02 m<sup>2</sup>/has.



**Figura.** Distribución de volúmenes por especie por hectárea en la SMQ.

En cuanto a los volúmenes es claro que el Chicozapote presenta volúmenes mayores a las demás especies, y en conclusión en predio podemos encontrar un volumen de fuste limpio de  $97.737 \text{ m}^3/\text{has}$ , así como un Volumen Total Árbol de  $197.229 \text{ m}^3/\text{has}$ .

## V.7 Analisis de la Fauna en el predio.

A continuación se muestra el análisis realizado en cuanto a la fauna que se encuentra en el predio del proyecto, del cual se obtuvo la diversidad (riqueza, abundancia), mediante diversos índices, clasificándola en los diferentes grupos de vertebrados e invertebrados encontrados.

### V.7.1 Descripción del método de muestreo.

Se utilizaron distintas técnicas para muestrear cada grupo; como es el caso de mamíferos pequeños, mamíferos medianos a grandes, reptiles, anfibios y aves.

En cuanto a los mamíferos pequeños se utilizó el método, en donde colocaron 10 trampas tipo Sherman dispuestas de manera que atravesarán el sitio ubicadas a 20 m de distancia entre ellas para estimar la densidad y registrar las especies de los mismos. Las trampas fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuete para atraer y garantizar la captura de los roedores, estas se mantuvieron activas durante 3 noches acumulando un esfuerzo total de 120hrs/trampa/ noche.

Cada trampa fue revisada y cerrada por las mañanas para evitar capturas durante el día ya que representa mayor estrés y riesgo de muerte por calor para los animales trampeados. En caso de captura los individuos serían identificados, sexados, marcados con pintura y liberados en el mismo sitio de su captura.

Para registrar las especies de mamíferos y reptiles de talla mediana y grande se dispusieron de 5 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por tres días, lo que representa un esfuerzo de muestreo de 288 hrs/ cámara trampa.

Las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg, después del último disparo. Dos de las cámaras fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con menudillo de pollo como atrayente para especies carnívoras. La identificación de los mamíferos se basó en las descripciones de Ceballos y Oliva (2005).

Las cámaras fueron colocadas en senderos o brechas y cerca de pasaderos o madrigueras que indicaron la presencia de fauna.

Para caracterizar la avifauna y reptiles y anfibios se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 5 sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante ese tiempo se registraron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs.

Al final, una vez recabada la información del número total de especies de los diferentes grupos registrados (Riqueza Especifica [S]), además del conteo de todos los individuos pertenecientes a cada especie registrada (Abundancia), se elaboraron una serie de tablas y gráficos para representar lo anterior.

### V.7.2 Resultados del muestreo de fauna.

Se obtuvieron 54 registros de animales, los cuales están representados en 3 grupos, 12 familias y 12 especies.

Cuadro. Reptiles presente en el predio				
Grupo	Familia	Nombre común	Especie	Estatus
Reptil	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei	
Reptil	Corytophanidae	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>	
Reptil	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidti	

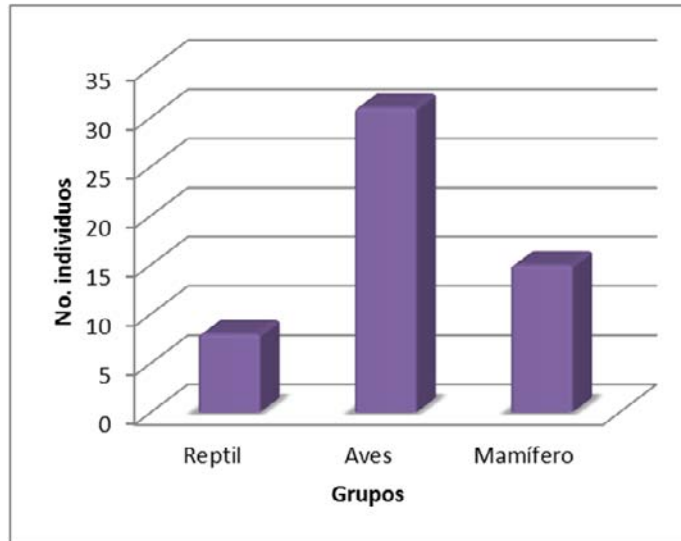
Cuadro. Avifauna presente en el predio				
Grupo	Familia	Nombre común	Especie	Estatus
Aves	Icteridae	Zanate	Quiscalus mexicanus	
Aves	Mimidae	Cenzontle	Mimus gilvus	
Aves	Cracidae	Chachalaca	Ortalis vetula	
Aves	Corvidae	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus	
Aves	Cathartidae	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	

Cuadro. Mamíferos presentes en el predio				
Grupo	Familia	Nombre común	Especie	Estatus
Mamífero	Sciuridae	Ardilla	Sciurus yucatanensis	
Mamífero	Dasyproctidae	Cereque	Dasyprocta punctata	
Mamífero	Didelphidae	Tlacuache	Didelphys virginiana	
Mamífero	Cricetidae	Rata de campo	Otodylomys phyllotis	

Ninguna requiere especial atención en virtud de no estar enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aunque estos son capaces de desplazarse a otros sitios aledaños al predio, es muy importante encaminar esfuerzos a conservar sitios de refugio y sobre todo de alimentación para que estas especies puedan mantenerse en el sitio sin ninguna carencia.

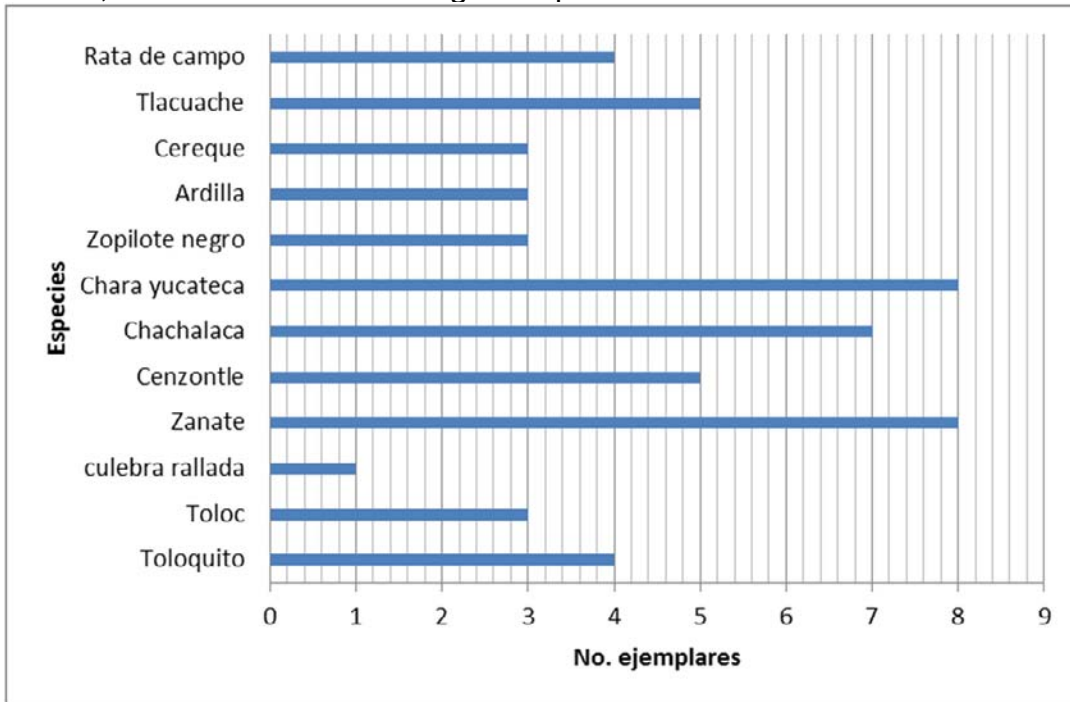
Cuadro.- Listado Faunístico de especies predominantes en el sitio.					
No. especie	Grupo	Familia	Nombre común	Especies	Total absoluto
1	Reptil	Polychridae	Toloquito	Anolis sagrei	4
2	Reptil	Corytophanidae	Toloc	Basiliscus vittatus	3
3	Reptil	Columbidae	culebra rallada	Coniophanes schmidti	1
4	Aves	Icteridae	Zanate	Quiscalus mexicanus	8
5	Aves	Mimidae	Cenzontle	Mimus gilvus	5
6	Aves	Cracidae	Chachalaca	Ortalis vetula	7
7	Aves	Corvidae	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus	8
8	Aves	Cathartidae	Zopilote negro	Coragyps atratus	3
9	Mamífero	Sciuridae	Ardilla	Sciurus yucatanensis	3
10	Mamífero	Dasyproctidae	Cereque	Dasyprocta punctata	3
11	Mamífero	Didelphidae	Tlacuache	Didelphys virginiana	5
12	Mamífero	Cricetidae	Rata de campo	Otodylomys phyllotis	4

En resumen, el grupo más representativo de todo fue el grupo de las aves teniendo un total de 31 individuos y el menos distintivo, el grupo de los reptiles con únicamente 8 individuos en total, el grupo de los anfibios no apareció en el predio como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura.** Abundancia por tipo de grupo registrados en el sitio de estudio.

El grupo de las aves resulto dominante en riqueza y abundancia general, en cuanto a la abundancia por especie, una especie la chara yucateca y el zanate resultaron ser las que presentan un mayor número de individuos en comparación a las demás, como se muestra en la gráfica presentada a continuación.



**Figura.** Abundancia por especie registrada en el sitio de estudio.

Así mismo para estimar la biodiversidad del ecosistema se calculó el índice de Shannon-Weiner con los datos directos recabados, los resultados obtenidos se pueden apreciar en el siguiente cuadro:

No.	Grupo	Nombre común	Especies	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)	
1	Reptil	Toloquito	Anolis sagrei	4	0.0741	-2.6027	0.1928	
2	Reptil	Toloc	<i>Basiliscus vittatus</i>	3	0.0556	-2.8904	0.1606	
3	Reptil	culebra rallada	Coniophanes schmidti	1	0.0185	-3.9890	0.0739	
4	Aves	Zanate	Quiscalus mexicanus	8	0.1481	-1.9095	0.2829	
5	Aves	Cenzontle	Mimus gilvus	5	0.0926	-2.3795	0.2203	
6	Aves	Chachalaca	Ortalis vetula	7	0.1296	-2.0431	0.2648	
7	Aves	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus	8	0.1481	-1.9095	0.2829	
8	Aves	Zopilote negro	<i>Coragyps atratus</i>	3	0.0556	-2.8904	0.1606	
9	Mamífero	Ardilla	Sciurus yucatanensis	3	0.0556	-2.8904	0.1606	
10	Mamífero	Cereque	Dasyprocta punctata	3	0.0556	-2.8904	0.1606	
11	Mamífero	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>	5	0.0926	-2.3795	0.2203	
12	Mamífero	Rata de campo	<i>Otodylomys phyllotis</i>	4	0.0741	-2.6027	0.1928	
<b>Riqueza específica= 23</b>				<b>54</b>	<b>1.0000</b>		<b>2.3730</b>	
						H max = Ln S	2.4849	3.1354
<b>Equitatividad (J)</b>					<b>J= H/Hmax =</b>	<b>0.95498</b>	<b>0.9513</b>	

### V.7.3 Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

No se registró ninguna especie enlistada en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**

## VI ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.



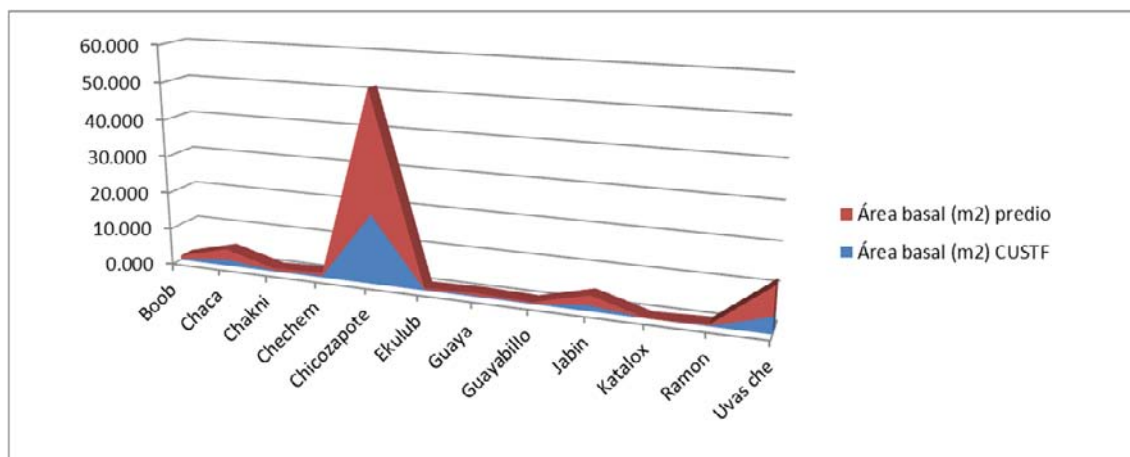
El proyecto contempla una afectación de 0.84 ha, para todas las obras y áreas que componen el proyecto.

En el siguiente cuadro se establecen los promedios del área basal y volumen total existente que serán afectados por el desplante.

**Cuadro. Valores dasonómicos que serán afectados por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales**

No.	Nombre común	Nombre científico	No. de árboles/ha.	Área basal (m <sup>2</sup> ) CUSTF	Volumen total (m <sup>3</sup> ) de la superficie para el CUSTF
1	Boob	Coccoloba spicata	20.8	0.437	3.724
2	Chaca	Bursera simaruba	62.5	1.675	12.286
3	Chakni	Calypttranthes pallens	20.8	0.321	1.976
4	Chechem	Metopium brownei	20.8	0.501	2.592
5	Chicozapote	Manilkara zapota	208.3	18.741	100.300
6	Ekulub	Drypetes lateriflora	20.8	0.257	1.307
7	Guaya	Talisia olivaeformis	20.8	0.362	2.192
8	Guayabillo	Mycianthes fragrans	20.8	0.191	1.170
9	Jabin	Piscidia piscipula	41.7	1.511	11.796
10	Katalox	Swartzia cubensis	20.8	0.000	0.299
11	Ramon	Brosimum alicastrum	20.8	0.212	2.098
12	Uvas che	Ottoschulzia pallida	104.2	4.375	25.935
			583.3	28.584	165.673

El Área basal total de todas las especies presentes en el predio equivale a 50.02 m<sup>2</sup>, de los cuales con la instalación del proyecto se afectarán 28.58 m<sup>2</sup> de área basal lo cual representa solo el 57 % del total.



**Figura.** Comparación del área basal existente en el predio y la afectada por el desplante.

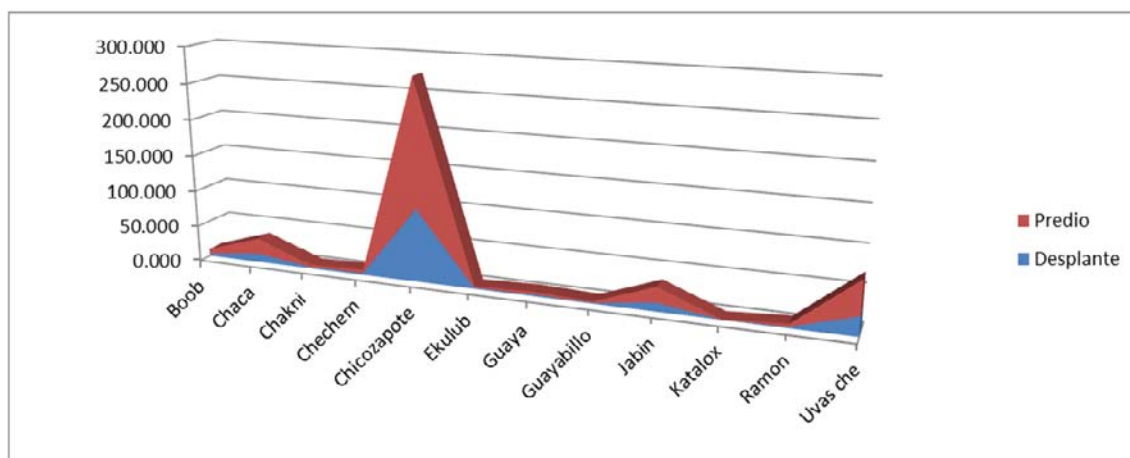
**Cuadro. Área basal (m<sup>2</sup>) del predio y área de desplante**

Especie	Desplante	Predio
Boob	0.437	0.764
Chaca	1.675	2.932
Chakni	0.321	0.561
Chechem	0.501	0.877
Chicozapote	18.741	32.797
Ekulub	0.257	0.451
Guaya	0.362	0.634
Guayabillo	0.191	0.334
Jabin	1.511	2.645
Katalox	0.000	0.000
Ramon	0.212	0.371
Uvas che	4.375	7.656
	28.584	50.022

Para el caso del Volumen Total árbol, en el predio se presenta un total en promedio de 289.92 m<sup>3</sup>, de este volumen total árbol con el proyecto se afectarán 165.95 m<sup>3</sup>, lo cual representa el 66 %.

**Cuadro. Área basal (m<sup>2</sup>) del predio y área de desplante**

Especie	Desplante	Selva mediana subperennifolia
Boob	3.724	6.517
Chaca	12.286	21.500
Chakni	1.976	3.457
Chechem	2.592	4.536
Chicozapote	100.300	175.525
Ekulub	1.307	2.288
Guaya	2.192	3.836
Guayabillo	1.170	2.047
Jabin	11.796	20.642
Katalox	0.299	0.522
Ramon	2.098	3.671
Uvas che	25.935	45.385
	165.673	289.927



**Figura.** Comparación del volumen total existente en el Predio y el afectado por el desplante

## **VII. VEGETACIÓN QUE DEBE RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES.**

De acuerdo con el Artículo 2, fracción XXXV del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que establece:

*“XXXV. Tierras Frágiles aquéllas, que ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural.”*

Asimismo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales señala que el concepto de tierra incluye a muchos otros componentes, además del suelo. Se define como *“el área específica de la corteza terrestre con características particulares de atmósfera, suelo, geología, hidrología y biología, así como los resultados de la actividad humana pasada y presente en esa área y las interacciones entre todos estos elementos”* (cita en: [www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/.../pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/.../pdf/cap_3_suelos.pdf)).

En este mismo sentido, también es importante mencionar que la FAO ([www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm](http://www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm)) menciona que las tierras frágiles ocurre en aquellas que reciben de 100 a 1,000 milímetros anuales de lluvia.

A su vez, la misma Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la Agenda 21, adoptada en la Cumbre de la Tierra de 1992, reconoce dos ecosistemas como sumamente frágiles. Se trata de las zonas secas y las de montaña, referidas en los capítulos 12 y 13 de dicha agenda, respectivamente, y su fragilidad se expresa en varias dimensiones, como la social o la biológica, pero es en los suelos donde de manera particular muestra sus manifestaciones más dramáticas. También reconoce como tierras secas las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, las cuales se caracterizan por condiciones climáticas particulares, como son la precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas (en el caso de los desiertos fríos) y elevada evapotranspiración potencial. Técnicamente, las zonas áridas se definen como zonas que tienen un índice de aridez (obtenido a partir del cociente entre la precipitación anual media y la evapotranspiración potencial media) comprendido entre 0.5 y 0.65.

Con base en lo anterior, se puede concluir que dadas las características físicas y bióticas del predio, éste no corresponde a una zona árida, ni a una zona semiárida o subhúmeda seca, ni mucho menos a una zona de montaña, por el contrario, corresponde a un ecosistema de tipo tropical, ubicado en una zona con una precipitación media anual de 1,041 mm.

Visto lo anterior y considerando la ubicación geográfica así como las características topográficas del predio, éste no corresponde a una zona de montañas, ni a una zona seca o árida que le otorgue mayor fragilidad al suelo.

El área en cuestión corresponde a una topografía plana, con suelos permeables, los cuales se caracterizan por estar poco desarrollados, con profundidades que rara vez sobrepasan los 10 cm y con una gran cantidad de rocas, siendo que en ocasiones prácticamente es la roca madre la que está expuesta, además de que no se tienen escurrimientos que propicien el lavado de los suelos; por lo tanto no sería objeto de erosión. Tampoco habría una degradación química debido a que no se estarían vertiendo al suelo sustancias contaminantes o diluyentes del mismo. Sin embargo, toda vez que el suelo se estaría destinando a otro uso, se presenta a continuación el análisis donde se demuestra que en el predio actualmente no existen tierras frágiles ni erosión, y que por la ejecución del CUSTF de igual forma no se presentarían tierras frágiles en el terreno.

### **VII.1 Justificación técnica de la existencia o ausencia de tierras frágiles en el predio en donde se encuentra y opera el proyecto.**

Actualmente la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales que corresponde a 0.84 has presentando vegetación de selva mediana subperennifolia, por lo cual es objetivo de este apartado será determinar la erosión que se está presentando en esta zona Utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS).

Con base en los resultados de erosión que se generen se propondrán diversas estrategias, con el objetivo de que una vez que el proyecto se instale en la zona se reduzca esta erosión del terreno.

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. (CONAFOR, 2010).

La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación. (CONAFOR, 2010).

Para estimar la erosión del suelo se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C P \quad (3-1)$$

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

R = Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que ha permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo. (CONAFOR, 2010).

La erosión potencial se estima como:

$$E_p = R K L S \quad (3-2)$$

Los factores se consideran como inmodificables.

La erosión actual se estima utilizando la ecuación (3-1), que considera los factores inmodificables R K L S y los factores de protección como son la vegetación y las prácticas y obras de manejo del suelo y la vegetación son que se pueden modificar para reducir las pérdidas de suelo. (CONAFOR, 2010).

Para utilizar este modelo, se han propuesto diferentes metodologías para estimar cada uno de las variables; sin embargo la aplicación de algunas de ellas en el campo es difícil de realizar por no contar con la información necesaria. Para evitar estos problemas, en este apartado se presentara una metodología simplificada y adecuada para utilizarse en nuestro país. (CONAFOR, 2010).

### Erosividad R

La estimación de R se puede realizar conociendo la energía cinética de la lluvia y la velocidad de caída de las gotas de lluvia, utilizando la ecuación de la energía cinética:

$$E_c = mz^2/2 \quad (3-3)$$

Dónde:

m es la masa de lluvia y velocidad de caída de las gotas de lluvia.

Considerando lo complejo de hacer esta estimación se propuso que un mejor estimador de la agresividad de la lluvia sería o sea el valor de Erosividad de la lluvia (R). Para estimar R se obtiene el valor de energía cinética por evento se estima por evento como  $E_c = 0.119 + 0.0873 \log_{10} I$  / donde hay que conocer la intensidad de la lluvia y obtener el Valor de  $E_c$  y multiplicarlo por la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos. (CONAFOR, 2010).

La suma de estos valores de  $E_{I_{30}}$  en un año da el valor de R.

Este procedimiento es complicado cuando no se cuenta con datos de intensidad de la lluvia, por esta razón se buscó correlacionar los datos de precipitación anual con los valores de R estimados en el país utilizando la información de intensidad de la lluvia disponible (Cortés y Figueroa 1991).

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la siguiente figura

Tabla. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la Lluvia en la República Mexicana.		
Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

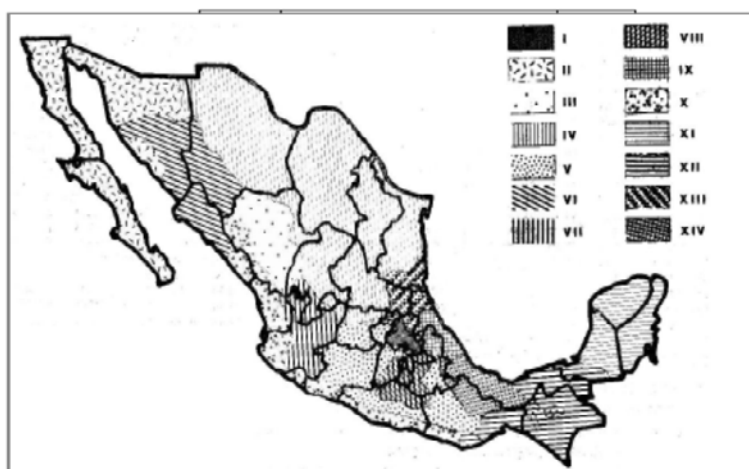


Figura. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual y con un modelo lineal muy simple de estimarlo. Para estimar el valor de erosividad para la región de Quintana Roo se puede aplicar la ecuación de la región XI que se presenta a continuación:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2 \quad (3-4)$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1041 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1041) + 0.004540 (1041)^2$$

$$R = 8849.16 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

### Erosionabilidad (K)

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. CONAFOR, 2010

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso de la siguiente tabla, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).

Tabla 3. Valores de erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena 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		

Para la región de trabajo donde se ubica el predio, los terrenos son de textura arenosos y los contenidos de materia orgánica es mayor de 2%.

Por lo que el valor de K sería de 0.002.

Es importante destacar que a medida que el valor de K aumenta se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse. (CONAFOR, 2010).

### Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene

determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S = (H_f - H_i) / L \quad (3-5)$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H<sub>f</sub> = Altura más alta del terreno (m).

H<sub>i</sub> = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 10 msnm y la elevación en la parte baja es de 9 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 1 m. Si la longitud del terreno es de 200 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = (17 - 5) / 200$$

$$S = 0.01 \text{ o sea que } S = 1 \%$$

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2) \quad (3-6)$$

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

$\lambda$  = Longitud de la pendiente.

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 200 m, la pendiente media del terreno de 0.5 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = (200)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (1) + 0.00138 (1)^2)$$

$$LS = 2.1$$

### **ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN POTENCIAL SI EL TERRENO NO PRESENTARA VEGETACIÓN.**

Considerando que R es igual a **8849**, que K es igual a 0.002 y que LS es igual a 2.1 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:



$$E = (8849) (0.002) (2.1)$$

$$E = 37.30 \text{ t/ha año}$$

La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua, se perderían 37.30 /ha por año, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 3.7 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo. (CONAFOR, 2010).

## ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN ACTUAL EN EL PREDIO

Para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

### Factor de protección de la vegetación (C)

El factor de protección (C) se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Los valores de C son menores que la unidad y en promedio indican que a medida que aumenta la cobertura del suelo el valor de C se reduce y puede alcanzar valores similares a 0 por ejemplo cuando existe una selva con alta con una cobertura vegetal alta. Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el siguiente cuadro:

Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.			
	Nivel de Productividad.		
Cultivo	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuete	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque de buena productividad** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.001 que sustituyendo quedaría:

$$E = (8849) (0.002) (2.1) (0.001)$$
$$E = 0.037 \text{ t/ha año.}$$

Esto indica que la erosión natural del terreno no se presentan en su estado actual ya que es prácticamente nula, ya que el resultado es muy inferior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México es de 10 ton/ha año. (CONAFOR, 2010).

### Estimación de la Erosión en la superficie del Cambio de Uso de Suelo del proyecto.

Tomando en cuenta que el cambio de uso de suelo es la remoción total o parcial de la vegetación, podemos inferir que en esta zona se presentara una erosión de 37.30 t/ha, ya que es la que se presenta en el predio si no se cuenta con cobertura vegetal, lo que indica que la erosión que se presentara en el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo sería moderada de acuerdo con la clasificación de la Erosión hídrica potencial de suelos según nivel, 2002 de la SEMARNAT.

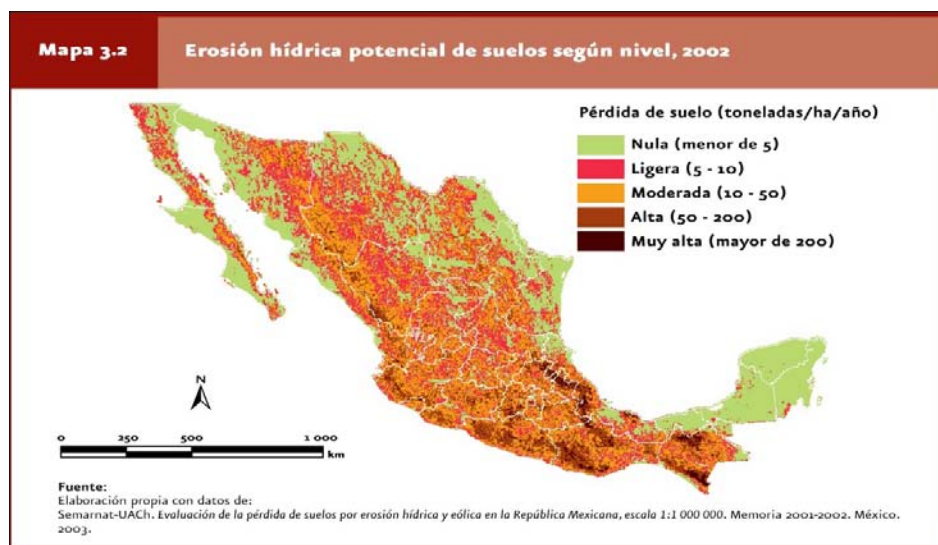


Figura. Erosión hídrica potencial de suelos

Sin embargo se clara que esta erosión se presentaría si el área de cambio de uso de suelo, el suelo se dejara totalmente descubierto por un periodo de tiempo amplio y sin ninguna clase de medida de prevención, por lo cual para evitar que este fenómeno se presente en el área sujeta al cambio de uso de suelo se aplicaran las siguientes acciones y medidas:

- Para reducir los efectos de erosión asociados a la remoción de le cubierta vegetal, se permitirá el establecimiento de la vegetación herbácea en las

áreas desmontadas sin intervención, inmediatamente después de que concluyan las labores de construcción.

- Para evitar modificaciones a la topografía e hidrodinámica de la zona, el suelo sobrante producto de la excavación se esparcirá en las áreas de conservación del Predio.
- Se mantendrán el 43% del Predio con vegetación natural de selva mediana subperennifolia lo que permitirá un adecuado dren que permita la recarga de los manto acuíferos derivado de las lluvias en la zona, este es parte del mismo proyecto como medida de seguridad de la obra, para evitar estancamiento de flujos pluviales.
- Para evitar afectar la vegetación circundante, no se deberán acumular los desechos producto del desmonte fuera de los límites del área sujeta al cambio de uso de suelo. Tales residuos se triturarán y dispersarán en las áreas aledañas al sitio o bien en áreas autorizadas por la autoridad componente.
- Queda prohibido tirar basura y desechos. La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas de plástico, y la empresa contratista deberá ajustarse al programa de manejo de residuos sólidos del proyecto y deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por tal autoridad municipal correspondiente.
- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción.

En los siguientes puntos se describen las áreas de vegetación a respetar o establecer para prevenir la erosión del área a desplantar mediante la protección del área de conservación.

## VII.2. Vegetación que deberá respetarse para la protección del suelo

A continuación se muestran las áreas de vegetación que se respetaran dentro del proyecto destinándolas como áreas de conservación, las cuales son **0.63 has**, equivalentes al **43 %** del terreno.

Resumen de las áreas del proyecto

Concepto	Superficie HAS	%
Área de conservación. (Área sin aprovechamiento)	0.63	43
Áreas de aprovechamiento (CUSTF)	0.84	57

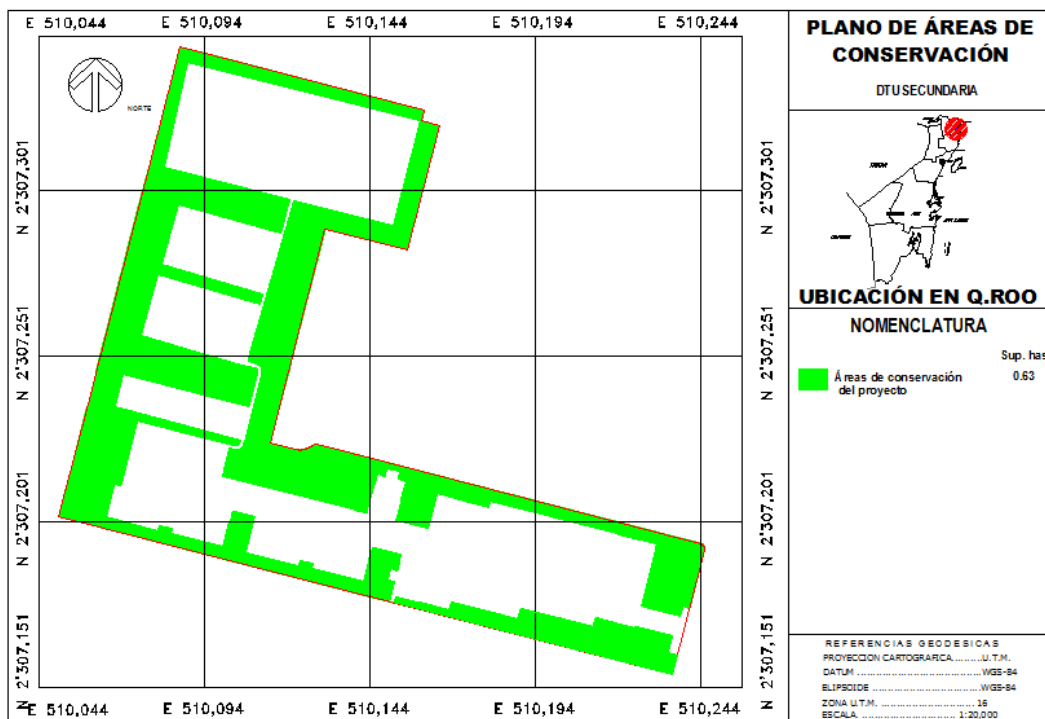


Figura. Plano de áreas de conservación del predio

Dada la naturaleza de los trabajos que se realizarán, las características del predio, la vegetación presente, así como de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas susceptibles a rescate y conservación, se establecerán las siguientes medidas de protección de estas 0.84 has:

- En ningún caso se afectará la vegetación de manera temporal o permanente fuera de las áreas que no serán otorgadas para el cambio de uso de suelo para el proyecto.
- No se realizarán quemas de maleza en ningún momento o etapas, ni serán utilizados productos químicos que afecten el rebrote natural de la vegetación.
- No se depositaran residuos sólidos de ningún tipo sobre las áreas de conservación, todos los residuos sólidos se manejarán conforme a lo indique la autoridad local competente.
- Los residuos productos de cualquier actividad, serán retirados constantemente del predio para evitar su acumulación.
- Se delimitarán los espacios de conservación del terreno, los que suman **0.63 HAS**, lo que equivale al **43 %** del total del predio.
- No se realizarán actividades de remoción de vegetación desmonte o despalleo o cualquier otra que represente afectaciones directas o indirectas a la vegetación en conservación del terreno.

## **VIII. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

En este apartado se establece, de inicio, que la valoración del impacto ambiental se enfoca únicamente, a la etapa de preparación del sitio del proyecto, mismo que se ajusta a las posibilidades del marco legal aplicable que establece el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, y con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez. Por lo que el cambio ambiental que se espera se circunscribe, obligadamente, a los límites y condiciones de los instrumentos de regulación territorial que, efectivamente, permiten el desarrollo de las actividades que implica el proyecto pretendido desde la perspectiva urbana y ambiental.

Para realizar esta evaluación de impactos ambientales se definió un Sistema ambiental regional de la siguiente manera:

### **VIII.1 Características y análisis del sistema ambiental**

La delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto parte de los límites que imponen vialidades y obras e intervenciones humanas en el polígono estudiado las que, finalmente, definieron las Unidades de Paisaje que son notorias tanto en la imagen remota utilizada<sup>6</sup> como a nivel del suelo. Así, se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP) entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

Esta particularidad de las UP ofrece, además, la posibilidad de evaluar y cuantificar la oferta de recursos naturales, su condición y localización territorial ya que éstas son, entonces, porciones de un mosaico diferenciado localizadas de la superficie terrestre que establecen, entre y con ellas, límites visibles sean estos naturales o producidos por el hombre. En estos espacios los componentes naturales, bióticos y abióticos forman ensambles que se interrelacionan, o no, de manera clara y evidente.

Bajo el planteamiento de diferenciación mencionado se delimitó el Sistema Ambiental cuyos límites implican lo previamente establecido y programado en el POELBJ para la zona Urbana de Puerto Morelos.

Y el que se integra al este el límite lo establece, en 3,000 m la carretera federal 307 misma que implica una barrera difícilmente franqueable para la fauna silvestre terrestre y sus procesos; al sur la demarcación es la carretera Puerto Morelos-Central Vallarta, así como la zona urbana de Puerto Morelos y fraccionamientos

---

<sup>6</sup> Digital Globe Worldwiew2 (4ms+1 Pan) ortorectificada pancromática con color balanceado. 0.5m/pixel;UTM/WGS84 Obtenida el 28 de marzo 2010.

que se presentan en la zona urbanizada de Puerto Morelos. Finalmente, al noroeste impone brechas, espacios afectados por desmontes y vegetación natural. Bajo este postulado el Sistema Ambiental delimitado para la valoración de este proyecto es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio así como en la identificación de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) MAP MAKER PRO V3.5 se llevaron a cabo análisis de la imagen satelital Digital Globe obtenida con el sensor remoto Worldwiew2 expresamente adquirida para este propósito.

Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida.

A continuación se muestra, sobre un mosaico fotográfico, el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

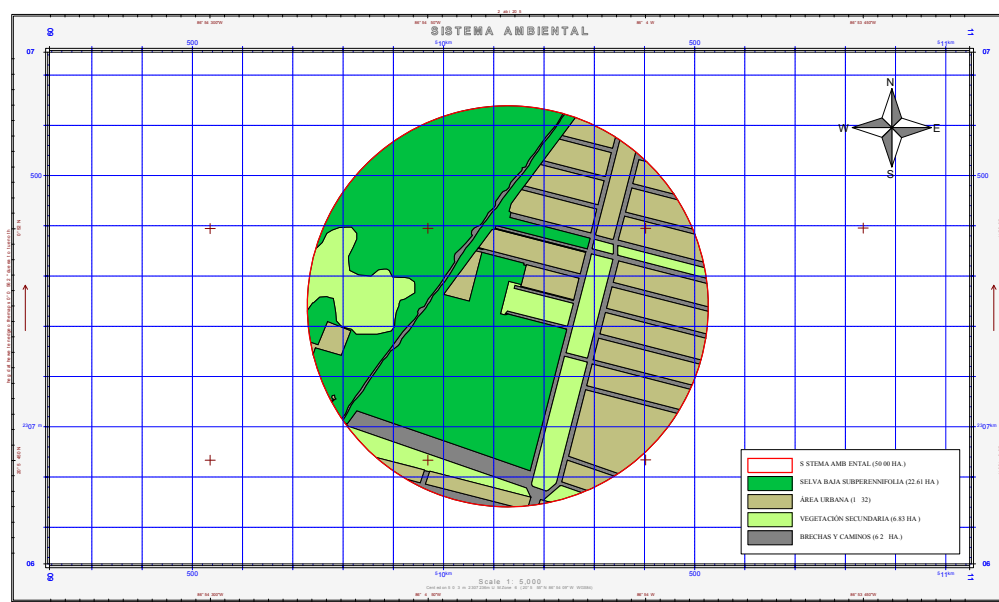


Figura. Sistema ambiental

La imagen anterior permite visualizar que dentro del Sistema Ambiental que se analiza existe un entorno ocupado por obras y actividades humanas inmersas dentro de extensos espacios naturales. Se puede observar que el área en la que se pretende llevar a cabo el proyecto implica, principalmente, selva mediana subperennifolia.

El espacio delimitado expresa, también, un avance de componentes y equipamiento urbano que sigue un orden. Al oeste de Puerto Morelos es evidente el avance de la traza urbana "de frontera" que es aquella que ocurre en sitios en los que, aún sin la dotación de servicios elementales, se abren calles y se instalan viviendas. También existe una retícula incipiente causada por brechas y vialidades. En este espacio, como elementos antrópicos particularmente

relevantes, se puede mencionar el casco urbano de Puerto Morelos y la carretera federal 307 que segmenta el macizo forestal.

Para efecto del análisis del Sistema la cartografía digital a una escala de 1:5,000.

Las particularidades mencionadas del Sistema Ambiental con el resultado cartográfico se presentan a continuación:

El análisis cuantitativo del mapa anterior y que caracteriza el Sistema Ambiental en el que se pretende el proyecto expresa que en las 1.40 Ha del espacio estudiado 50.0 Ha son, aún, predominantemente naturales. De ellas 22.61 Ha corresponden a una selva mediana subperennifolia en distintos estadios.

Las intervenciones humanas, derivadas del crecimiento urbano y la utilización territorial de la zona por el hombre se cuantificaron en 14.32 Ha. Es en este contexto en el que se presenta el predio de interés, el inventario realizado implica lo siguiente:

SISTEMA AMBIENTAL	
UNIDAD DE PAISAJE (UP)	SUPERFICIE (HA)
ÁREA URBANA	14.32
BRECHAS Y CAMINOS	6.24
VEGETACIÓN SECUNDARIA	6.83
SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	22.61
<b>TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL</b>	<b>50.00</b>

### **Descripción de las Unidades de Paisaje discriminadas.**

La descripción de las Unidades de Paisaje que se realiza a continuación se hace en orden descendente de acuerdo con su cobertura en el Sistema Ambiental.

#### UNIDAD DE PAISAJE ÁREA URBANA

Esta Unidad de Paisaje es la expresión de la actividad humana en el territorio analizado, implican espacios transformados de manera permanente e irreversible. La colonia Joaquín Zetina Gasca se ha ampliado de forma significativa en la continuidad y posibilidad que determina el Plan de desarrollo Urbano de Puerto Morelos.

Este sitio cuenta con servicios tales como el transporte público de y hacia las ciudades de Cancún o Playa del Carmen. Existen por lo menos cinco empresas que ofrecen el servicio dentro las cuales destacan Autobuses De Oriente, servicio de combis y taxis.

En cuanto al transporte aéreo, el aeropuerto internacional de Cancún operado por (ASUR) se ubica a 14 Km. al norte del predio. Es el segundo aeropuerto más

transitado de México y se ha convertido en el que moviliza más pasajeros internacionales del país. Cuenta con dos pistas de aterrizaje operativas y tres terminales comerciales. La Terminal 1 es usada por vuelos procedentes de América del Norte, incluyendo a las aerolíneas chárter locales. La Terminal 2 es usada por algunas aerolíneas internacionales, así como por todas las aerolíneas nacionales y la Terminal 3 se encarga de la mayoría de las operaciones internacionales.

El sistema de comunicación, voz y datos, es completo en Puerto Morelos. Prestadores privados del servicio ofrecen telefonía, internet, señal de celular, radio y televisión.

Complementando la oferta anterior, se prestan los servicios públicos municipalizados como la electricidad, drenaje y agua potable: Sobre la carretera pasa la red de energía eléctrica de alta tensión. Las unidades habitacionales y áreas públicas cuentan con alumbrado público y energía eléctrica son proporcionados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que cuenta con la infraestructura y capacidad técnica necesaria para ello.

Se tiene una cobertura creciente en materia de conducción y tratamiento de aguas servidas de tipo doméstico. Esta infraestructura es operada por Aguakan (Desarrollos Hidráulicos de Cancún S.A. de C.V)

La vivienda en el área urbana es el principal componente de esta Unidad de Paisaje. Las unidades habitacionales que en ella se encuentran cuentan con servicio de agua potable domiciliario, el cual es proporcionado por la empresa Aguakan. En cuanto al drenaje, la mayoría de las viviendas cuentan con fosas sépticas y únicamente algunas unidades habitacionales cuentan con red de drenaje que conduce el 100% de las aguas servidas a una planta de tratamiento de aguas residuales.

Toda actividad humana se relaciona inexorablemente con la generación de residuos sólidos. En este sentido y a pesar de que la Colonia J. Zetina Gasca y las unidades habitacionales que en ella se encuentran cuentan con el servicio de recolección de residuos sólidos domésticos los cuales son depositados en el relleno sanitario ubicado en la localidad de Rancho Viejo, Benito Juárez, prevalece el hábito de algunos pobladores de hacer uso de los espacios abiertos como basureros a cielo abierto.

La traza urbana de Puerto Morelos se extiende, de manera desregulada hacia el oeste del casco urbano. Proliferan viviendas en áreas sin servicios que son habitadas en un esquema rural. A este sitio se llega por la avenida J. Zetina Gasca hacia el poniente

En el espacio urbano, como unidad de paisaje, se cuenta con infraestructura educativa desde los niveles de guardería y preescolar, primaria, telesecundaria hasta el bachillerato público.

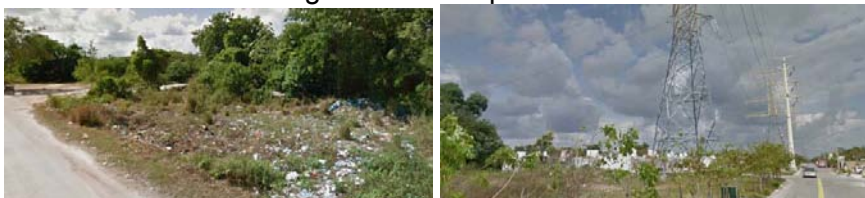


## UNIDAD DE PAISAJE BRECHAS Y CAMINOS

Esta Unidad de Paisaje, expresión también de la ocupación humana del espacio analizado, tiene la particularidad de implicar, por su existencia, la fragmentación por división del hábitat silvestre. No obstante, su relevancia va más allá de la segmentación mencionada ya que su presencia involucra el acceso humano a espacios que suelen ser expoliados, utilizados y construidos. Son, en conclusión, el elemento central del avance antrópico sobre la selva. En sus colindancias se construye, se vierten restos y residuos de manera dispersa, se obtiene madera, tierra y piedra entre otros recursos naturales en un tránsito humano imparables que implica, evidentemente, la transformación del espacio analizado.



Las vialidades segmentan el espacio natural estudiado.



La vegetación es afectada en los bordes de las brechas y vialidades. Invariablemente se encuentran vertimientos de basura y restos de material de construcción en sus orillas.

## UNIDAD DE PAISAJE VEGETACIÓN SECUNDARIA

Esta UP corresponde a espacios que originalmente fueron ocupados por la selva mediana original y que, por diversos factores, ha sido transformada. Esta vegetación está caracterizada por presentar una composición y diversidad atípica en relación con el ensamble primario de la zona producto de la intervención del hombre o afectaciones naturales como huracanes e incendios; es decir que esta Unidad corresponde a vegetación deteriorada en grados diversos en el sentido de fragmentación, extracción de individuos, talas, quemadas o afectaciones directas al suelo.

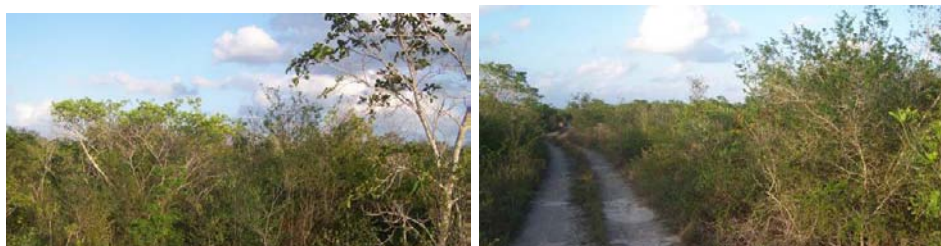
En el Sistema Ambiental analizado se observa, particularmente en las proximidades de la granja porcícola abandonada, modificaciones a la vegetación que se originaron a causa de las modificaciones a las propiedades del suelo que derivaron de los vertimientos de las excretas de los cerdos en el medio. A causa de su desmantelamiento se observan también restos de escombros que impiden el crecimiento de la vegetación pionera.



Escombros y restos diversos impiden el crecimiento de vegetación de recambio.

Por otra parte, esta UP al oeste del Sistema Ambiental, presenta una fisonomía y composición distinta dado que la perturbación que le dio origen fue el fuego.

Adicionalmente el espacio es, también, paulatinamente ocupado por casas o bien se realizan vertimiento de materiales diversos que impiden la recuperación natural de la vegetación. Este espacio se encuentra seccionado por vialidades y brechas de distintas amplitudes que permiten el acceso para el saqueo de piedra.



La vegetación en el sitio tiene un porte principalmente arbustivo. Pocos son los individuos que alcanzan más de 3 m de altura. Además, el seccionamiento que ocurre por caminos y brechas impide la reunificación de la masa forestal.

### UNIDAD DE PAISAJE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA.

Esta Unidad de Paisaje trata de la vegetación selvática representativa de la zona de Puerto Morelos. Dada su proximidad a la costa así como al área urbana se le encuentra en distintos estados de conservación. Su distribución forma principalmente un continuo hacia el interior de la península de Yucatán pero, dado el estado de fragmentación al que se ha sujetado también se le encuentra en forma de islas dentro o en la proximidad de la zona urbana. La fragmentación mencionada obedece a la apertura de claros y a la formación de la retícula urbana derivadas de las actividades humanas que incluyen aprovechamientos clandestinos de madera para venta en forma de arbolado, tableado y palizada.

Esta selva se sujeta periódicamente a eventos catastróficos estocásticos como lo son los huracanes. Derivado de estas perturbaciones naturales de gran magnitud es posible encontrar restos de material vegetal muerto acumulado mismos que, a su vez, implican la posibilidad, natural también, de la ocurrencia de incendios forestales. Esta situación ocurrió en 1989 cuando se registraron incendios particularmente intensos en la Península de Yucatán después del paso del huracán Gilberto (septiembre, 1988) el cual dejó a su paso un volumen de necromasa que, al quemarse, dio lugar a condiciones ecológicas particulares. La

selva mediana presente en el Sistema Ambiental presenta, actualmente, un volumen estimado promedio de 28 tn/ha de material leñoso y 15 tn/ha de material ligero.

Como se mencionó anteriormente, la selva mediana se presenta en distintos estados sucesionales a causa de intervenciones humanas y de eventos naturales. En algunos espacios ésta presenta evidencias de la afectación por fuego.

El Estado de Quintana Roo es uno de los señalados como una zona de alto riesgo de incendios forestales según la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, ya que cuenta con aproximadamente 1,000,000 de hectáreas afectadas por el impacto de huracanes durante los últimos cinco años.

## **VIII.2. Identificación de impactos ambientales**

Adicionalmente se realizó la identificación de los efectos o alteraciones ambientales en los que el proyecto pudiera participar. Esto se obtiene relacionando los factores ambientales que pueden ser afectados por las acciones que producirán los impactos. Considerando lo anterior, la matriz de identificación de impactos potenciales resultará del cruce entre los dos elementos mencionados (acciones y factores).

Para la presente identificación, valoración y análisis de los impactos ambientales, para las actividades a que se refiere el presente DTU, se realizó una aproximación partiendo de métodos aceptados de identificación, descripción y valoración del impacto ambiental de tal forma que es posible su caracterización y la definición de las acciones y enunciación del factor ambiental potencialmente receptor. Con esto y con los resultados obtenidos se logra una matriz depurada de impactos, valorando las actividades propuestas con respecto al entorno.

Se observan, en todo momento, los aspectos físicos, abióticos y sociales del medio circundante.

La identificación de los efectos o alteraciones significativas que se pueden producir sobre ellos se realiza conforme a los siguientes:

- Identificación de factores ambientales del medio que pueden ser potencialmente afectados.
- Cruce de la información a fin de detectar los impactos potenciales y expresarlos en forma de matriz.

A continuación se desarrollan estos puntos.

### **Identificación de factores ambientales susceptibles de ser afectados por el cambio de uso de suelo.**

FACTORES AMBIENTALES			
SUBSISTEMAS	MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTOS
SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL	MEDIO INERTE.	AIRE.	CALIDAD DEL AIRE. CONFORT SONORO.
		TIERRA-SUELO.	RELIEVE Y CARÁCTER TOPOGRÁFICO. CONTAMINACIÓN DEL SUELO Y SUBSUELO.
		AGUA.	CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES. CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS. RECARGA DE ACUÍFEROS. EROSIÓN. DRENAJE SUPERFICIAL.
	MEDIO BIÓTICO.	VEGETACIÓN.	VEGETACIÓN.
		FAUNA.	HÁBITATS.
	MEDIO PERCEPTUAL.	PAISAJE INTRÍNSECO.	UNIDADES DE PAISAJE.
		INCIDENCIA VISUAL	INCIDENCIA VISUAL.
SUBSISTEMA POBLAMIENTO Y ECONOMÍA	USOS DEL SUELO.	USOS DEL SUELO.	APROVECHAMIENTOS.
	ECONOMÍA.	ACTIVIDADES ECONÓMICAS.	DIRECTAS. INDIRECTAS.
	ESTRUCTURA.	ESTRUCTURA ESPACIAL DE NÚCLEOS.	ESTRUCTURA TERRITORIAL DEL MUNICIPIO.

**Identificación de acciones susceptibles de generar impactos ambientales negativos.**

Para la fase de cambio de uso de suelo en terrenos forestales se han identificado las siguientes acciones.

Para la fase de preparación se han identificado las siguientes acciones.

Preparación	Trazo de las áreas de desmonte y conservación
	Marcado y rescate de flora
	Ahuyentación y rescate de fauna
	Desmonte y despalme del terreno
	Circulación y funcionamiento de maquinaria
	Triturado de vegetación y recuperación de suelo
	Retiro de residuos vegetales.
	Mantenimiento de vivero

Conforme lo antes expuesto, la matriz de interacciones clasifica el tipo de impacto entre las obras y actividades que se pretenden la fase de preparación. Los elementos mostrados, permitirán confeccionar la matriz de interacciones entre los

factores ambientales y las acciones derivadas de las etapas de construcción y operación.

### **Método utilizado para la identificación de impactos.**

Conforme a lo anterior, para la identificación de impactos se requirió de trabajo coordinado con la empresa diseñadora la cual ofreció los elementos y detalles de las actividades implicadas en el plan de remoción de la vegetación.

La identificación de impactos se realizó en función del medio y los factores que acogen el cambio de uso de suelo de forestal a urbano, es decir en el contexto del Sistema Ambiental delimitado.

La dimensión ambiental en la que se establece este DTU deriva de un análisis de los aspectos que pudieran afectar los recursos aire, agua, suelo, presencia de residuos, valor paisajístico y de impactos potenciales sobre la salud de las personas. En este contexto, la acertada delimitación del ambiente proporciona a este instrumento la posibilidad de validar el cumplimiento de las políticas ambientales y, más aún, que éstas se incorporen al proceso del proyecto y en la toma de decisiones inherentes al mismo.

Resulta fundamental establecer el espacio en el que se pretende este cambio de uso de suelo de forestal a urbano implica las restricciones y posibilidades que otorga el Plan de Desarrollo Urbano así como las tendencias que este instrumento rector de la ocupación territorial establece hacia la transformación del espacio natural hacia un contexto de ciudad que crece y se amplía.

El Sistema Ambiental delimitado permite la contextualización de la valoración de impactos ambientales en función de lo que en ese entorno de 1.4 Ha que existe y se transforma.

De acuerdo con lo anterior, los impactos diferenciados por el tipo de lugar en el que ocurren implican, entonces, medidas también diferenciadas de protección. Para el caso de este proyecto el ambiente en el que se inserta se parte de que la transformación del espacio natural existente es posible siempre y cuando se asignen medidas correctoras y no se rebasen, precisamente, las restricciones que imponen los instrumentos de gestión del desarrollo urbano.

Tabla de Uso de Suelo.

<b>CU Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento</b>	
<b>Predio (m<sup>2</sup>)</b>	14,729.74
<b>CMS aplicable (PDDU)</b>	80.00% (11,783.79 m <sup>2</sup> )
<b>CMS Proyecto Secundaria</b>	57% (8,410.06 m <sup>2</sup> )

La atención a lo anterior es relevante ya que como se observa, la continuidad urbana propuesta no rebasa el umbral legal determinado por el Coeficiente de Modificación del Suelo (CMS) lo cual, de inicio, hace la propuesta compatible con el PDDU.

Aunado a lo anterior, y en antelación a la valoración de impactos, se infiere que las medidas deben de orientarse a evitar daños a las áreas de conservación consideradas en la propuesta de cambio de uso de suelo procurando que se mantengan, dentro de lo posible las características de naturalidad.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán impactados por aquellas. Se construye, para cada uno de los impactos identificados, la valoración determinando su valor de importancia. La matriz presenta y describe cada impacto identificado y permite obtener valoraciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales.

Partiendo de la valoración de importancia se construyó la “Matriz Depurada de Impactos” donde éstos se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, acumulación, periodicidad, extensión, reversibilidad, sinergia y persistencia.

### **b) Valores de importancia**

Los valores de importancia resultan cálculo realizado en función de los criterios adoptados y el factor ambiental potencialmente receptor del impacto.

Los valores muestran signos negativos cuando el impacto es considerado desfavorable, y positivo cuando el impacto es juzgado favorable. Del Valor de Importancia (IM) resultante de la evaluación cualitativa y cuantitativa se obtiene información que permite catalogar el impacto en despreciable, moderado o severo. El IM, es la razón que permite elaborar la matriz depurada de impactos y la que se expresa en las tablas de cada impacto identificado y valorado.

### **c) Matriz depurada del impacto**

Esta tabla permite obtener la descripción de los efectos ambientales por las acciones propuestas, en función de la suma algebraica de la importancia del impacto resultante de los criterios analizados por factor, lo que evidencia aquellas acciones agresivas (altos valores negativos), las poco agresivas (bajos valores negativos) y las benéficas (valores positivos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

$$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Dónde:

Criterio	Descripción	Valores del criterio
I	Intensidad	(1) Baja (2) Media (4) Alta (8) Muy alta (12) Total
EX	Extensión	(1) Puntual (2) Parcial

Criterio	Descripción	Valores del criterio
		(4) Extenso (8) Total
SI	Sinergia	(1) No sinérgico (2) Sinérgico (4) Muy sinérgico
PE	Persistencia	(1) Fugaz (< 1 año) (2) Temporal (de 1 a 10 años). (4) Permanente (> 10 años).
EF	Efecto	(4) Directo o primario (1) Indirecto o secundario
MO	Momento	1) Largo plazo (2) Mediano Plazo (4) Corto Plazo
AC	Acumulación	(1) Simple (4) Acumulativo
MC	Recuperabilidad	(1) Recuperable de inmediato (2) Recuperable a mediano plazo (4) Mitigable (8) Irrecuperable
RV	Reversibilidad	(1) Corto plazo (2) Mediano plazo (4) Irreversible
PR	Periodicidad	(1) Irregular (2) Periódica (4) Continua

Uno de los criterios que proporciona información para clasificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados es, justamente, la importancia del efecto (IM). En dónde los impactos se clasificaran en despreciables, si es que el valor es menor o igual a 25; moderados si el valor es mayor a 25 y menor o igual a 50 y severos cuando el valor es mayor a 50 y menor a 75. La naturaleza del impacto, es decir si es benéfico o perjudicial, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Posteriormente, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos sobre la Matriz Depurada de Impacto, los resultados permiten la descripción de los impactos sobre cada factor potencialmente afectado.

Matriz de Interacción entre acciones del proyecto y factores ambientales con el tipo de impacto.										
ACCIONES DEL PROYECTO		FÍSICO			BIOLÓGICO		SOCIOECONÓMICO		Total de Interacciones	
		Aire	Suelo	Hidrología	Flora	Fauna	Paisaje	Empleo y materiales		Población y servicios
Preparación del sitio	Trazo de las áreas de desmonte y conservación				+			+	+	3
	Marcado y rescate de flora				+			+		2
	Ahuyentación y rescate de fauna					+		+		2

Desmante y despalme del terreno		-	-	-	-	-	+		<b>6</b>
Circulación y funcionamiento de maquinaria	-	-		-	-	-	+		<b>6</b>
Triturado de vegetación y recuperación de suelo	+	+		+			+		<b>5</b>
Retiro de residuos vegetales.	-	-		+			+		<b>4</b>
Mantenimiento de vivero				+			+		<b>2</b>
<b>TOTAL DE INTERACCIONES</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>30</b>

De conformidad con la matriz de interacciones se advierte la presencia de 30 impactos potenciales a desarrollarse entre las etapas de preparación del sitio, de los cuales 17 se han clasificado como interacciones positivas entre el medio receptor y la actividad realizada y 13 como negativos, los que se deberán de recibir puntual atención para lograr un efecto de mitigación, prevención o compensación según sea el caso.

## DESCRIPCIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.

De acuerdo a lo anterior se presentan, la valoración y descripción de los posibles impactos ambientales generados a la atmósfera, flora, fauna, y su hábitat, al suelo y el perfil topográfico, a la integralidad hidrológica del sistema, agua y su escorrentía por preparación del sitio del proyecto.

### • ATMOSFERA

Impacto ambiental causado a la calidad del aire y al confort sonoro por el cambio de uso de suelo.

**Acción:** Emisión de partículas por el funcionamiento de maquinaria, equipos grúas y tránsito de trabajadores, actividades de desmante y despalme, corte y conformación de las áreas de desplante del proyecto.

**Causa-efecto:** Las condiciones atmosféricas que influyen en la velocidad del viento, la precipitación y la temperatura, tendrán un efecto de atenuación o de la disminución de la calidad del aire por la emisión de polvo y del confort sonoro.

**Descripción del impacto:** Las emisiones al aire resultantes de las actividades de preparación del sitio, se atribuye a la disminución de la calidad del aire atribuyéndolo a la suspensión de partículas finas de polvo y disminución del confort sonoro.



Las partículas en estado sólido, más comúnmente denominadas “polvo”, constituyen un agente modificador de la calidad del aire. Se trata de partículas sedimentables cuyo diámetro oscila entre 1 y 1000  $\mu\text{m}$ , que tienen su origen, principalmente, en los causados por el desmonte y movimientos de tierras, en el transporte de materiales y en la erosión eólica que se produce sobre terrenos que, a consecuencia de las obras que han de recibir, necesariamente deben quedar desprotegidos por la vegetación durante un corto periodo de tiempo.

Los efectos de estas partículas se centran principalmente en las molestias que originan a los vecinos del predio al producirse un ensuciamiento del entorno habitado y una disminución de la calidad del aire respirable. Por otro lado, estas partículas pueden depositarse sobre las hojas de las plantas provocando la oclusión en las estomas.

El confort sonoro se altera durante las actividades del proyecto de manera temporal. El medio existente presenta ruidos propios de las actividades urbanas que en su colindancia se desarrollan. El efecto del ruido que se produzca durante las acciones es de carácter temporal y desaparece al concluir las actividades de preparación del sitio.

Es importante destacar que estos impactos al ambiente se consideran de efecto bajo, no periódico y serán dispersados por la atmósfera.

#### VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

<b>MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL A LA ATMÓSFERA</b>		
Criterio	1 Afeción a la calidad del aire	2 Reducción del confort sonoro
Signo	-1	-1
Intensidad	2	2
Extensión	2	2
Momento	2	2
Sinergia	2	2
Persistencia	1	1
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	1	1
Reversibilidad	1	1
Periodicidad	1	1
IM	-20	-20
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE

#### CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO INDICADOR:

Disminución de la calidad del aire como consecuencia de la emisión de gases y partículas diversas de diferente procedencia a la atmósfera. La afeción al confort sonoro por el uso de maquinaria y presencia de trabajadores.

Indicador antes de la actuación:

Los indicadores corresponden a la condición existente en la zona la cual actualmente se encuentra en estado natural, los finos que son levantados y dispersados por el viento corresponden al paso de los vehículos y de la circulación en la carretera federal y las actividades de urbanas. Los ruidos existentes provienen de la actividad urbana que se desarrolla en las colindancias hacia el noreste.

Contexto:

Los trabajos de preparación del sitio, tendrá como resultante emisión de polvos fugitivos debido a la actividad en el terreno como el chapeo desmonte, movimiento del suelo, excavaciones, erosión por el viento y movimiento vehicular. Estas emisiones estarán en función de la humedad del suelo, la velocidad de la operación y las actividades, lo que provocará el incremento de la suspensión y concentración de finos en la atmósfera porque estos se producirán por las actividades de chapeo y desmonte así como humos por la circulación y funcionamiento de maquinaria y en general emisiones a la atmósfera por las acciones de preparación del sitio. Esta condición se verá ponderada por las condiciones atmosféricas en conjunto con las medidas que se implementen en el sitio, y las medidas particulares que estriban en realizar de manera paulatina el desmonte del predio, humedecer las áreas de trabajo y obligar a una circulación baja con maquinaria en buen estado. Estas labores serán temporales y desaparecen, una vez concluida la preparación del sitio, las emisiones de finos humos y ruido a la atmósfera disminuirán significativamente, el impacto será temporal y localizado en los sitios de operación y circulación de equipo, maquinaria y vehículos.

Durante el proceso de las actividades la operación del equipo y maquinaria inducirán, de manera intermitente, niveles de ruido ajenos al sitio. No obstante, no se espera que rebasen los límites máximos permisibles para fuentes fijas (NOM-081-SEMARNAT-1994: 90 dB) y móviles (NOM-080- SEMARNAT 1994: 99 dB) el impacto será temporal y localizado en los sitios de operación y tránsito de equipo, maquinaria y vehículos.

Para mitigar estos impactos se compromete el desmonte paulatino, uso de lonas y riego permanente de las áreas de trabajo y tránsito de vehículos de lento desplazamiento. Los automotores y equipos de trabajo serán provistos de silenciadores por lo que, la baja sensibilidad del factor por las actividades de preparación del sitio, el impacto será atenuado en forma natural por la dispersión de vientos dominantes de la región, por lo que el impacto es congruente con la valoración aportada del proyecto, por lo que la afección al aire resulto despreciable.

- SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO.

Impacto ambiental causado al suelo y perfil topográfico por actividades de preparación del sitio.

Durante la etapa de preparación del proyecto, se producirá el impacto ambiental permanente a estos componentes, considerando por un lado la remoción del suelo, para el desplante de las áreas necesarias para el proyecto.

**Acción:** Preparación.

**Causa-efecto:** Eliminación de las propiedades naturales del suelo incluyendo la pérdida de la capa húmica, permeabilidad y patrón natural de escorrentías. Excavación, Nivelación del espacio. Vertimientos incidentales de sustancias contaminantes-cambios en las propiedades y calidad del suelo.

**Descripción del impacto:**

Las actuaciones sobre las áreas de intervención previstas son remoción de suelo<sup>7</sup>, excavaciones,<sup>8</sup> que es un material exógeno por su origen más no por su composición química.

Estas superficies compactadas son las que habrán de sostener el cambio de uso de suelo. Se prevé este impacto ambiental permanente sobre 0.84 Ha.

El impacto sobre los suelos naturales es relevante porque éstos son:

- Fuente y reservorio de nutrientes.
- Medio de traslado de agua al acuífero.
- Soporte de las plantas.
- Base física para la ubicación de edificaciones e infraestructuras.
- Depositario de recursos minerales y culturales.

Por otro lado la preparación del sitio del proyecto requiere presencia humana, máquinas y equipo lo que se asocia a la existencia de grasas, lubricantes y combustibles, solventes entre otras sustancias cuyo derrame puede afectar las propiedades del suelo. La presencia de gente se asocia a la generación de basura diversa.

Contexto: El terreno como se mencionó está constituido por un paquete de sedimentos calcáreos constituidos por una capa superficial de arenas deleznales semiconsolidadas corresponden a un paquete de suelos ligeramente evolucionados, de entre 10 y 30 cm de profundidad, rocosos. El suelo en el área es de tipo litosol, de color claro, muy rocoso y pedregoso, geoelectricamente

<sup>7</sup> Será equivalente a las áreas de aprovechamiento del proyecto que equivale a 0.84 Ha, tal y como se planteó en el capítulo II de éste documento.

<sup>8</sup> Las nivelaciones del proyecto van de 7 msnm siendo la más alta y disminuye hasta 5 msnm

esta capa se presenta como resistiva<sup>9</sup>. A nivel predio la topografía cárstica se distingue por una superficie plana con ondulaciones ligeras del terreno.

Uno de los efectos que conlleva la ejecución de las construcciones es la modificación del relieve en el ámbito de actuación. El desarrollo del proyecto modifica parcialmente la topografía sobre la cual se pretenden los elementos del proyecto.

Para el caso en particular, la topografía varía elevando el perfil por el relleno y nivelación del terreno; del mismo modo por la extracción, corte y remoción de la piedra calcárea en la porción suroeste del proyecto, se modificará la topografía. No obstante se considera poco significativa, toda vez que el proyecto conserva la topografía entre 5 y 7 msnm, conservando una pendiente.

Sin embargo por su diseño no afecta, el patrón de escorrentías superficiales ni la dirección del flujo, ya que el proyecto se integra dejando los escurrimientos naturales y previendo las áreas con vegetación como parte de ese escurrimiento natural al mismo tiempo que se colocará infraestructura hidráulicas que permitan los escurrimientos bajo los siguientes criterios fundamentales:

No deben de admitir:

- El bloqueo al agua o a la fauna silvestre.
- No deberán de presentar saltos hidráulicos a la entrada y salida.
- No deberán de acelerar la velocidad del agua al interior del paso.
- No deberán de causar turbulencia.

El paso de agua, para asegurar su integración ambiental debe de ser, forzosamente, más ancho que el cauce natural adyacente y deberá de tener un lecho natural estable en su interior a efecto de mantener la conectividad del escurrimiento que protege y evita la aceleración del flujo y la consecuente erosión hídrica.

## VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO			
Criterio	1. Contaminación del suelo por vertimientos incidentales de sustancias contaminantes.	2. Cambios en las propiedades del suelo por nivelación y compactación del terreno.	3. Alteración del perfil topográfico por extracción y corte.
Signo	-1	-1	-1
Intensidad	1	4	2
Extensión	1	1	1
Momento	4	4	4
Sinergia	2	1	1
Persistencia	1	1	1
Efecto	1	4	4

<sup>9</sup> Tal y como se describe en el capítulo IV en el apartado de integración geológica y geofísica.

Acumulación	1	4	4
Recuperabilidad	1	2	2
Reversibilidad	1	2	2
Periodicidad	1	4	4
IM	<b>-17</b>	<b>-36</b>	<b>-30</b>
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	<b>DESPRECIABLE</b>	<b>MODERADO</b>	<b>MODERADO</b>

## CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO INDICADOR:

1. Las actuaciones en el predio no provocarán cambios en las propiedades actuales del suelo en el 57% del predio.

Indicador antes del proyecto:

El indicador es la cantidad de suelo natural disponible en el terreno.

El predio mide 1.4 Ha, el proyecto se diseñó privilegiando el 43% de áreas de conservación<sup>10</sup> y sólo modificará el 57%, lo que implica que el suelo modificado se refiere al que se encuentra en las cotas más elevadas manteniendo el proyecto una cota promedio de 10 msnm.

Contexto:

Para estudiar los impactos ambientales sobre los sistemas naturales es necesario ponderar el valor y propiedades del ecosistema existente contra el que se mantendrá después de la actuación.

El proyecto que se evalúa requiere de 57% (0.84 Ha) de suelo que será modificado durante la etapa de preparación de sitio.

Esta condición indisociable del proyecto implica la modificación permanente de las propiedades naturales del suelo y del carácter topográfico debido a la, extracción, y formación de los elementos puntuales del proyecto.

La evaluación del impacto sobre el factor, consideró que el terreno con selva mediana subperennifolia.

Por lo que el impacto 1. Contaminación del suelo por vertimientos incidentales de sustancias contaminantes, está asociado a que durante la fase de preparación, se considera la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos por la operación de maquinaria que removerá suelo. Sin embargo, se proponen medidas de control para este tipo de imprevistos o contingencias ambientales hacia el suelo, las cuales están fundamentadas en la adquisición de materiales de contención y recuperación de materiales líquidos, mismos que se

encontrarán colocados en sitios estratégicos del predio y la obra así como la contratación de maquinaria en perfectas condiciones mecánicas.

Por lo anterior el impacto fue valorado como sinérgico de acumulación y efecto simple con medidas de mitigación por lo que resultó Moderado.

**2 y 3** Como se indicó en la caracterización del predio está determinada por Unidades de Paisaje (UP) que se presentan sobre un relieve topográfico relativamente plano con pendiente que va de mayor a menor en dirección oeste-este. Sobre la terraza costera es donde se presenta la altitud mayor (7 msnm) con ondulaciones ligeras entre los 5 y 7 msnm.

Por lo anterior, la magnitud del impacto va a depender del porcentaje de suelo a utilizar, relacionado con la calidad ambiental de sitio y de lo previsto en los usos permitidos por el PDDU-PM y el POEL-BJ, que permite el aprovechamiento.

Por lo que la cantidad de suelo calcárico disponible, supone escasa variación por la presencia del proyecto considerando que es este suelo el predominante en la península de Yucatán a nivel región.

En lo referente al suelo húmico éste se recuperará de acuerdo con lo indicado en el programa de rescate de vegetación propuesto como parte de las medidas.

Por lo que existen medidas correctoras de impacto para este aspecto durante las etapas de preparación, a efecto de asegurar que las áreas de afectación al suelo no sean rebasadas por el proceso de la obra. En ese tenor, sí se afectaría al factor pero en el contexto del territorio la reducción por consumo de suelo reduce concluyentemente y resulta, así, un impacto Moderado.

Las medidas serán el uso de un sistema de delimitación de áreas de trabajo y de conservación a través de mallas plásticas y la continua supervisión a través del análisis de superficies, fotografías y de levantamientos en campo.

El desarrollo del proyecto deberá lograr una relación muy estrecha con el sitio, para lo cual se trata de incorporar al máximo los desniveles del terreno ya que serán de utilidad para los desagües pluviales naturales y los que serán dirigidos a las porciones bajas por cauces naturales. Se consideran como medidas pozos de pluviales y bocas de tormenta considerando su realización con carácter preventivo y áreas puntuales.

Los cambios en el relieve topográfico son permanentes pero compatibles con el territorio y el uso urbano y comercial que se le ha otorgado mediante el PDDU-PM y del POEL-BJ. Cuando el proyecto esté concluido se integrará con el entorno, por lo que el impacto que se pueda causar se considera moderado.

Por lo antes expuesto, el diseño del proyecto en concordancia con el suelo logra mantener el desnivel natural del terreno, propone medidas de recuperación del

material húmico para formar suelos, previene los procesos erosivos y mantienen pendientes, del mismo modo se colocan pasos de agua que, por su diseño, evitan la aceleración del agua.

La mediana sensibilidad del factor provocada por el proyecto es reforzada con la valoración resultante con un impacto negativo **DESPRECIABLE** y otros dos de intensidad baja, de extensión puntual, sinérgicos, de persistencia fugaz y carácter permanente, de acumulación simple, mitigable, reversible e irreversible y de periodicidad continua, por lo que el impacto resultó positivo **MODERADO**.

### • AGUA E HIDROLOGÍA

Impacto ambiental causado a la calidad del agua, aumento de la velocidad de escorrentía, erosión y producción de sedimentos, disponibilidad de agua y fragmentación hidrológica.

**Acción:** Preparación. Circulación de maquinaria y manejo de equipo, proceso de desmonte y despalme, presencia de trabajadores, producción y transporte de residuos.

**Causa-efecto:** Vertimientos accidentales de sustancias contaminantes que provoquen cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. Estos escenarios pueden afectar a la vegetación de selva en su fase radicular y al suelo involucrando procesos pedogénicos, microflora y fauna. Aumento de la velocidad de escorrentía, erosión y producción de sedimentos.

**Descripción:** Durante las intervenciones relativas a la preparación del proyecto pueden derramarse accidentalmente líquidos con cargas contaminantes derivados de la circulación de maquinaria y manejo de equipo; los sedimentos pueden provenir del proceso del cambio de uso del suelo. La presencia de trabajadores y el manejo incorrecto de materiales generarán residuos sólidos y líquidos, pudiendo provocar afectaciones a las aguas superficiales y por infiltración o por arrastre vertical incidental al acuífero.

Lo anterior implica que las obras y actividades concebidas para el desarrollo de este proyecto, cuya totalidad ocurre en superficie, no afectan el flujo subterráneo. Así, no se consideran afecciones a las escorrentías superficiales, no se incide sobre los flujos subterráneos, no se prevé erosión ni producción de sedimentos y, al contrario, se promueve de manera directa la conservación del 43% del terreno lo que permiten minimizar dichos impactos.

### VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR HIDROLOGICO		
Criterio	1. Contaminación al agua superficial por residuos sólidos líquidos y peligrosos.	2. Aumento de la escorrentía, erosión y azolvamiento, por procesos.
Signo	-1	-1
Intensidad	1	1

Extensión	1	1
Momento	4	4
Sinergia	1	2
Persistencia	1	1
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	1	1
Reversibilidad	1	1
Periodicidad	1	1
IM	-17	-17
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	<b>DESPRECIABLE</b>	<b>DESPRECIABLE</b>

### CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO INDICADOR:

Las actividades que se pretenden pueden provocar cambios en las propiedades actuales del agua superficial, del acuífero somero y profundo.

Contexto: Durante las actividades se estima que por las actividades de preparación del sitio implican procesos de circulación de maquinaria, manejo de equipo, por conformación de los niveles topográficos, extracción de material, nivelación, se producirán residuos sólidos y líquidos. Estos vertimientos accidentales de contaminantes pueden provocar cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero, producido por sustancias utilizadas en el proceso de preparación del sitio.

La circulación de maquinaria y manejo de equipo, almacén y manejo de materiales, el posible derrame accidental de residuos líquidos, peligrosos y no peligrosos a causa de fallas en el control de las nodrizas que dotan combustible y lubricantes a la maquinaria o bien a causa de descomposturas instantáneas de máquinas como ruptura de mangueras del sistema hidráulico, deriva en derrames de aceites de manera incidental.

La presencia de trabajadores en obra generará residuos sanitarios que, en caso de no ser contenidos, pueden afectar las vías de escurrimiento superficial y, con ello, el agua del freático somero. Este impacto puede ser mitigado mediante el uso de sanitarios con biodigestor en el frente de trabajo o con letrinas portátiles tipo sanirent y de mantenimiento terciario.

Dicho impacto puede prevenirse con medidas adecuadas y manejo de residuos que minimicen el impacto que se pueda causar a la calidad del agua y a sus consecuentes componentes. La maquinaria y equipos deberán estar en óptimas condiciones para su operación, los materiales deberán ser almacenados adecuadamente.

Las anteriores causas y efectos ocurren de manera indirecta hacia el factor, se consideran como afectación mínima con ocurrencia posible durante la preparación, los posibles vertidos pueden ser absorbidos de manera natural en un año, la contaminación por escurrimientos accidentales se considera de



acumulación simple, sinérgica; el efecto accidental es impredecible por lo que resulta discontinuo, al introducir medidas de contención y recobro de materiales líquidos la afectación resulta recuperable, por lo que el impacto por procesos del retiro de vegetación, por residuos sólidos y líquidos resultó negativo **DESPRECIABLE**.

- **FLORA**

Impacto ambiental causado a la vegetación, por los procesos de preparación del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**Acción:** La influencia del impacto a la flora es directa durante el proceso de preparación del sitio.

**Causa-efecto:** Se afecta vegetación de selva por chapeo y despalme de las áreas de aprovechamiento del proyecto; se provoca afección indirecta a las áreas delimitadas como conservación por mal manejo de los polvos finos y escurrimientos accidentales de residuos.

**Descripción del impacto:** La vegetación es uno de los principales indicadores ambientales como productor primario. Es el reflejo de las condiciones climáticas y de suelo siendo soporte de la fauna a la que provee de energía en forma de frutos, hojas, semillas, raíces, y cortezas a las diferentes especies de fauna silvestre. Las principales características de un sitio con vegetación es la presencia de especies de flora silvestres que guarden la unicidad, diversidad y permitan la continuidad de los procesos naturales y, por ende, su funcionalidad e integridad. El predio cuenta con selva mediana subperennifolia.

Los impactos ambientales a la flora que puedan ocurrir durante la preparación del sitio son directos.

## VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO AMBIENTAL

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR FLORA			
Criterio	1 Afección a la vegetación por el desmonte	2 Conservación y rescate de flora	3 Afección al hábitat por el desmonte
Signo	-1	1	-1
Intensidad	4	4	2
Extensión	1	8	1
Momento	4	4	4
Sinergia	2	4	1
Persistencia	4	4	2
Efecto	4	4	1
Acumulación	1	4	1
Recuperabilidad	4	1	4
Reversibilidad	4	1	2
Periodicidad	4	4	2

IM	-41	54	-25
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	MODERADO	SEVERO	DESPRECIABLE

## CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Afectación directa a la vegetación de selva mediana subperennifolia.

Indicador antes del proyecto: Cobertura de vegetación existente en el predio antes y después de llevarse a cabo la intervención.

Contexto:

El impacto ambiental que se pueda causar a la flora por los procesos de la preparación del sitio es directo.

Los impactos de pérdida de cubierta vegetal en el 57% del predio corresponden selva mediana subperennifolia, conservando el 43 % de dicha vegetación.

Se aclara que el impacto causado a la flora se considera un impacto regulado por los usos que otorga el PDDUPM y el POELBJ, aplicables al predio del proyecto. Previo a la intervención se contemplan medidas de mitigación correspondientes a la delimitación de las áreas a intervenir, con el fin de ejecutar el rescate intensivo conforme a lo indicado en los criterios del POEL CG37 y 39<sup>11</sup> procurando dejar sin afectación el área de trazado que beneficia zonas nativas y aquellas especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, los ejemplares recatados tendrán mantenimiento en vivero para su posterior reintroducción en zonas jardinadas del proyecto. Lo antes en concordancia con los criterios aplicables CG03<sup>12</sup> CG14<sup>13</sup>, del POEL-BJ.

El impacto causado al hábitat por la pérdida de vegetación se considera que por las características provocan un área de hábitat para especies silvestres, pero se conserva el 43% del hábitat disponible en el interior del predio aunado a que en las colindancias por guardar la unicidad, con el hábitat presente en el predio permite la contigüidad de los procesos.

<sup>11</sup> CG37 Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despilme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal. CG 39 El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.

<sup>12</sup> Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.

<sup>13</sup> En los predios donde no exista cobertura arbórea o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.

Durante la ejecución del cambio de uso de suelo se plantean programas que incluyen el rescate, manejo de la flora y fauna, manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, los que previenen, minimizan los posibles impactos que se puedan causar a la flora y al hábitat por procesos de tránsito de maquinaria y equipos.

En términos de la vegetación el impacto así valorado resultó de intensidad alta de extensión parcial, el que se manifiesta en términos de 1 a 5 años, sinérgico porque afecta otros factores, como el hábitat para la fauna; de persistencia temporal de efecto directo acumulativo porque se prolonga a través del tiempo, con aplicación de medidas, por la recuperación de vegetación, de efecto irreversible y se mantiene constante en el tiempo, por lo que el impacto se clasificó como negativo **MODERADO**.

Por lo anterior, se considera que el impacto negativo que pueda ser causado al hábitat es poco significativo, indirecto, de afectación mínima debido a que se consideran medidas preventivas, el efecto es localizado, de momento corto, reversible, simple y discontinuo de baja intensidad por lo que se resultó negativo **DESPRECIABLE**.

Para el caso de la conservación y rescate de ejemplares singulares, el impacto resultó positivo de magnitud, perceptible a corto plazo, muy sinérgico por que se conservan procesos y se unifica el sistema, que permanece en el tiempo con aplicación de medidas de desempeño durante las diferentes etapas del proyecto por lo que el impacto se clasificó como positivo **SEVERO**.

- **FAUNA**

Impacto ambiental causado a la fauna por reducción de hábitat derivado de la eliminación de vegetación.

**Acción:** Las actividades del proyecto que afectarían a la fauna serían de manera indirecta la preparación del sitio, derivado de la operación de equipos y maquinaria y mal manejo de materiales y la presencia humana.

**Causa-efecto:** La fauna se desplaza producto de las actividades del retiro de vegetación y, por ende, reducción del hábitat disponible. Afección directa a fauna legalmente protegida registrada en el sitio.

**Descripción del impacto:** El hábitat del predio proporciona alimento, refugio y cobertura a un ensamble faunístico que ocupa las unidades de selva mediana subperennifolia.

Para la preparación del sitio es indispensable retirar el 57% de la vegetación principalmente de selva. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utilizan el hábitat, migre hacia la selva colindante, así mismo con implementación de medidas como ahuyentación y rescate durante las actividades del proyecto se espera que el impacto a la fauna se minimice.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR FAUNA		
Criterio	1. Reducción de hábitat	2. Afección de fauna y migración
Signo	-1	-1
Intensidad	2	2
Extensión	1	1
Momento	4	4
Sinergia	1	2
Persistencia	2	2
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	4	4
Reversibilidad	2	2
Periodicidad	2	2
IM	-25	-26
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	MODERADO	MODERADO

#### VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO. CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

##### INDICADOR:

Los procesos de preparación implican la migración de fauna producto de la intervención y pérdida de hábitat por la eliminación del 57% de vegetación del predio.

Indicadores antes y después de la actuación:

El indicador es la diversidad de especies y familias que usan el hábitat que provee la selva y que para el predio se consideran de mediana sensibilidad.

Para la preparación del sitio es indispensable retirar el 57% de la vegetación de selva. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por especies representadas anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

##### Contexto:

A consecuencia de la preparación del sitio se eliminará cobertura vegetal, provocando un efecto secundario y residual por pérdida de hábitat y su consecuente desplazamiento de la fauna, se considera un impacto permanente

con su consecuente desplazamiento de la fauna hacia sitios con mejor grado de conservación.

El impacto ambiental que se pueda causar a la fauna por reducción de hábitat derivado de los procesos de preparación del sitio del proyecto se considera aunque indirecto predecible ya que la afección proviene de la intervención y eliminación de vegetación en el 57% del terreno. Se consideran medidas preventivas como la ahuyentación para su consecuente migración a la selva colindante y rescate de fauna para aquellos que queden aislados. El impacto a la fauna se considera negativo indirecto, de afectación moderada debido a que se consideran medidas preventivas, el efecto es localizado, de momento corto, reversible, simple y discontinuo por lo que se resultó negativo **MODERADO**.

El impacto, así valorado a la reducción de hábitat, resultó de intensidad media y de extensión parcial, el que se manifiesta en término tres años una vez concluida la secundaria, de intensidad media, sinérgico en la pérdida de hábitat pero no así para la fauna, puntual, de efecto directo y simple, por lo que resultó **MODERADO** y mitigable.

- **PAISAJE**

Impacto al paisaje por cambios en el uso del paisaje.

**Acción:** Los procesos de preparación, la presencia de maquinaria y personal, introduce de elementos exógenos al medio existente, la conclusión del proyecto cambia las vistas que se van integrando al medio.

**Causa-efecto:** La incidencia visual y la calidad se ven mermadas con las actividades de preparación el sitio, éstas se recuperan al integrar el proyecto en operación dentro de un entorno donde se establecen las áreas de conservación al 43%.

Descripción del impacto: La calidad del paisaje que ofrece en el entorno es de carácter urbano principalmente.

Durante la fase de preparación del proyecto se introduce una serie de componentes con repercusión en el paisaje como son:

- Reducción de la vegetación.
- Introducción de maquinaria, equipo y jornales.
- Aparición de líneas rectas y formas geométricas en el paisaje
- Cortes roca
- Modificación de las formas existentes del relieve
- Acumulación de residuos y contaminación visual del entorno.

La mayor parte de estas afecciones son temporales y desaparecen cuando el cambio de uso de suelo sea efectuado que supone una alteración de carácter

permanente. Se espera que durante las fases de preparación del proyecto introduzca una serie de componentes ajenos con repercusión en el paisaje, tales como: disminución de la masa forestal, desorden visual, cambios en la topografía multiplicidad de contrastes o presencia de polvo. Dichas afecciones son temporales y desaparecen cuando las actividades están terminadas.

#### VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO.

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR PAISAJE		
Criterio	1. Afección al paisaje por el desorden visual que producen las obras	2. Afección visual a la calidad del paisaje por corrección del impacto paisajístico del terreno.
Signo	-1	+1
Intensidad	1	2
Extensión	1	2
Momento	4	4
Sinergia	2	1
Persistencia	1	2
Efecto	1	1
Acumulación	1	1
Recuperabilidad	1	4
Reversibilidad	1	2
Periodicidad	1	2
IM	-17	25
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE

#### CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: El impacto visual inducido por la preparación, del proyecto a los elementos y componentes paisajísticos del entorno inmediato.

Indicador antes del proyecto: El paisaje se encuentra dominado por áreas urbanas y fraccionamientos principalmente. A nivel de predio el paisaje es dominado por un gradiente suave del paisaje otorgado por la vegetación.

Contexto:

El impacto ambiental que se pueda causar al paisaje, es causado por el desorden visual que producirá la maquinaria, equipo y trabajadores. El medio paisajístico existente presenta actualmente vistas discordantes con multiplicidad de contrastes que incluyen el desarrollo de proyectos y el sistema como espacio que se transforma.

Por lo anterior el impacto se califica de intensidad media de extensión parcial. Se manifiesta de manera permanente, es simple, de persistencia temporal y de efecto directo, mitigable y periódico, por lo que el impacto se clasificó como **DESPRECIABLE**.

• **SOCIOECONÓMICO**

Efectos socioeconómicos al medio ambiental, a la comunidad y planeación territorial.

Acción: La preparación del proyecto por remoción de vegetación promoverá el intercambio socioeconómico directo e indirecto a diferentes niveles y escalas, tanto local como regional.

**Causa-efecto:** El cambio de uso de suelo del proyecto creará oportunidades comerciales, promoverá pagos de derechos a las instancias federales, estatales y municipales, que derivan de los diferentes permisos, ofertan trabajo profesional, técnico y de oficio; contratación de obreros y especialistas, activación de la economía de manera directa e indirecta.

Descripción del impacto: El impacto se describe como positivo ya que activa la economía a nivel local y regional atrayendo capitales por la oferta inmobiliaria. La preparación, generará empleos, comprará materiales y equipos a nivel local y regional activando así la economía de manera directa e indirecta. Reactivará la zona y coadyuvará con los pagos de derechos e impuestos a las distintas instancias de gobierno.

Por lo anterior, la operación del proyecto participa como parte importante en el desarrollo social y económico del Estado.

**VALORACIÓN MATRICIAL DEL IMPACTO.**

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL AL FACTOR SOCIOECONÓMICO.			
Criterio	Activación de la economía a nivel local y regional.	Incremento en los pagos de derechos y recursos federales, estatales y municipales.	Se ajusta a la planeación territorial
Signo	+1	+1	+1
Intensidad	4	4	4
Extensión	8	8	1
Momento	2	4	4
Sinergia	4	4	2
Persistencia	2	4	4
Efecto	4	4	4
Acumulación	4	4	4
Recuperabilidad	1	1	4
Reversibilidad	2	2	2
Periodicidad	4	2	4
IM	51	53	42
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	SEVERO	SEVERO	SEVERO

## CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO

INDICADOR: Activación al medio socio económico local y regional.

Indicador antes del proyecto: El predio se ha mantenido con uso forestal, no fortalece ninguna economía, por lo que el proyecto ofrece una oportunidad de actividad socioeconómica a nivel local y regional dada por el cambio de uso de suelo.

Contexto:

El impacto ambiental que pueda causar el proyecto a la sociedad es, en todas sus partes, positivo. Durante la preparación del sitio generará empleos profesionales, técnicos y de oficio. El dinamismo de la económica local y regional que atraerá este proyecto con el que incrementará los pagos de derechos correspondientes a las distintas instancias federales estatales y municipales, por los servicios y trámites que éste requiere. Además se adquieren materiales e insumos y se vincula con la educación por el tipo de proyecto que se pretende. A nivel territorial el proyecto se ajusta al marco legal aplicable determinado por el PDDUPM y el POELBJ, que definen usos del suelo, parámetros y lineamientos urbanos, así como criterios de carácter ambiental, a los que se ciñe este proyecto.

De manera particular el proyecto se integra como parte del crecimiento económico y social de Benito Juárez por lo que el impacto se valoró de intensidad alta, de influencia generalizada en el entorno local y regional, de momento de mediano y corto plazo, muy sinérgico, de persistencia temporal y permanente.

Se manifestará constante en el tiempo toda vez que influye en la calidad de vida y económica de la sociedad, aporta ingresos a los gobiernos y se ajusta a los ordenamientos ambientales por lo que el impacto se considera positivo **SEVERO**.

## CONCLUSIONES

Derivado de las valoraciones realizadas se muestra que por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, del proyecto, lo siguiente:

1. Cuantitativamente se mostró que el proyecto que se presenta es compatible con el sistema ambiental estudiado y programado en el PDDUPM Y el POELBJ.
2. Cualitativamente, el ejercicio aporta 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.
3. No se determinó la posibilidad de que ocurra un inminente daño ambiental como consecuencia de las actividades aquí analizadas. Los impactos ambientales negativos que se predicen son, en la escala analizada que es a nivel de Sistema Ambiental y de predio, mitigables, prevenibles.
4. El proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico grave en el sentido de que provoque alguna alteración significativa de las condiciones



ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales.

5. De acuerdo con la valoración realizada no se esperan impactos ambientales significativos o relevantes, por el cambio de uso del suelo del proyecto, no se provocarán alteraciones en el ecosistema ni en sus recursos naturales, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos ni la continuidad de los procesos naturales en el Sistema Ambiental definido para esta valoración del impacto ambiental.

## **IX. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.**

La forma de prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados de las actividades propuestas que se pretenden, han sido consideradas para las acciones específicas del proyecto, por lo que se incorporan elementos que permitan la reducción de riesgos ambientales por el efecto causado por las actividades que se proponen.

Las medidas preventivas, correctoras y de mitigación serán dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objeto único de orientar acciones hacia el medio receptor para incrementar su homeostasis y resiliencia o bien para paliar los efectos una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

### **IX.1. Criterios para la adopción de medidas**

La adopción de las medidas de los impactos potenciales identificados versa sobre los siguientes criterios:

- Viabilidad técnica contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que se inserta la actuación.
- Eficacia o capacidad estimada de la medida para cubrir los objetivos que se pretenden.
- Eficiencia, o relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.
- Viabilidad económica de las medidas en el contexto de los costos de la actuación.
- Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control.
- Sinergia y búsqueda de reforzamiento entre sí de las medidas adoptadas.

### **IX.2 Medidas correctivas por impactos generados.**

Se estima, en función de las valoraciones realizadas y de la calidad ambiental existente en el medio circundante, que no se generarán impactos graves al sistema físico natural, al subsistema perceptual y al socio económico. Sin embargo, se requiere de la implementación de medidas precautorias así como su correspondiente documentación durante la ejecución de los trabajos, para estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas así como la eficacia de las medidas específicas de mitigación propuestas para el cambio de uso de suelo del proyecto son acertadas.

### **IX.3 Medidas generales propuestas**

En el terreno se realizarán los siguientes lineamientos básicos:

- Delimitar el espacio a intervenir.

- El predio deberá permanecer limpio y ordenado en todo momento.
- No levantar polvo ni hacer ruidos innecesarios.
- La maquinaria solamente se desplazará dentro de los límites del predio.
- No se permite ningún tipo de vertido.
- Los residuos de tipo doméstico deberán de acopiarse y depositarlos de la manera que disponga la autoridad municipal.
- No se permite el mantenimiento de maquinaria en el predio salvo aquella indispensable a causa de roturas, fugas o emergencias.
- No se permite el cambio de aceite de la maquinaria en el predio.
- No está permitido encender fuego, incinerar restos o quemar desperdicios cualquiera que sea su origen y composición.

## Medidas

De la valoración realizada en el capítulo que antecede se desprende que, derivado del cambio de uso de suelo que se pretende, no se causarán impactos ambientales que pongan en riesgo poblaciones silvestres, no se desarrollarán actividades que pudieran poner en riesgo la salud humana o la integridad funcional de los ecosistemas o de los ensambles naturales próximos al sitio de intervención. De los impactos previstos se determinó que ninguno es negativo severo valorándose como negativos despreciables y moderados. Para estos impactos las medidas correctoras, de mitigación, prevención y compensación pueden ser aplicadas y documentadas.

IMPACTOS IDENTIFICADOS CON ADOPCIÓN DE MEDIDAS		
Impacto	Clasificación del impacto	Medida que se adopta
Impacto ambiental causado a la calidad del aire y al confort sonoro por la preparación, del proyecto.	Negativo Despreciable	Prevención
Impacto ambiental causado al suelo y perfil topográfico, por retiro y nivelación del suelo	Negativo Despreciable Negativo moderado	Prevención
Impacto ambiental causado a la calidad del agua, aumento de la escorrentía, erosión y producción de sedimentos, disponibilidad de agua.	Negativo Despreciable Negativo Moderado	Prevención
Impacto ambiental causado a la vegetación, por los procesos de cambio de uso de suelo y preparación del sitio del proyecto.	Negativo Moderado Negativo Despreciable	Prevención y Mitigación
Impacto ambiental causado a la fauna por reducción de hábitat y afección a la fauna y migración derivado de la eliminación de vegetación	Negativo Moderado	Mitigación y Compensación
Impacto al paisaje por cambios en el uso del paisaje	Negativo Despreciable	Prevención Mitigación

En función de las valoraciones realizadas y de la calidad ambiental existente en el medio circundante, se estima que no se generarán impactos graves al sistema natural, al subsistema perceptual ni al socio económico. Sin embargo, se requiere

de la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensadoras así como su correspondiente documentación durante el periodo de actuación para estar en condición objetiva de demostrar que las predicciones inferidas, así como la eficacia de las medidas propuestas para el proyecto, son acertadas.

Medidas propuestas.

• **ATMOSFERA**

Medidas de mitigación por alteración de la calidad del aire y confort sonoro como consecuencia de los procesos de preparación del proyecto.		
<b>Factor:</b> AIRE	Emisión de partículas y ruidos derivado del retiro de vegetación, funcionamiento de maquinaria, equipos grúas y tránsito de trabajadores, materiales de construcción, cortes y conformación de terracerías etc..	
<b>Fuente</b>	<b>Medida de Prevención</b>	<b>Eficiencia</b>
Circulación y operación de los vehículos y maquinaria, en el área de actuación.	Establecer barreras y trampas contra el arrastre de polvos y otros sedimentos. Humedecer los materiales finos. Cubrir con lonas los depósitos de material. No acopiar materiales ni desperdicios en obra.	Alta, mediante seguimiento y documentación.
	Establecer silenciadores a los equipos y maquinaria. Revisar las bitácoras de mantenimiento de vehículos y maquinaria que se usen en la actuación. Informar a los trabajadores y empresas contratadas de la medida.	
<p><b>Indicador:</b> No rebasar los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas. NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2007.</p> <p>NOM-044-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.</p> <p>NOM-045-SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. del 22 de abril de 1997 (SEMARNAT, 2003).</p> <p>NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.</p> <p>NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.</p>		
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

• **SUELO Y PERFIL TOPOGRÁFICO**

Medidas para minimizar el impacto ambiental causado al suelo y perfil topográfico, por retiro y nivelación del suelo	
<b>Factor:</b> SUELO	Vertimientos incidentales de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas y lubricantes, que deterioran las propiedades y calidad del suelo. El corte, conformación del desplante del proyecto implican variaciones a la calidad actual del suelo y perfil topográfico.

Fuente		Medida	Eficiencia
Se considera posible la generación de derrames accidentales de residuos líquidos y peligrosos, producto de mal manejo de las nodrizas o bien de maquinaria en mal estado.		Minimiza la posibilidad de afección directa al suelo por derrames y vertimientos accidentales.	Alta. Basada en el Programa integral de residuos. Los hidrocarburos y derivados se acopian en sitios específicos. Los residuos se acopian en recipientes diferenciados de acuerdo a su tipo. No se realizan reparaciones de maquinaria y equipo en el sitio.
Residuos vegetales, vidrio, plástico y basura en general, generados y dispersos en el suelo durante la preparación del sitio		Elimina la afección directa al suelo por residuos sólidos. Se considera como medida preventiva.	Alta, mediante el cumplimiento del programa integral de manejo ambiental, el que incluye las medidas de manejo para los residuos a generarse.
Remoción de material, vegetal, tierra vegetal, para la conformación de los elementos de la secundaria.		Recupera, la tierra vegetal, de los cortes, excavaciones, deberá ser almacenada y preparada para las áreas de jardinería del proyecto.	Alta, mediante el cumplimiento de programas de seguimiento y control, durante el proceso.
Extracción, corte y conformación de elementos de construcción, implican variaciones a la calidad actual del suelo y perfil topográfico.		Se delimitará topográficamente los niveles el proyecto. El proceso de preparación será paulatino y conforme al diseño del proyecto autorizado, se ajustara a los programas propuestos.	Alta. Toda vez que el proyecto propone programas de obra que se ajustan a los parámetros del PDDU y criterios del POEL se prevé minimizar la afección al suelo y al perfil topográfico existente.
Alteración a los niveles de la plataforma		Mantiene la plataforma mantiene los desniveles del sitio.	Alta, mediante el cumplimiento del diseño de nivelación del proyecto autorizado involucran a los constratitas.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.		
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes, topografía.		

## • AGUA E HIDROLOGÍA

Medidas para minimizar el impacto ambiental causado a la calidad del agua, aumento de la escorrentía, erosión y producción de sedimentos, disponibilidad de agua.

<b>Factor:</b> AGUA	Impacto ambiental causado al agua por circulación de maquinaria y manejo de equipo, proceso de preparación del sitio, desmonte, corte y delimitación de los elementos del proyecto, presencia de trabajadores, producción y transporte de residuos.
---------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente	Medidas	Eficiencia
Residuos Peligrosos generados durante la operación y manejo de equipo y maquinaria	Previene y Mitiga la posible afección al suelo y agua por derrames accidentales de aceites y grasas.	Alta. Basada en el Programa de manejo de residuos su implementación y seguimiento.
Residuales sanitarios que son producto de la presencia humana en el sitio.	Impide el fecalismo al aire libre evitando que las heces alcancen los cuerpos de agua por infiltración o escurrimientos superficiales.	Alta, con presencia de baños suficientes, control del personal en el frente de trabajo y mantenimiento y limpieza periódica.
Escurrimiento natural. Modificación de la topografía.	El diseño promueve dejar los escurrimientos naturales con alcantarillas y caída de pluviales dirigidas hacia terreno natural, a efecto de no implicar aportes terrígenos.	Alta. El diseño del proyecto con dirección de captación y escurrimientos pluviales, evita el aporte de terrígenos debe de considerarse como una medida que mejora la condición del sitio.
Permeabilidad del suelo y captación de agua al acuífero.	La conservación de vegetación nativa más el aumento en forestación y jardinería del proyecto, minimizan el impacto que se pueda causar a la permeabilidad del suelo, aunado a que el diseño constructivo permite la dirección del agua hacia espacios donde su absorción será natural.	Alta. Mediante programas de manejo de áreas de conservación y jardinadas y mediante el diseño de obra que favorezcan la captación natural del suelo.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

## • FLORA

Medidas de mitigación por el impacto ambiental causado a la flora por los procesos de preparación, del proyecto

**Factor: FLORA** La influencia del impacto a la flora puede ser directa e indirecta durante el proceso de desmonte, por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos. La influencia es directa a la flora por conservación y manejo.

Fuente	Medidas	Eficiencia
Pérdida de vegetación producto del cambio de uso del suelo, preparación del sitio	<b>Prevención y Mitigación:</b> Se delimitan espacios de aprovechamiento, se rescatan elementos listados en la NOM-059 en las áreas de selva mediana subperennifolia, Se conserva y mantiene el 57% de la vegetación lo que implica hábitat disponible para la fauna silvestre.	Alta mediante la aplicación de programas de manejo de flora.
Contaminación del agua y dispersión de sólidos y finos	Plantea medidas como la instalación de una malla de contención en la colindancia del predio así como implementación de programas de manejo de residuos, sólidos líquidos y peligrosos.	Alta mediante la aplicación de programas de manejo.
Conservación vegetal.	<b>Compensación:</b> conservación de ensambles naturales.	Alta, mediante la ejecución de difusión.
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

• **FAUNA**

Medidas de mitigación por afectación a la fauna y reducción de hábitat, por preparación del proyecto.		
<b>Factor:</b> FAUNA	Impacto ambiental causado a la fauna por reducción de hábitat y afección a la fauna y migración derivado de la eliminación de vegetación.	
Fuente	Medida	Eficiencia
Reducción del hábitat por retiro de vegetación y modificación del suelo, por lo que se desplaza fauna silvestre	<b>Prevención y Mitigación:</b> Se delimitan espacios de aprovechamiento en el hábitat de selva. Se conserva el 43% de la vegetación lo que implica hábitat disponible para la fauna silvestre.	Alta mediante la aplicación de programa de manejo de fauna.
Desplazamiento de fauna	Intervención paulatina del terreno, minimización directa a la fauna, realizar rescates y ahuyentación de fauna, con personal especializado mediante técnicas adecuadas y relocalización de ejemplares de especies amenazadas o de baja movilidad.	Alta, mediante la ejecución del programa de manejo de fauna.
Crear conciencia de la necesidad de conocer, valorar y conservar la fauna.	Informar a los trabajadores del proyecto, a través de difusión.	Alta, mediante la difusión.
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.	

• **PAISAJE**

Medidas de mitigación por impacto al paisaje por cambios en el uso del paisaje.		
<b>Factor:</b> Paisaje	La incidencia visual y la calidad se ven mermadas con las actividades del cambio de uso de suelo, las que se recuperan al integrar en un entorno de áreas naturales en conservación.	
Fuente	Medida	Eficiencia
Desorden visual que producirá la preparación del sitio al introducir, maquinaria y equipo así como el proceso constructivo.	<b>Prevención y Mitigación:</b> mantener delimitada con lona publicitaria, un sitio ordenado, con manejo adecuado de residuos, sólidos líquido y peligroso.	Alta mediante la aplicación de programas de manejo
Mejorar el paisaje mediante un estilo constructivo integrado al entorno	El planteamiento de un estilo integrado al entorno existente y el cual proponen áreas jardinadas y forestadas con plantas nativas, permiten corregir el paisaje afectado.	Alta, mediante Programa de manejo.
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.	

**Medidas Adicionales.**

Considerando que en el estudio técnico jurídico analizado y vinculado con el marco legal aplicable, se sugieren programas que integran claramente medidas de mitigación por las actuaciones que se proponen y las que exponen a continuación.

Medida de mitigación.	Programa Integral de Manejo Ambiental.	
El Programa Integral de Manejo Ambiental se basa en la minimización, manejo y disposición de los residuos generados. Se establecen medidas preventivas para el manejo y disposición adecuados de grasas, aceites e hidrocarburos.		
Acciones durante la actuación	Tipo de residuo	Medida
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación de sitios potenciales de producción y almacenamiento de residuos por tipo.</li> <li>2. Colocación de contenedores rotulados por tipo.</li> <li>3. Separación de los residuos por tipo.</li> <li>4. Supervisión durante las actividades del proyecto del manejo de residuos.</li> <li>5. Supervisión de entrega de tratamiento de los residuos por etapa.</li> <li>6. Supervisión de entrega y disposición de los residuos a las empresas recicladoras.</li> </ol>	Orgánicos	Composta
	Plásticos	Recicladora.
	Sanitarios	Mantenimiento periódico por empresa autorizada
	Peligrosos	Manejo de residuos peligrosos, equipado y supervisión.
	Orgánicos	Composta.
	Plásticos, cartón, Madera.	Reciclado.
		Retiro y disposición donde lo indique la autoridad.
Eficacia.	Alta.	
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	
Control.	Bitácora del almacén de residuos sólidos, monitoreo, fotografía, informes.	

### Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Para el presente proyecto se estima que los posibles impactos residuales asociados al proyecto serán reducidos al llevar a cabo las medidas de mitigación y compensación propuestas anteriormente.

**CALIDAD DEL AIRE. Alteración de la calidad del aire como consecuencia de las acciones del cambio de uso del suelo.**

### Valoración

**SIN MEDIDA:** Se trata de un impacto de baja magnitud que se producirá durante un periodo corto de tiempo y a baja escala, por lo que se considera **DESPRECIABLE**.

**CON MEDIDA:** A pesar de que sin medida este impacto ya se considera despreciable, parece adecuado tomar medidas que ayuden a mitigar las molestias que este impacto puede causar sobre los vecinos al proyecto. Se trata de un impacto de baja magnitud que puede ser mitigado al tomar medidas para minimizar la emisión de finos por el movimiento de tierras, manteniéndose como **DESPRECIABLE** y disminuyendo al máximo sus efectos.



Caracterización del impacto a la Calidad del aire		
Caracterización del impacto	Sin medida	Con medida
SIGNO	Negativo (-)	Negativo (-)
INTENSIDAD	Baja (1)	Baja (1)
EXTENSIÓN	Puntual (1)	Puntual (1)
MOMENTO	Corto (4)	Corto (4)
PERSISTENCIA	Fugaz (1)	Fugaz (1)
REVERSIBILIDAD	Corto (1)	Corto (1)
SINERGIA	No sinérgico (1)	No sinérgico (1)
ACUMULACIÓN	Simple (1)	Simple (1)
EFEECTO	Directo (4)	Directo (4)
PERIODICIDAD	Discontinua (1)	Discontinuo (1)
RECUPERABILIDAD	Recuperable (1)	Recuperable (1)
IM	- 19	-19
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE

El impacto ha sido valorado como muy bajo desde el inicio del ejercicio. Las medidas propuestas se estiman adecuadas en términos de minimización de las emisiones, con las precauciones necesarias la calificación -19 prevalece. Se estima conveniente contar con maquinaria y equipo que no emitan humos azules o negros aunque éstos sean mínimos y rápidamente dispersados.

**CONFORT SONORO. Impacto producido por la utilización de maquinaria y los jornales.**

**Valoración**

**SIN MEDIDA:** Se trata de un impacto de baja magnitud, que se producirá durante un periodo de tiempo corto, por lo que se considera **DESPRECIABLE**.

**CON MEDIDA:** Se trata de un impacto de baja magnitud, que se producirá durante un periodo de tiempo corto, por lo que se considera **DESPRECIABLE**.

Caracterización del impacto a la Calidad del aire		
CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO	SIN MEDIDA	CON MEDIDA
SIGNO	Negativo (-)	Negativo (-)
INTENSIDAD	Baja (1)	Baja (1)
EXTENSIÓN	Puntual (1)	Puntual (1)
MOMENTO	Corto (4)	Corto (4)
PERSISTENCIA	Fugaz (1)	Fugaz (1)
REVERSIBILIDAD	Corto (1)	Corto (1)
SINERGIA	No sinérgico (1)	No sinérgico (1)
ACUMULACIÓN	Simple (1)	Simple (1)
EFEECTO	Directo (4)	Directo (4)
PERIODICIDAD	Discontinua (1)	Discontinuo (1)
RECUPERABILIDAD	Recuperable (1)	Recuperable (1)
IM	- 19	-19
CLASIFICACIÓN DEL IMPACTO	DESPRECIABLE	DESPRECIABLE

Al igual que el anterior, este impacto ha sido valorado como muy bajo desde el inicio del ejercicio. Las medidas propuestas se estiman adecuadas en términos de

minimización de los ruidos. Prevalece la calificación -19. Aun así se estima adecuado aplicar la medida propuesta para minimizar ruidos.

Otras medidas, de tipo complementario, consideradas para el proyecto son las siguientes.

Medidas complementarias	
Tipo de medida: Complementaria	Programa de actividades limpias.
Esta medida se propone para minimizar los efectos comunes del cambio de uso del suelo sobre su entorno inmediato.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se evita la dispersión de polvos y finos.</li> <li>• Se elimina la acumulación de desperdicios de orgánicos, inorgánicos y restos varios.</li> <li>• Se evita la proliferación de animales ferales (perros y gatos).</li> </ul>
Definición de la medida	Se mantiene un control sobre el proceso de las labores, se cubren los residuos y se asignan espacios específicos para estos. Se fomenta que las tareas y actividades se desarrollen de forma ordenada y con control residuos.
Objetivo	Mantener un área de actividades ordenada y segura.
Eficacia	Alta
Descripción de la medida / aspectos que comprende	Se mantiene el sitio ordenado. Se asegura que los desperdicios se acopien por tipo favoreciendo su reciclaje y la correcta disposición de todos, se humedecen los polvos para evitar su dispersión. Los residuos vegetales que salgan derivados de la remoción de la vegetación, para el cambio de uso de suelo, serán acopiados y triturados, lo que permitirá la generación de suelo fértil para las áreas verdes y mejoramiento del suelo.
Necesidad de mantenimiento	Permanente durante las actividades.
Control	Bitácora e informes.

## IX.4 Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas

### IX.4.1 Pronóstico del escenario

Conforme a la información generada, valorada y analizada, se describieron los posibles impactos adversos que se puedan causar al ambiente por las etapas llevadas a cabo en el proyecto, dando como resultado posibles escenarios que se puedan presentar en las etapas del desarrollo del proyecto.

- **Escenario ambiental modificado**

El escenario ambiental que se espera con las acciones del proyecto coincide con el entorno y crecimiento de la localidad.

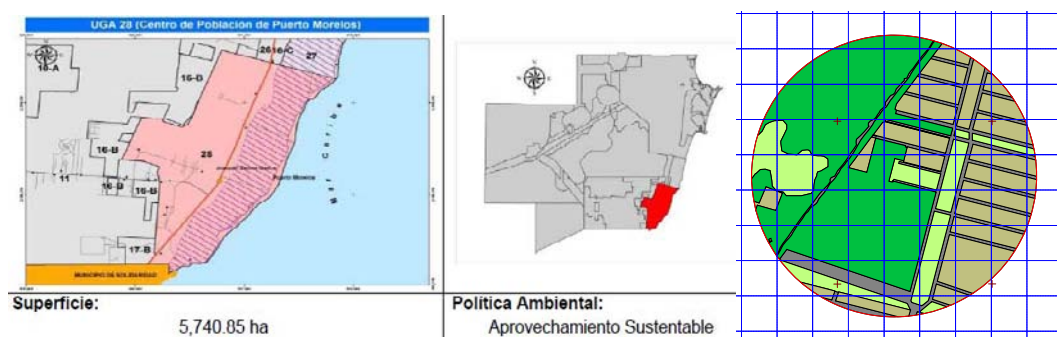
En este sentido no se prevén variaciones en la calidad del escenario, ni de la estructura y composición próxima, contra la propuesta de desarrollo del sitio “con proyecto”.

En el área en el que se ubica el proyecto, se advierte la presencia de desarrollos urbanizados, presencia humana, tránsito de vehículos, etc.

En términos de paisaje, como expresión natural la selva, y un sitio que se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como un elemento de mejora, ya que el predio previamente afectado pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, para uso de desarrollo posterior, con áreas de conservación, bajo mantenimiento, el que generará empleos y ofrece espacios que se integran al entorno.

- **Escenario Sin Proyecto.**

El predio de referencia, denota un escenario representado por un predio con selva mediana subperennifolia, relacionados principalmente con el avance de la mancha urbana del centro de población de Puerto Morelos.



Los espacios en los que se acogen las actividades motivo del presente DTU, se encuentran previamente destinados por las autoridades municipales ordenadoras del suelo y federales ambientales, para su aprovechamiento urbano y sustentable, a través de los instrumentos de política y planeación urbana, los que se refieren al Plan Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el sitio, no se observó que corresponda a un espacio natural con escenarios privilegiados o que impliquen sitios que no hayan sido alterados en cierta medida por factores antropogénicos y naturales.

- **Escenario Con Proyecto.**

El escenario “con proyecto”, considera para el predio, el desarrollo de acciones en un uso de suelo congruente con el sitio en el que se inserta la propuesta.

De ser un predio sin utilidad, pasa a ser un terreno con acciones previas al desarrollo de un proyecto correspondiente a la educación.

El escenario “con proyecto” se sujeta y cumple con los parámetros y lineamientos aplicables a los usos del suelo determinados en el Plan Director de Desarrollo

Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, y bajo las regulaciones del Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Benito Juárez.

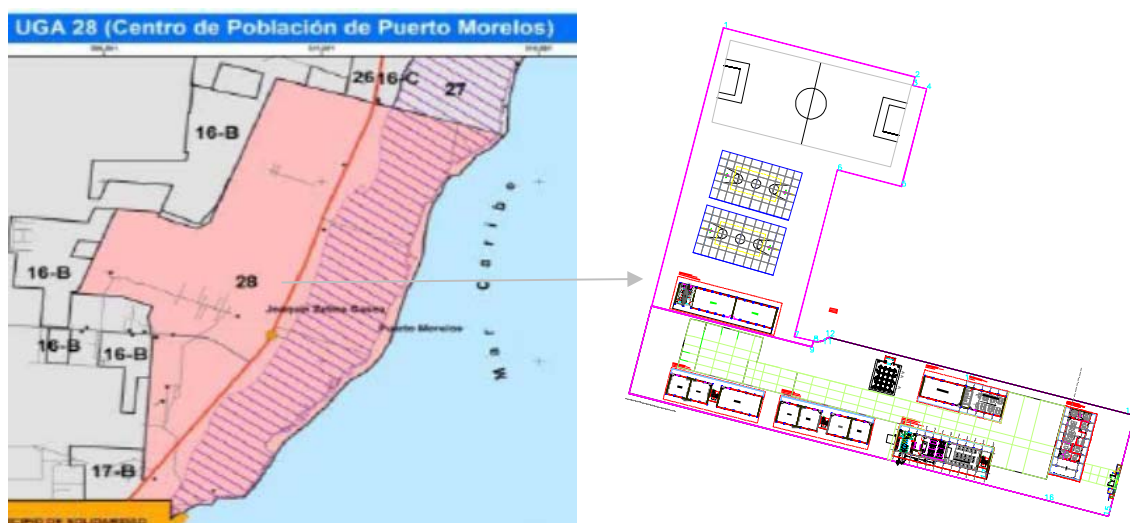


Imagen de ocupación de las actividades del proyecto.

Por otra parte, el proyecto estima la generación de empleos y su repercusión en la mejora económica y social a la escala del proyecto que se presenta, con ingresos directos e indirectos la localidad de Puerto Morelos y de Benito Juárez.

El proyecto favorece una utilización ordenada del espacio. Por lo anterior se estima que por las actividades que se proponen en el presente estudio, se fortalezca el espacio con servicios de educación del sitio, lo cual guarda sentido ya que es concordante con la compatibilidad de los usos de suelo y los parámetros y lineamientos establecidos para la zona.

En términos de paisaje, como expresión del sitio en el que se vive y una sociedad que se desarrolla, el concepto implica la evolución del ecosistema, sea este urbano, turístico o natural y en este proceso la propuesta presentada puede entenderse como una serie de acciones de mejora, ya que el predio pasa de la condición “sin proyecto” a un área beneficiada, con la realización de actividades previas al desarrollo de una secundaria.

Lo anterior arroja escenarios que se puedan presentar los que se exponen a continuación:

Escenarios		
Actividad (tensor)	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables.

<p>Etapa de Remoción Rescate y Reubicación de Vegetación</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aire</li> <li>• Agua</li> <li>• Medio perceptual</li> <li>• Socioeconómico</li> <li>• Vegetación</li> <li>• Usos del suelo</li> </ul>	<p><u>Impacto.</u> De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante las actividades se causaran más efectos a la flora, fauna, agua al suelo de manera indirecta y directamente.</li> <li>• En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria así como presencia de trabajadores por lo que se producirán ruidos y emisiones atmosféricas que molestarán a los vecinos. Lo anterior se minimizará al contar con equipo y máquinas en óptimas condiciones.</li> </ul> <p>En relación al escenario se estiman acertados los siguientes aspectos puntuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan actividades conforme a los usos de suelo indicados en los instrumentos de gestión territorial.</li> <li>• El proyecto va de acuerdo con el crecimiento de Puerto Morelos y lo dictado por el PDDU de referencia.</li> <li>• Se generan empleos y aportación a la economía de manera directa e indirecta.</li> <li>• El sitio admite, de acuerdo con las regulaciones determinadas por los instrumentos de gestión territorial, la realización de actividades como la propuesta, ya que consideran parámetros y lineamientos por debajo de lo establecido para el sitio.</li> </ul>
--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### IX.4.2 Vigilancia Ambiental

Las actividades relacionadas consideran implementar un seguimiento de las condiciones ambientales basado en las predicciones realizadas en este estudio partiendo de criterios técnicos que permitan aplicarlo de manera sistemática para seguir y cuantificar el valor de las acciones que serán realizadas así como detectar posibles afectaciones. Para lo anterior se consideran, de inicio, los siguientes aspectos:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este documento.
- Comprobar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas por el proyecto y por la autoridad.
- Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.
- Detectar impactos no previstos en este Documento Técnico Unificado e instrumentar nuevas medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad.
- Generar formatos para verificar los impactos supuestos en este estudio a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.

## X. SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO.

### X.1. Importancia de los servicios ambientales

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes se pueden mencionar están la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza; los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, brindan también una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales y están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice:** Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, presentando beneficios tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura 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 de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.

Sin embargo debido a que el terreno aun sin cobertura vegetal se sigue manteniendo como un terreno preferentemente forestal, se presenta a continuación argumentos técnicos que permitirán demostrar que los principales servicios ambientales se siguen presentando en el terreno y que la instalación y operación del proyecto no se afectaran más de lo que están actualmente, y que más sin embargo se aplicaran medidas para protegerlos.

Los servicios ambientales que se presentan a nivel de predio y nivel de cuenca son los siguientes.

Cuadro. Servicios ambientales en el predio y cuenca	Predio	Cuenca	Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo.
1 Provisión del agua	X	X	NO
2 Captura de carbono, contaminantes	X	X	NO
3 Generación de oxígeno	X	X	NO
4 Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	X	X	NO
5 Protección de la biodiversidad	X	X	NO
6 Protección recuperación de suelo		X	NO
7 Cambio en el paisaje y belleza escénica	X	X	

## X.2. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio

Los servicios ambientales que brinda el predio de manera natural se describen a continuación:

### 1. Provisión del agua

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

En complemento a los argumentos anteriores se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$Ce = K (P-250)/2000 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hileras	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			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Camino	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

**Cuadro** Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

\* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), \*\* Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). \*\*\* Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m<sup>2</sup>

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,041 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en el siguiente cuadro.

#### Estimación del volumen de escurrimiento:

Para esta caso se presenta un cobertura vegetal mayor al 75%, un suelo permeable, por lo cual el valor de K = 0.07

Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación								
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m <sup>3</sup> )	%	
<b>Superficies de conservación</b>	Vegetación de selva mediana subperennifolia	6,319.68	A	0.07	0.028	182.1	42.9	
<b>Superficie de aprovechamiento</b>	Vegetación de selva mediana subperennifolia.	8,410.06	A	0.07	0.028	242.4	57.1	
<b>Total</b>		14,729.74				424.51	100.00	

Las áreas de aprovechamiento del proyecto que impedirán la captación de agua corresponden a 8,410.06 m<sup>2</sup>, en los cuales de acuerdo a la tabla anterior se dejaron de aprovechar un volumen de 242.4 m<sup>3</sup> anuales que corresponde al 57.1% de todo el volumen de agua captado en el predio.

Por lo tanto el aprovechamiento de esta superficie de 0.84 has no representa la perdida de la capacidad de captación de agua del predio y tampoco se eliminara los volúmenes de escurrimiento del mismo, siendo que únicamente los reducirán ya que se continuara captando el 42.9% del volumen de agua naturalmente, a esto habrá que sumarle la infiltración de agua que se generara a través de los escurrimiento del agua de lluvia que caerá sobre las plazas y canchas, que por su pendiente las canalizaran al drenaje de agua pluvial que finalmente infiltrara el agua al subsuelo



## **2. Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)**

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos de respiración y de degradación de materia seca. El saldo es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que dependiendo del tipo de suelo se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V<sub>r</sub>= Volumen real en m<sup>3</sup>

F<sub>d</sub>= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

- Cálculo del volumen total en metros cúbicos
- Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)
- Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez VEGETACIÓN QUE DEBE RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES, 2001)
- Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro.

Cálculo de Carbono capturado							
Uso	Clasificación	Volumen Total Árbol (m <sup>3</sup> )	Factor de densidad	Factor CO <sup>2</sup>	Captura de CO <sup>2</sup> (t)	%	
Superficie de aprovechamiento	Especies latifoliadas	165.67	0.6	0.45	44.73	57	
Superficie de conservación	Especies latifoliadas	124.25	0.6	0.45	33.55	43	
Total		289.93			78.28	100.	

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (44.73 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, lo cual representan el 57 % de la cantidad de carbono almacenado en toda la superficie del predio que cuenta con vegetación.

A pesar que este pueda ser un servicio ambiental con afectación media, dado que el proyecto contempla la remoción de la vegetación, se realizará el rescate y reubicación de vegetación de importancia ecológica dentro del área de aprovechamiento, que si bien no reemplazan el servicio ambiental, ayudan a disminuir el impacto siempre y cuando en ellas se mantengan las condiciones idóneas para el desarrollo de las plantas y su buen estado fisiológico. Por otra parte, resulta imperativo considerar las dimensiones del proyecto y su influencia en la cuenca a la que pertenece, ya que el impacto ambiental ocasionado por el cambio de uso de suelo será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas correctamente en tiempo y forma. En este orden de ideas se asume que la afectación a este servicio ambiental será de baja magnitud y de manera puntual de acuerdo con los siguientes argumentos:

- Como parte del proyecto se tiene destinado mantener una superficie de 0.63 has con vegetación en estado natural que equivalen al 43 % de la

superficie total, la cual seguirá aportando este servicio ambiental, ya que mantendrán la vegetación natural.

- Las actividades de reubicación de la flora rescatada, en las áreas de conservación, brindarán un aporte en la captura de carbono y serán enriquecidas en número y especies al incorporar las plantas del rescate de flora, dentro de las áreas de conservación y áreas verdes ajardinadas.
- La ejecución del proyecto implica que se harán trabajos de retiro de material vegetal muerto y su trituración para incorporarlo al suelo, lo que previene la ocurrencia de incendios y por lo tanto la liberación de carbono a la atmósfera.

Por lo tanto se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por el cambio de uso de suelo.

### 3. Generación de oxígeno

Para estimar la no afectación de este servicio ambiental se presentara a continuación el cálculo de la producción de oxígeno de follaje de los arboles quedando de la siguiente manera:

Un metro cuadrado de hojas produce bajo iluminación solar, 3 litros de oxígeno por hora<sup>14</sup>. Aplicando la Ley de Gases Ideales se puede calcular la masa de esos tres litros de oxígeno, suponiendo una temperatura de 24 °C<sup>15</sup> = 297 °K y la presión de 1 atmosfera.

$$pV = nRT = \frac{a(g)}{M} RT \quad a(g) = \frac{pVM}{RT}$$

R= constante de los gases

n = número de moles del gas

T= temperatura en grados Kelvin.

$$a(g) = \frac{1 \text{ atm} \times 3 \text{ l} \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.0821 \frac{\text{atm l}}{\text{mol K}} \times 297 \text{ K}} = 3.93 \text{ g}$$

Es decir, 1m<sup>2</sup> de hojas sanas produce 3.93 gramos de oxígeno por hora. El número medio de horas de luz en el estado de Quintana Roo es de 10, por lo que el número total de horas al año con luz será de 3650 horas de luz/año. Entonces 1m<sup>2</sup> de hojas sanas produce 14,344.5 gramos de oxígeno al año. Si un árbol tiene en promedio 20 m<sup>2</sup> de hojas sanas produciría al año 286,890.0 gramos de oxígeno al año (286.89 kilogramos de oxígeno al año).

Por lo tanto si consideramos las estimaciones anteriores, en conjunto con la cantidad de árboles por hectárea en la zona de reserva forestal del proyecto expuesta en capítulos anteriores de 583 ind/ha, podemos estimar el comportamiento de este servicio.

<sup>14</sup> González-Velasco, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. Madrid España. 656 p

<sup>15</sup> INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos

La generación de oxígeno en el área de selva mediana subperennifolia considerando una densidad de plantas por hectárea de 583, y tomando en cuenta que un árbol genera 286.89 kg O/año, obtenemos que en esta zona del proyecto la productividad de oxígeno es de 167,256.87 kg O /ha en un año.

Ahora bien debido a que el proyecto removerá totalmente la vegetación en una superficie de 0.84 has, solo se reducirá este servicio en un 57 %, por lo cual el predio podrá seguir generando 67,620.45 kg O /ha en un año.

Por lo tanto se aplicaran las mismas estrategias que en la captura de carbono, y con lo cual se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido sin que se ponga en riesgo la existencia del mismo por el cambio de uso de suelo.

#### **4. Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales**

Es difícil estimar con precisión la importancia de la superficie del proyecto sometida a cambio de uso de suelo con respecto a este servicio ambiental. Sin embargo, la mayoría de los autores estiman esta importancia de manera indirecta, basándose en los costos o daños que provoca la presencia de inundaciones o tempestades con respecto a la remoción de vegetación. Todo ello sustentado en el hecho de que la remoción de vegetación es uno de los factores que potencializa la pérdida de suelos y la capacidad de retención de agua de los mismos, de tal manera que se aumenta el coeficiente de escurrimiento, incrementando con ello el riesgo de inundaciones en terrenos planos y con pendiente ligera.

A la vez se cree que la vegetación cumple con la función de reducir el potencial destructivo de fenómenos naturales como los huracanes, sin embargo no existe investigación al respecto. Lo que es un hecho, es que la vegetación mitiga el daño e impacto de rachas de vientos superiores 180 km/hr, funcionando como barrera rompe viento, aunque dicho servicio se verá impactado de forma imperceptible al momento que se compara la cantidad de vegetación a remover con la vegetación presente en la cuenca.

Sin embargo a nivel del predio y del proyecto este servicio ambiental se seguirá brindando ya que el proyecto mantendrá como áreas de conservación 0.63 has distribuidas de tal forma que rodean al proyecto casi en su totalidad formando barreras alrededor que servirá para mitigar el impacto de las rachas de viento de los huracanes que se pudieran presentar en la zona, protegiendo el proyecto y la vegetación de colindante con el terreno.

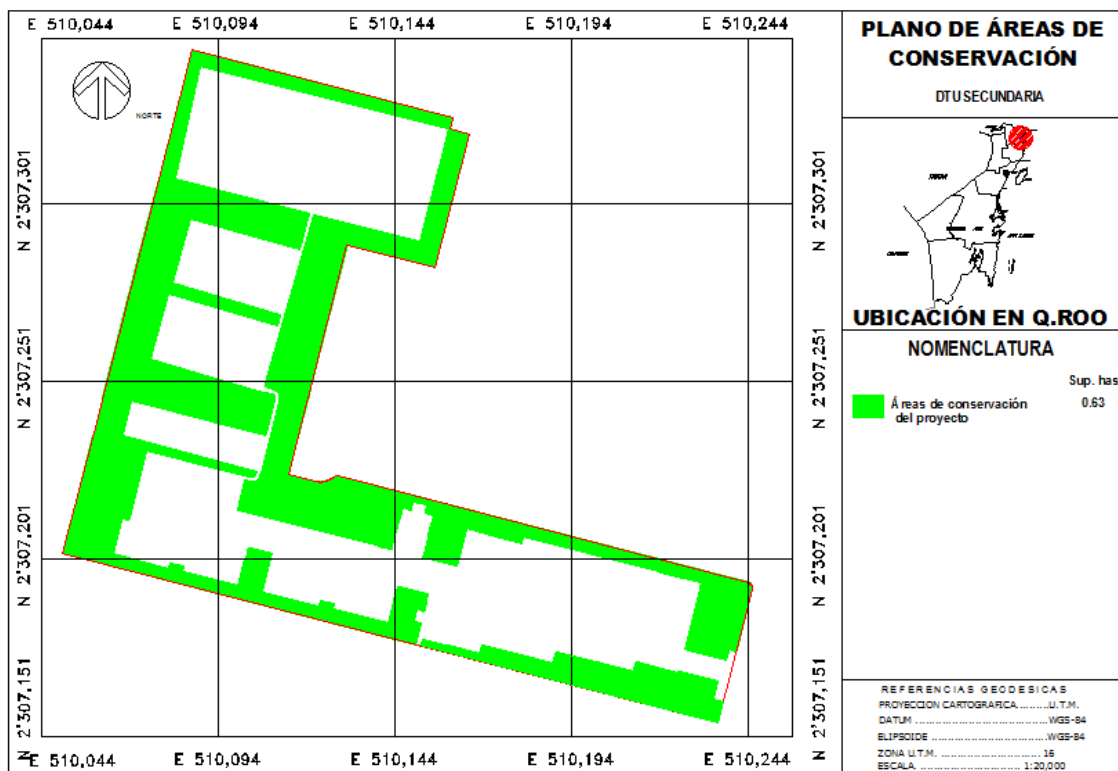


Figura. Zonas de conservación de vegetación en forma de barreras protectoras

## 5. Protección de la biodiversidad

Para la preparación del sitio es indispensable retirar el 57 % de la vegetación de selva mediana subperennifolia. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por 32 especies identificadas y distribuidas en el hábitat que proveen la selva mediana subperennifolia, en la que se identificaron dos especies protegidas Palma de chit (*Thrinax radiata*) y Palma Nacax (*Coccothrinax readii*), en cuanto a las especies de fauna no se identificó ninguna dentro de la norma, por lo cual esta remoción no representa una amenaza por pérdida de recursos y hábitat que pudiera ponerlas en riesgo.

Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utilizan el hábitat, migre hacia la selva colindante, así mismo con implementación de medidas como ahuyentación y rescate antes del inicio de obras se espera que el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

Si bien es cierto, que las actividades se afectarán algunas especies forestales, en términos generales, no se verán eliminadas, ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Por otra parte, la vegetación presente en las áreas de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será eliminada de forma gradual. Las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán sujetas a rescate y reubicación.

Finalmente se menciona que se mantendrá un 43% de la cobertura forestal de este tipo de vegetación dentro del predio como áreas de conservación, con lo cual todas a especies de flora y fauna presentes en el predio seguirán contando un amplio hábitat donde podrán seguir con sus procesos naturales.

Así mismo se aplicaran las siguientes medidas que aseguran la protección de la biodiversidad del sitio y de su área de influencia:

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicaran en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de vialidades e instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de retiro que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de retiro utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobre pasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.

Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 0.63 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
----------------------------------	-----------------------

Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizaran supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente en campo para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluara el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal del proyecto con el fin de que en conjunto se planten estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental

Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.

Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio (actividades del cambio de uso de suelo) de deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el	Registro fotográfico



## **Protección y recuperación de suelos (erosión)**

### **Retención del suelo dentro del ecosistema.**

Este servicio ambiental involucra la función de prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales.

Este servicio se identifica con una importancia baja en función de las características de relieve del predio, la cual carece de pendientes y gradientes de altitud que impiden la erosión del suelo, por otra parte la conservación de la cobertura vegetal del 43 % del predio elimina la posibilidad de que exista un arrastre de sedimentos.

Así mismo se recuerda que en el capítulo de “VEGETACIÓN QUE DEBE RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES” del presente DTU se realizó la estimación de la erosión que se generaría tras el cambio de uso de suelo, dentro de la cual se pudo demostrar que el proyecto no genera erosión en el terreno ya que se aplicaran medidas preventivas y se dejara un área de conservación que amortizara los vientos, además del hecho de que el suelo no quedara expuesto a la intemperie durante lapsos prolongados, ya que el desplante se realizara paulatinamente y finalmente la superficie será cubierta por las instalaciones del proyecto.

Con base en dichos criterios se identifica un grado de afectación a este servicio ambiental, será bajo.

### **Proceso de formación de suelos.**

La formación del suelo es resultado de la interacción del material parental, el relieve, el tiempo, el clima y los seres vivos. Los tres primeros factores desempeñan un rol pasivo mientras que el clima y los seres vivos participan activamente en la formación del suelo.

La cubierta vegetal (especialmente la vegetación primaria) y los animales que habitan en ella, realizan una aportación constante de materia orgánica que es la fuente formadora del suelo y la conservación de su fertilidad. Este proceso se verá afectado en forma puntual donde se realice la remoción de vegetación para la construcción del proyecto.

La importancia de este servicio ambiental se considera con un valor bajo debido a que en el predio no existen fenómenos de arrastre de suelo ocasionado por la pendiente y la lluvia, de tal manera que el suelo que se forme en una zona permanece en la misma. Así mismo la conservación de la cubierta vegetal del 43 % del predio en forma de barreras protectoras evitará este fenómeno de arrastre.

Con base en lo anterior se identifica que este servicio ambiental tiene un grado de afectación muy bajo.

## **6. Cambio en el paisaje y belleza escénica.**

Hay afectaciones en este rubro, debido a que se modifica la vegetación existente dentro del predio; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión ecológica. En otras palabras se modificará el entorno por una losa de concreto, mas no se pone en riesgo el conjunto paisajístico de la zona por las siguientes causas:

Con base en los datos topográficos se puede comentar que la visibilidad es amplia, ya que las curvas de nivel del predio no sobrepasan de 3° en la pendiente; con el desarrollo del proyecto la pendiente tenderá a 2° que permitirá el escurrimiento de aguas pluviales hacia las zonas de conservación o pozos de absorción, previo a un filtro de residuos sólidos y gasas.

En cuanto a la transparencia atmosférica, se seguirá considerando como buena, ya que los elementos abióticos o áreas conservadas dentro del predio y en sus colindancias se seguirán distinguiendo perfectamente, dando una vista integradora y agradable.

En cuanto a la altitud con respecto al nivel del mar, se puede decir que en el predio de interés no se alterará este aspecto y se conservará en los 5 a 7 msnm.

Por último, la capacidad para absorber un cambio fuerte (fragilidad del paisaje) en el sistema y en el paisaje del sitio de interés, se considera como afectación media, ya que si bien se retirara la vegetación total o parcialmente en 0.84 has, el proyecto conservara 0.63 has que permitirán al predio absorber este cambio.

En el área del proyecto y en sus alrededores no se encuentran áreas ecoturística o en las que se promueva su desarrollo y que pudieran ser impactadas con la implantación del proyecto. Se considera que la afectación al paisaje se dará principalmente en cuanto a la calidad intrínseca del mismo y a su calidad visual, ya que la implementación de infraestructura modificará el paisaje actual, al tiempo que cambia la percepción de los pobladores cercanos al proyecto y sus transeúntes. Pero la modificación del paisaje se dará principalmente durante la apertura del desmonte, y preparación del sitio por lo cual en general, el impacto hacia el paisaje se considera medio.

Como se mencionó la calidad intrínseca del paisaje resulta media debido a que no hay un diversidad de topoformas, solo un sistema de topoforma de llanura que no permiten establecer condiciones diversas de paisaje; asimismo, en el área de estudio se presenta un mosaico dominado por suelos de uso urbano, entremezclados con las selvas bajas y medianas; es decir, la vegetación ha cambiado de natural a secundaria en algunos sitios y en otros muestran un alto

grado de disturbio a lo largo de la cuenca, lo cual se refleja en una variación a nivel de composición de especies florísticas, así como en su estructura.

Considerando lo anterior, y a manera de conclusión, se puede deducir que con la instalación del proyecto no se provocarán afectaciones significativas con relación a las que ya se presentan actualmente en el medio natural; por el contrario, al no existir incidencias críticas o relevantes que signifiquen perturbaciones importantes que superen la capacidad de resiliencia y generen desequilibrios en el sistema ambiental, la incorporación de un elemento adicional, puede orientar la evolución del sistema al consolidar procesos de mejora para el desarrollo de la región, trayendo consigo beneficios en el entorno local y regional en materia de desarrollo social y económico de sus habitantes.

### X.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca

No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto	Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca	
<b>Descripción</b>						
1	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.	Si	Balance de niveles de CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , SO <sub>x</sub> y otros gases	Muy Alta	Nulo
2	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima	Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
3	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Regulación de disturbios	No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación	Alta	Nulo
4	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y proceso de transporte acuático.	Nula	Nulo
5	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
6	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales	Baja	Nulo
7	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
8	Almacenamiento, ciclaje interno,	Ciclaje de	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y	Muy Alta	Muy Bajo

DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO MODALIDAD A PARTICULAR  
CUSTF PARA EL PROYECTO ESCUELA SECUNDARIA EN PUERTO MORELOS

	procesamiento y adquisición de nutrientes	nutrientes.			adquisición de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros elementos y ciclos de nutrientes		
<b>9</b>	Regulaciones tróficas de las poblaciones.	Control biológico.	No		Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<b>10</b>	Hábitat para poblaciones residentes y pasajeras.	Refugio.	Si		Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies migratorias, hábitat regionales para especies locales, recolectadas y otros	Alta	Muy bajo
<b>11</b>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No		Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<b>12</b>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	Si		Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	Bajo
<b>13</b>	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si		Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, especies ornamentales	Alta	Bajo
<b>14</b>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No		Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta	Nulo
<b>15</b>	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales.	Valores estéticos, artísticos, científicos entre otros.	No		Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema	Muy Alta	Nulo

## **XI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN ESCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

### **XI.1 Justificación Técnica**

El Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable indica que la Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo y que no se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años.

Con el objetivo de cumplir lo solicitado en el presente capítulo, se presenta el análisis de los criterios establecidos en el citado artículo tomando en cuenta la descripción ambiental del predio realizado en el capítulo IV del presente DTU y el inventario forestal realizado en el predio.

### **XI.2. No se compromete la biodiversidad.**

En el presente apartado se presentará la evidencia que demuestra que la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales para establecer el Proyecto “Escuela Secundaria en Puerto Morelos” no comprometerá la biodiversidad del ecosistema.

La forma de presentar esta evidencia será analizando por separado la relación de la flora y la fauna entre el área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y la cuenca, de tal forma que se demostrara que la ejecución que la ejecución del proyecto no afectara las especies y variedades de plantas y animales del ecosistemas forestal y su biodiversidad.

#### **XI.2.1. No se compromete la flora en el ecosistema**

El proyecto no compromete la diversidad local, o de la cuenca 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 de la cuenca se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo, arbustivo y herbáceo por lo que se garantiza la permanencia y distribución en el ecosistema de las especies de selva registrada en este estudio.

Tomando como base los resultados obtenidos en los capítulo de la descripción del predio y la cuenca sobre los índices de valor de importancia, se presenta un análisis comparativo entre el IVI de la cuenca y el IVI del predio, así como los

índices de Shannon, donde se pretende establecer el área sujeta al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, arrojando la siguiente información:

### XI.2.1.1. Estrato Arbóreo

#### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema de la cuenca y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 10 de las 39 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el área sujeta al cambio de uso de suelo.

Comparación del IVI del Estrato Arbóreo				
No.	Nombre común	Nombre científico	CUENCA	PREDIO
1	Akitz	Thevetia gaumeri	7.3911	
2	Alamo	Ficus maxima	14.0616	
3	Amatillo	Ficus perdusa	2.6355	
4	Balche	Lonchocarpus yucatanensis	3.6177	
5	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	3.3700	
6	Canchunup	Thouinia paucidentata	5.0972	
7	Cojolite	Cupania glabra	1.8781	
8	Elemuy	Mosannonna depressa	3.7733	
9	Sinanche	Alvaradoa amorphoides	2.7324	
10	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	10.4918	
11	Jobillo	Astronium graveolens	4.6312	
12	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	4.6285	
13	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	5.2885	
14	Mata palo	Ficus continifolia	23.1456	
15	Pochote	Ceiba schottii	6.9315	
16	Sacbob	Coccoloba diversifolia	7.9017	
17	Sacchaca	Dendropanax arboreus	7.2990	
18	Tatsi	Neea psychotrioides	6.3986	
19	Tastap	Gutterda combsii	10.0402	
20	Tipo huaje	Mariosousa dolichostachya	8.8316	
21	Toyub	Coccoloba acapulcensis	5.3837	
22	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.3163	
23	Yaiti	Gymnanthes lucida	21.3971	
24	Yaxnix	Vitex gaumeri	26.7013	
25	Xuul	Lonchocarpus xuul	3.6513	
26	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	3.3943	
27	Zapotillo	Pouteria reticulata	3.2515	
28	Chaca	Bursera simaruba	22.6870	21.1179
29	Ekulub	Drypetes lateriflora	10.2965	9.9082
30	Boob	Coccoloba spicata		10.5352
31	Chakni	Calyptanthus pallens		10.1299

32	Chechem	Metopium brownei	4.2592	10.7613
33	Chicozapote	Manilkara zapota	21.4465	120.3442
34	uvas che'	Ottoschulzia pallida	2.7493	61.0784
35	Guaya	Talisia olivaeformis	3.5894	10.2746
36	Guayabillo	Mycianthes fragrans	2.8542	9.6743
37	Jabin	Piscidia piscipula	9.8363	17.4199
38	Katalox	Swartzia cubensis	5.2436	9.0079
39	Ramon	Brosimum alicastrum	8.7972	9.7484

Las especies de *Thevetia gaumeri*, *Ficus maxima*, *Ficus perdusa*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Thouinia paucidentata*, *Cupania glabra*, *Mosannonna depressa*, *Alvaradoa amorphoides*, *Cecropia obtusifolia*, *Astronium graveolens*, *Lonchocarpus rugosus*, *Caesalpinia gaumeri*, *Ficus continifolia*, *Ceiba schottii*, *Coccoloba diversifolia*, *Dendropanax arboreus*, *Neea psychotrioides*, *Gutterda combsii*, *Mariosousa dolichostachya*, *Coccoloba acapulcensis*, *Lysiloma latisiliquum*, *Gymnanthes lucida*, *Vitex gaumeri*, *Lonchocarpus xuul*, *Pouteria campechiana*, *Pouteria reticulata*, sólo se registraron en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas.

Las especies *Bursera simaruba*, *Drypetes lateriflora*, presentan menor valor de importancia en el predio, que en la cuenca por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan en el predio y en la cuenca, sin embargo poseen mayor representatividad en la cuenca.

Las especies *Coccoloba spicata* y *Calyptanthus pallens* se registrarán en el estrato arbóreo del predio pero no en el de la cuenca, sin embargo es no quiere decir que se eliminara ya que estas dos especies se registraron en el estrato arbustivo de la cuenca, por lo cual si existen en el ecosistema, lo cual nos quiere decir que en la ubicación de los sitios de muestreo no se localizaban estos ejemplares en estado arbóreo ya que presentan poca abundancia de 20.8 árboles por hectárea, sin embargo en el estado arbustivo son un poco más abundantes con 500 y 50 árboles respectivamente. Por lo tanto estas dos especies se conservaran en el ecosistema tras el cambio de uso de suelo. En compensación estas especies se incluirán en el listado de especies a ser rescatadas antes del desplante del proyecto.

Las especies *Metopium brownei*, *Manilkara zapota*, *Ottoschulzia pallida*, *Talisia olivaeformis*, *Mycianthes fragrans*, *Piscidia piscipula*, *Swartzia cubensis*, *Brosimum alicastrum*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo estas valores se deben principalmente a la diferencia de especies encontradas en la cuenca con 37 especies mientras que en el predio solo se reportaron 12, por lo cual los valores del IVI son más elevados en el predio, pero no quiere decir que estas especies sean más escasas en la cuenca, sino que simplemente al ser más diverso este estrato la distribución de todas las especies es menor en comparación con el predio. En conclusión ninguna de estas especies se pondrá en riesgo de ser eliminada ya que todas están representadas

en la cuenca. Como medida de compensación a la alteración que se causara a estas especies se incluirán en el programa de rescate de flora que se ejecuta antes del desplante.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbóreo Ecosistema de la Cuenca		Estrato arbóreo Área del CUSTF	
Riqueza S=	37	Riqueza S=	12
H'calculada=	3.246	H'calculada=	2.055
H max = Ln S=	3.611	H max = Ln S=	2.485
Equidad (j) = H/Hmax=	0.899	Equidad (j) = H/Hmax=	0.827
H max - H calculada=	0.365	H max - H calculada=	0.430

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo en la cuenca presenta un índice de diversidad de 3.246, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.055.

Asimismo, la cuenca presenta una equitatividad de 0.8989 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 0.827, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que la cuenca **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo.

#### **XI.2.1.2. Estrato Arbustivo**

### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el sistema ambiental de la cuenta y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 14 de las 46 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio.

Comparación del IVI del Estrato Arbustivo				
No.	Nombre común	Nombre científico	CUENCA	PREDIO
1	Akitz	Thevetia gaumeri	5.01313221	
2	Alamo	Ficus maxima	5.8579266	
3	Boob	Coccoloba spicata	9.50908333	
4	Café silvestre	Psychotria nervosa	4.84944301	
5	Caimito	Chrysophyllum mexicanum	2.30298633	
6	Capulinsillo	Trema micrantha	2.6961059	



7	Caracolillo	Sideroxylon foetidissimum	7.85399974	
8	Copal	Protium copal	10.0746157	
9	Elemuy	Mosannonna depressa	4.15669314	
10	kanchunup	Thouinia paucidentata	7.41396959	
11	Chak che	Maytenus guatemalensis	6.78738974	
12	Chakni	Calyptanthes pallens	3.81930467	
13	Guarumbo	Cecropia obtusifolia	19.8649437	
14	Guayabillo	Mycianthes fragrans	6.25104617	
15	Huano	Sabal japa	1.85370682	
16	Jobillo	Astronium graveolens	3.4261851	
17	Katalox	Swartzia cubensis	7.00192245	
18	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	9.13935007	
19	Mahahua	Hamphea trilobata	3.9083352	
20	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	11.7042085	
21	Ramon	Brosimum alicastrum	5.35248715	
22	Sacchaca	Dendropanax arboreus	4.54938388	
23	Subin	Acacia cornigera	2.30298633	
24	Tatsi	Neea psychotrioides	6.73319627	
25	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	4.23604547	
26	Tres maria	Forchhammeria trifoliata	1.92390674	
27	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	8.29695099	
28	Tzalam	Lysiloma latisiliquum	3.57137557	
29	Xiat	Chamaedorea seifrizii	2.02218663	
30	Yaiti	Gymnanthes lucida	15.4844685	
31	uvas che'	Ottoschulzia pallida		39.7734711
32	Zapotillo	Pouteria reticulata		14.3499876
33	Chicozapote	Manilkara zapota	17.2637319	31.4384662
34	Chit	Thrinax radiata	6.82865202	8.37257481
35	Chaca	Bursera simaruba	5.05525216	6.01079641
36	Cojolite	Cupania glabra	8.23111285	8.47119012
37	Ekulub	Drypetes lateriflora	17.5142699	22.6294588
38	Guaya	Talisia olivaeformis	4.87512767	13.8629025
39	Jabin	Piscidia piscipula	1.85370682	7.54454833
40	Nacax	Coccothrinax readii	3.49638503	15.5706727
41	Pata de venado	Bauhinia unguilaata	7.56687179	8.31788911
42	Perezcuts	Croton arboreus	13.1759146	20.7735296
43	Phitecelobium	Zygia stevensonii	9.41612161	37.0684741
44	Sacbob	Coccoloba diversifolia	2.14854649	15.0358414
45	Yaxnix	Vitex gaumeri	2.02218663	23.8016597
46	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	12.5947849	26.9785375

Las especies de *Thevetia gaumeri*, *Ficus maxima*, *Coccoloba spicata*, *Psychotria nervosa*, *Chrysophyllum mexicanum*, *Trema micrantha*, *Sideroxylon foetidissimum*, *Protium copal*, *Mosannonna depressa*, *Thouinia paucidentata*, *Maytenus guatemalensis*, *Calyptanthes pallens*, *Cecropia obtusifolia*, *Mycianthes fragrans*, *Sabal japa*, *Astronium graveolens*, *Swartzia cubensis*, *Caesalpinia gaumeri*, *Hamphea trilobata*, *Bauhinia divaricata*, *Brosimum alicastrum*, *Dendropanax*

*arboreus*, *Acacia cornigera*, *Neea psychotrioides*, *Lysiloma latisiliquum*, *Forchhammeria trifoliata*, *Malvaviscus arboreus*, *Lysiloma latisiliquum*, *Chamaedorea seifrizii*, *Gymnanthes lucida*, sólo se registraron en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas.

Las especies *Ottoschulzia pallida*, *Pouteria reticulata* se registrarón en el estrato arbustivo del predio pero no en el de la cuenca, sin embargo es no quiere decir que se eliminara ya que estas dos especies se registraron en el estrato arbóreo de la cuenca, por lo cual si existen en el ecosistema, lo cual nos quiere decir que en que en la cuenca estas especies son más abundantes en su estrato arbóreo y menos en el arbustivo, por lo tanto en compensación estas especies se incluirán en el listado de especies a ser rescatadas antes del desplante del proyecto, con lo cual se asegura se permanencia en el ecosistema

Las especies *Manilkara zapota*, *Thrinax radiata*, *Bursera simaruba*, *Cupania glabra*, *Drypetes lateriflora*, *Talisia olivaeformis*, *Piscidia piscipula*, *Coccothrinax readii*, *Bauhinia unguilaata*, *Croton arboreus*, *Zygia stevensonii*, *Coccoloba diversifolia*, *Vitex gaumeri*, *Pouteria campechiana*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo como en el caso de estrato arbóreo estas valores se deben principalmente a la diferencia de especies encontradas en la cuenca con 44 especies, mientras que en el predio solo se reportaron 16, por lo cual los valores del IVI son más elevados en el predio, pero no quiere decir que estas especies sean más escasas en la cuenca, sino que simplemente al ser más diverso el estrato las distribución de todas las especies es menor en comparación con el predio. En conclusión ninguna de estas especies se pondrá en riesgo de ser eliminada ya que todas están representadas en la cuenca. Como medida de compensación a la alteración que se causara a estas especies se incluirán en el programa de rescate de flora que se ejecuta antes del desplante.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca	
Riqueza S=	44
H'calculada=	3.432
H max = Ln S=	3.784
Equidad (j) = H/Hmax=	0.907
H max - H calculada=	0.352

Estrato arbustivo Área del CUSTF	
Riqueza S=	16
H'calculada=	2.536
H max = Ln S=	2.773
Equidad (j) = H/Hmax=	0.915
H max - H calculada=	0.237

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arboreo en la cuenca presenta un índice de diversidad de 3.432, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.536.

Asimismo, la cuenca presenta una equitatividad de 0.907 mientras que el predio sujeto al CUSTF es de 0.915, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se

comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que la cuenca **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo.

### XI.2.1.3. Estrato Herbáceo

#### Índice de Valor de Importancia

Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema de la cuenta y el IVI del predio, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que solo 11 de las 26 especies que se encuentran en el ecosistema de la cuenca se presentan en el predio.

Comparación del IVI del Estrato Herbáceo				
No.	Nombre común	Nombre científico	CUENCA	PREDIO
1	Bejuco corazon	Philodendron smithii	4.94117647	
2	Boob	Coccoloba spicata	11.8823529	
3	kanchunup	Thouinia paucidentata	4.94117647	
4	Cojolite	Cupania glabra	6.94117647	
5	Jabin	Piscidia piscipula	4.94117647	
6	Kitamche	Caesalpinia gaumeri	4.94117647	
7	Mahahua	Hamphea trilobata	10.9411765	
8	Ramon	Brosimum alicastrum	4.94117647	
9	Pata de vaca	Bauhinia divaricata	4.94117647	
10	Perezcuts	Croton arboreus	16.9411765	
11	Sutub	Helicteres baruensis	6.94117647	
12	Yaiti	Gymnanthes lucida	4.94117647	
13	Yaxnix	Vitex gaumeri	4.94117647	
14	Zacate flor azul	Tripogandra grandiflora	4.94117647	
15	Zapote amarillo	Pouteria campechiana	4.94117647	
15	Bejuco guaya	Serjania mexicana	91.7647059	12.8810976
17	Chicozapote	Manilkara zapota	28.8235294	24.0091463
18	Chit	Thrinax radiata	25.8823529	17.7591463
19	Caimito	Chrysophyllum mexicanum		8.00304878
20	Chaca	Bursera simaruba		8.00304878
21	Chaya comun	Cnidoscolus aconitifolius		8.00304878
22	Chaya de monte	Cnidoscolus souzae		8.00304878
23	Ekulub	Drypetes lateriflora		27.1341463
24	Katalox	Swartzia cubensis		8.00304878

25	Pata de venado	Bauhinia ungulaata		8.00304878
26	Phitecelobium	Zygia stevensonii		27.1341463
27	uvas che'	Ottoschulzia pallida		12.8810976
28	Nacax	Coccothrinax readii		12.8810976
29	Akitz	Thevetia gaumeri	4.94117647	8.00304878
30	Café silvestre	Psychotria nervosa	9.88235294	20.8841463
31	Chechem	Metopium brownei	4.94117647	17.7591463
32	Cordoncillo	Piper amalago	6.94117647	12.8810976
33	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	6.94117647	12.8810976
34	Sacbob	Coccoloba diversifolia	4.94117647	20.8841463
35	Tulipansillo	Malvaviscus arboreus	6.94117647	16.0060976
36	Xiat	Chamaedorea seifrizii	4.94117647	8.00304878

Las especies de *Philodendron smithii*, *Coccoloba spicata*, *Thouinia paucidentata*, *Cupania glabra*, *Piscidia piscipula*, *Caesalpinia gaumeri*, *Hamphea trilobata*, *Brosimum alicastrum*, *Bauhinia divaricata*, *Croton arboreus*, *Helicteres baruensis*, *Gymnanthes lucida*, *Vitex gaumeri*, *Tripogandra grandiflora*, *Pouteria campechian*, sólo se registraron en la cuenca, por lo tanto estas no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas.

Las especies *Serjania mexicana*, *Manilkara zapota*, *Thrinax radiata*, presentan menor valor de importancia en el predio, que en la cuenca por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan en el predio y en la cuenca, sin embargo poseen mayor representatividad en la cuenca.

Las especies *Chrysophyllum mexicanum*, *Bursera simaruba*, *Cnidoscopus aconitifolius*, *Cnidoscopus souzae*, *Drypetes lateriflora*, *Swartzia cubensis*, *Bauhinia ungulaata*, *Zygia stevensonii*, *Ottoschulzia pallida*, *Coccothrinax readii*, se registrarón en el estrato herbáceo del predio pero no en el de la cuenca, sin embargo es no quiere decir que se eliminara ya que estas dos especies se registrarón en los estratos arbóreos y arbustivos de la cuenca, por lo cual si existen en el ecosistema, lo cual nos quiere decir que en la ubicación de los sitios de muestreo no se localizaban estos ejemplares en estado herbáceo, todas estas especies están bien representadas en la cuenca, por lo tanto estas especies se conservaran en el ecosistema tras el cambio de uso de suelo. En compensación estas especies se incluirán en el listado de especies a ser rescatadas antes del desplante del proyecto.

Las especies *Thevetia gaumeri*, *Psychotria nervosa*, *Metopium brownei*, *Piper amalago*, *Lonchocarpus rugosus*, *Coccoloba diversifolia*, *Malvaviscus arboreus*, *Chamaedorea seifrizii*, presentan un valor de importancia mayor en el predio que en la cuenca. Sin embargo estas valores se deben principalmente a la diferencia de especies encontradas en la cuenca con 36 especies mientras que en el predio solo se reportaron 21, más sin embargo en el total de especies sin embargo en el total de especies presentes en la cuenta en los tres estrato este presenta 64 mientras que en el predio solo se presentan 32 lo cual representa solo en 50% ,

por lo cual los valores del IVI son más elevados en el predio, pero no quiere decir que estas especies sean más escasas en la cuenca, sino que simplemente al ser más diverso este estrato y los demás, la distribución de todas las especies es menor en comparación con el predio. En conclusión ninguna de estas especies se pondrá en riesgo de ser eliminada ya que todas están representadas en la cuenca. Como medida de compensación a la alteración que se causara a estas especies se incluirán en el programa de rescate de flora que se ejecuta antes del desplante.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca		Estrato arbustivo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	26	Riqueza S=	21
H' calculada=	3.053	H' calculada=	2.948
H max = Ln S=	3.258	H max = Ln S=	3.045
Equidad (j) = H/Hmax=	0.937	Equidad (j) = H/Hmax=	0.968
H max - H calculada=	0.205	H max - H calculada=	0.097

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato herbáceo, en la cuenca que no se afectara por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 3.053, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.948.

Asimismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equitatividad de 0.937 casi parecido que el predio sujeto al CUSTF de 0.968. Sin embargo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato herbáceo, se determina que el ecosistema en la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

Para la diversidad de fauna tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución de 23 especies de fauna de las cuales, diez son aves (43.5%), cuatro son reptiles (17.4%), siete son mamíferos (30.4%) y dos anfibio (8.7%). Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios solamente se registró la presencia de uno en la zona.
- 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, algunas de las especies suelen convivir cerca del ser humano por lo cual no se eliminaran del ecosistema, solo se readaptaran a las nuevas características, y la que no presente este comportamiento se reubicaran en otra zona de conservación.
- No se reportan especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Comparando los índices de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en la cuenca y en el área de cambio de uso de suelo, tenemos que en la cuenca se presentan

30 especies, mientras que el área de cambio de uso de suelo solo se encontrarán 23.

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca		Estrato arbustivo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	30	Riqueza S=	23
H' calculada=	3.2851	H' calculada=	2.9831
H max = Ln S=	3.4011	H max = Ln S=	3.1354
Equidad (j) = H/Hmax=	0.9658	Equidad (j) = H/Hmax=	0.9513

La cuenca presenta un índice de diversidad de fauna de 3.2851, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.9831. Asimismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equitatividad de 0.9658 más alta que el predio sujeto al CUSTF de 0.9513, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, pero que la distribución de individuos por especie es más homogénea en la cuenca que en el predio.

Sin embargo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para la fauna, se determina que el ecosistema en la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, la presencia de fauna de lento desplazamiento, requiere de medidas para evitar su captura, daño o muerte. 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. Además de considerar que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas y muy comúnmente reportadas en la región.

Como se ha señalado la superficie solicitada se encuentra dentro de una zona urbana y está fuertemente influenciada por un entorno sujeto a fuertes presiones de urbanización, el predio donde se pretende el desplante del proyecto colinda con vialidades existentes y otros desarrollo habitacionales.

De manera complementaria, se debe considerar que el proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en 0.84 hectáreas y se habrá de mantenerse una superficie de 0.63 ha como áreas de conservación en todo el predio. Por lo que las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio se habrán de mantener. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse cierta cantidad de vegetación sin desmontar.

Con el objetivo de garantizar la conservación de la biodiversidad del ecosistema, se ejecutaran las siguientes medidas y acciones que aseguraran la conservación de la biodiversidad presente en el área de reserva forestal del predio una vez que dé inicio el proyecto:

<p>Medida de protección ambiental 1</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p> <p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p> <p>Forma de control y seguimiento del cumplimiento</p> <p>Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida</p>	<p>Capacitación del personal</p> <p>Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal</p> <p>Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicaran en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.</p> <p>Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental</p> <p>Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro</p>
<p>Medida de protección ambiental 2</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p> <p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p> <p>Forma de control y seguimiento del cumplimiento</p> <p>Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida</p>	<p>La realización del proyecto no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.</p> <p>Preparación del sitio</p> <p>Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.</p> <p>Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental</p> <p>Registro fotográfico</p>
<p>Medida de protección ambiental 3</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p> <p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p> <p>Forma de control y seguimiento del cumplimiento</p> <p>Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida</p>	<p>El material de retiro que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.</p> <p>Preparación del sitio</p> <p>Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de retiro utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.</p> <p>Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental</p> <p>Registro fotográfico</p>
<p>Medida de protección ambiental 4</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p>	<p>Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.</p> <p>Preparación del sitio</p>

Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobrepasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.

Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 0.63 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio



Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizaran supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluara el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planten estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental

Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.

Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el	Registro fotográfico

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente

demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad.

### XI.2.2. No se compromete la fauna en el ecosistema

Para la diversidad de fauna tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta en el predio la distribución de 12 especies de fauna de las cuales, cinco son aves, tres son reptiles, y cuatro son mamíferos. Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- Las Aves presentan hábitos voladores y migratorios, 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, algunas de las especies suelen convivir cerca del ser humano por lo cual no se eliminarán del ecosistema, solo se readaptarán a las nuevas características, y la que no presente este comportamiento se reubicarán en otra zona de conservación.
- No se reportan especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Comparando los índices de diversidad de Shannon-Wiener obtenidos en la cuenca y en el área de cambio de uso de suelo, tenemos que en la cuenca se presentan 30 especies, mientras que el área de cambio de uso de suelo solo se encontrarán 12.

#### Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Estrato arbustivo Ecosistema de la Cuenca		Estrato arbustivo Predio del CUSTF	
Riqueza S=	30	Riqueza S=	12
H' calculada=	3.2851	H' calculada=	2.3730
H max = Ln S=	3.4011	H max = Ln S=	2.4849
Equidad (j) = H/Hmax=	0.9658	Equidad (j) = H/Hmax=	0.9549

La cuenca presenta un índice de diversidad de fauna de 3.2851, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.3730. Asimismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equitatividad de 0.9658 más alta que el predio sujeto al CUSTF de 0.9549, esto nos dice que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, pero que la distribución de individuos por especie es más homogénea en la cuenca que en el predio.

Sin embargo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para la fauna, se determina que el ecosistema en la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo.

En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, la presencia de fauna de lento desplazamiento, requiere de medidas para evitar su captura, daño o muerte. 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. Además de considerar

que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas y muy comúnmente reportadas en la región.

Como se ha señalado la superficie solicitada se encuentra dentro de una zona urbana y está fuertemente influenciada por un entorno sujeto a fuertes presiones de urbanización, el predio donde se pretende el desplante del proyecto colinda con vialidades existentes y otros desarrollo habitacionales.

De manera complementaria, se debe considerar que el proyecto pretende realizar el cambio de uso de suelo en 0.84 hectáreas y se habrá de mantenerse una superficie de 0.63 ha como áreas de conservación en todo el predio. Por lo que las condiciones para continuar con el desarrollo natural de la biodiversidad del sitio se habrán de mantener. Por lo tanto, el germoplasma y la biodiversidad quedan garantizados al dejarse cierta cantidad de vegetación sin desmontar.

Con el objetivo de garantizar la conservación de la biodiversidad del ecosistema, se ejecutaran las siguientes medidas y acciones que aseguran la conservación de la biodiversidad presente en el área de reserva forestal del predio una vez que dé inicio el proyecto:

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicaran en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto no debe afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio

Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de retiro utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en el sitio deberán sobre pasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa correspondiente. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.

Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 0.63 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizaran supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente en campo para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluara el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal en campo con el fin de que en conjunto se planten estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental

Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.

Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el	Registro fotográfico

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad.

### **XI.3. No se provocara la erosión del suelo**

Actualmente las áreas con vegetación del predio se encuentran en estado de recuperación y crecimiento, no se presentaban tierras frágiles, ni áreas

erosionadas por acción de viento, ya que la vegetación del predio es abundante y la topografía del predio con pendiente de 2 % prácticamente nula impide la erosión hídrica.

### **Erosión hídrica**

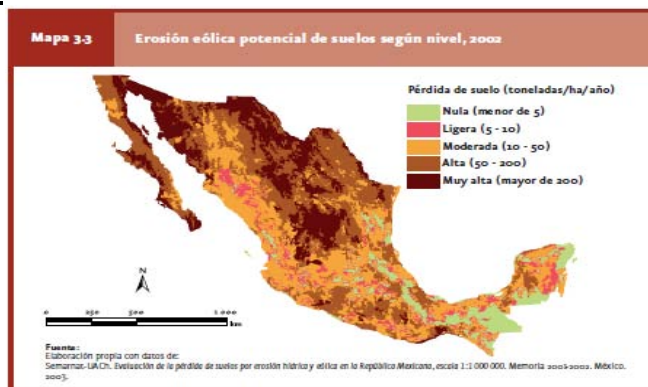
Con base en los resultados de la Ecuación Universal de Perdida de Suelo presentado en el capítulo VII y tomando en cuenta que el cambio de uso de suelo es la remoción total o parcial de la vegetación, podemos inferir que en esta zona se presentara una erosión de 37.30 t/ha, ya que es la que se presenta en el predio si no se cuenta con cobertura vegetal, lo que indica que la erosión que se presentara en el área sujeta al Cambio de Uso de Suelo seria moderada de acuerdo con la clasificación de la Erosión hídrica potencial de suelos según nivel, 2002 de la SEMARNAT.

Sin embargo se clara que esta erosión se presentaría si el área de cambio de uso de suelo, el suelo se dejara totalmente descubierto por un periodo de tiempo amplio y sin ninguna clase de medida de prevención, por lo cual para evitar que este fenómeno se presente en el área sujeta al cambio de uso de suelo se aplicaran las siguientes acciones y medidas:

- Para evitar modificaciones a la topografía e hidrodinámica de la zona, el suelo sobrante producto de la excavación se esparcirá en las áreas de conservación del Predio.
- Se mantendrán el 43% del Predio con vegetación natural de selva mediana subperennifolia lo que permitirá un adecuado dren que permita la recarga de los manto acuíferos derivado de las lluvias en la zona, este es parte del mismo proyecto como medida de seguridad del proyecto, para evitar estancamiento de flujos pluviales.
- Para evitar afectar la vegetación circundante, no se deberán acumular los desechos producto del desmonte fuera de los límites del área sujeta al cambio de uso de suelo. Tales residuos se triturarán y dispersarán en las áreas aledañas al sitio o bien en áreas autorizadas por la autoridad componente.
- Queda prohibido tirar basura y desechos. La basura de tipo doméstico generada por los trabajadores deberá ser colectada al final de la jornada en bolsas de plástico, y la empresa contratista deberá ajustarse al programa de manejo de residuos sólidos del proyecto y deberá llevar consigo contenedores para su disposición temporal, y deberá retirarlos a los sitios indicados por tal autoridad municipal correspondiente.
- El contratista deberá clasificar e identificar los residuos que se generen durante el proceso de construcción.

Por lo tanto con la aplicación de estas medidas se evitara la generación de la erosión hídrica en el terreno.

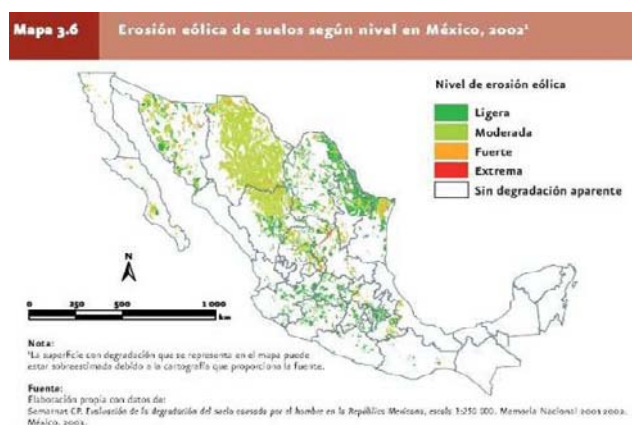
- **Erosión eólica**



**Figura. Erosión eólica de México.**

Este mapa ilustra la erosión eólica potencial de cada zona del país a un escala de 1:1, 000,000 por lo cual se generalizan muchas de las superficies. Sin embargo el mismo documento en secciones posteriores muestra el mapa de erosión eólica del suelo a una escala 1:250 000 que muestra más claramente los resultados del estudio, así mismo se indica que este mapa se produjo a partir de los resultados obtenidos del estudio indicando lo siguiente:

*La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo. En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión*



**Figura. Erosión eólica**

Así mismo INEGI 2014<sup>16</sup>, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km<sup>2</sup> (2.41%).

<sup>16</sup> INEGI. Boletín de prensa NÚM. 295/14, Erosión de Suelos en México, 2014.

Por lo tanto con base en lo anterior se establece que en el terreno no se presenta erosión eólica por los siguientes argumentos:

1.- De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

2.- El terreno actualmente presenta una cobertura vegetal de tipo selva mediana subperennifolia bastante, por lo tanto la conservación de las 0.63 has distribuidas como barreras rompeviento en todo el predio (ver mapa de áreas de conservación) evitara que al momento de realizar el desmonte se genere erosión eólica en el terreno.

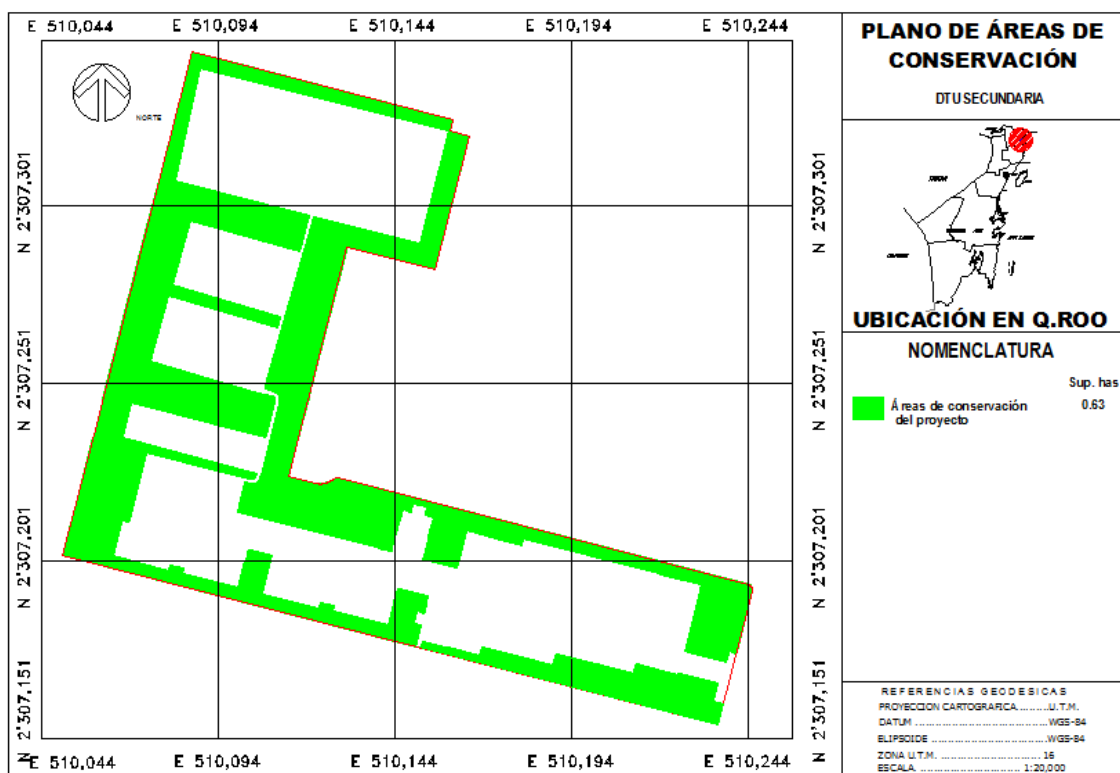


Figura. Plano de áreas de conservación del predio. Ver plano anexo

- **Erosión Química**

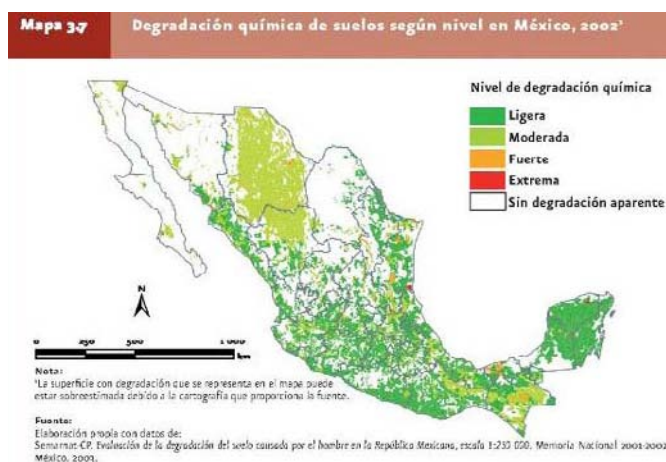
Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación química consiste en la siguiente:

La degradación química es el proceso de degradación del suelo más extendido en el país (17.8% del territorio). Está presente en todas las entidades; pero la más afectada es Yucatán (55.1%), y las menos afectadas son Baja California Sur, Coahuila, Baja California y Sonora, donde la superficie con degradación química no excede 5.5% de su territorio.

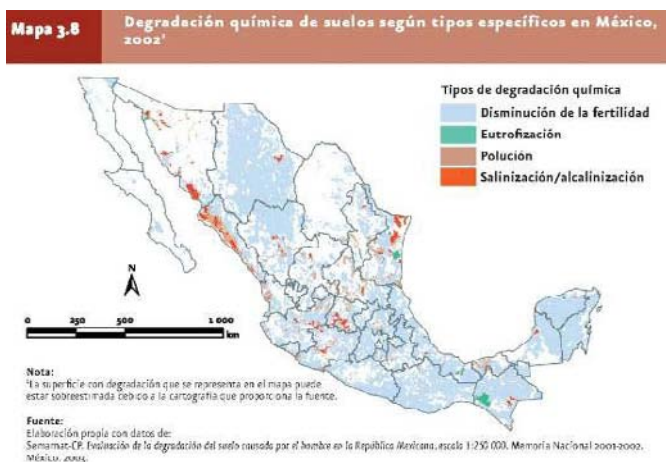


La degradación química en el nivel ligero representa 55% de la superficie nacional con degradación química; la moderada, 43.2% y la fuerte y extrema en conjunto, 1.8%.

*El tipo dominante en la degradación química fue la disminución de la fertilidad del suelo (92.7% del total de superficie afectada con degradación química en el país) originada por la disminución de los elementos minerales y de la materia orgánica disponible en el suelo. Este tipo de degradación se encuentra presente en más de la mitad de Yucatán, y en casi la tercera parte de Tlaxcala, Chiapas, Morelos, Tabasco y Veracruz. Los otros tipos específicos de degradación química (polución, salinización y eutrofización) están mucho menos extendidos, ocupando en conjunto 7.3% de la superficie con degradación química del país.*



**Figura. Erosión química**



**Figura. Erosión química.**

*La degradación química del suelo por polución se debe a la presencia, la concentración y el efecto biológico adverso de algunas sustancias. Éstas pueden provenir de tiraderos a cielo abierto, derrames, residuos industriales, deposición de compuestos acidificantes y/o metales pesados.*

*La salinización o alcalinización es un incremento del contenido de sales en el suelo superficial que provoca, entre otras cosas, la disminución del rendimiento de los cultivos. Se presenta principalmente en las zonas áridas, en las cuencas cerradas y en las zonas costeras que tienen suelos naturalmente salinos. Los sistemas de riego que utilizan agua con una alta concentración de sodio pueden ocasionar la formación de una capa de salitre en la superficie de los suelos con drenaje deficiente, riego excesivo o alta evaporación.*

*La eutrofización es el exceso de nutrimentos en el suelo que perjudica el desarrollo de la vegetación. La polución, salinización y eutrofización se encuentran principalmente en Tamaulipas, San Luis Potosí, Chiapas, Nuevo León, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas.*

*Las causas de la degradación química del suelo involucran una amplia gama de actividades industriales y agrícolas, entre las que se encuentran los derrames de hidrocarburos, la aplicación excesiva de fertilizantes y pesticidas, el mal manejo de materiales, residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos. En el caso de la disminución de la fertilidad, ésta se produce cuando la entrada de nutrimentos, ya sea por fertilización química o biológica o por la conservación de residuos de la cosecha, es menor a su salida en forma de los productos de las cosechas, por las quemas y las lixiviaciones.*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión química en el predio actualmente y si se presentara en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de erosión química existentes:

<b>Tabla. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF</b>		
<b>Tipo de erosión Química</b>	<b>Condición actual del terreno</b>	<b>Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo</b>
<b>Disminución de la fertilidad</b>	No se presenta debido a que la superficie cubierta por selva mediana subperennifolia se encuentra conservada y con buena cobertura forestal.	Inevitablemente se generara en las áreas de desplante del proyecto, sin embargo se conservaran 0.63 has que representa el 43 % del predio, donde se reubicaran todos los ejemplares de flora que se rescataran del área de cambio de uso de suelo, con lo cual se compensara la afectación realizada.  Así mismo se debe tener en cuenta que el terreno presenta un uso de suelo urbano y compatible con el desarrollo del proyecto, además del hecho de que el proyecto cumple con toda la normatividad ambiental aplicable.

<b>Por polución</b>	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad industrial comercial o urbana en el predio por lo cual no se pueden generar derrames de sustancias.	Se podría presentar ya que se manejan combustibles y aceites en el terreno por el funcionamiento de la maquinaria que podrían derramarse.  Sin embargo esto se puede evitar con un adecuado control de estas sustancias, el mantenimiento adecuado de la maquinaria con el fin de evitar fugas o derrames de las mismas. Así como la aplicación de las medidas de prevención y mitigación propuestas
<b>Por Salinización o Alcalinización</b>	No se presenta ya que no se desarrollan actividades agrícolas en el predio, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.	No se presentará ya que no se desarrollaran actividades agrícolas en el proyecto, no es una zona árida y no son suelos inundables por aguas saladas que provoquen la salinización del suelo.
<b>Por eutrofización</b>	No se presenta ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.	No se presentará ya que no se desarrolla ninguna actividad que aporte un excedente de nutrimentos al suelo.

### **Erosión Física.**

Conforme al estudio de la SEMARNAT 2008<sup>1</sup>, se indica que la degradación física consiste en la siguiente:

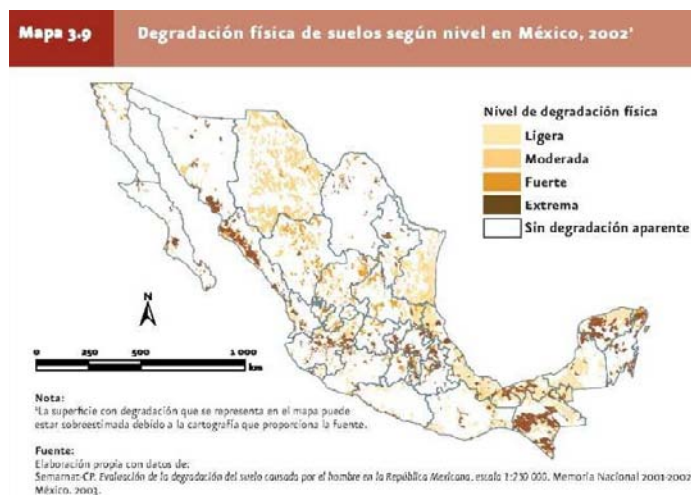
*La degradación física del suelo se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva.*

*La compactación es la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la ruptura de los agregados del suelo.*

*En el encostramiento, los poros se rellenan con material fino, lo que impide la infiltración del agua de lluvia, con el consecuente incremento del volumen de las escorrentías superficiales y la erosión hídrica.*

*El anegamiento se debe a la presencia de una lámina superficial de agua sobre el suelo, frecuentemente asociada a la construcción de represas para riego.*

*El caso contrario al anegamiento es la disminución de la disponibilidad de agua, que se origina por su extracción excesiva con fines agrícolas o de suministro a la población.*



**Figura. Degradación física.**

*De los tipos específicos de degradación física, la compactación, y la pérdida de la función productiva fueron las más extendidas (4% y 1.3%, respectivamente de la superficie nacional con degradación).*

Con base en lo anterior se presenta la siguiente tabla donde se indica si se presenta erosión física en el predio actualmente y si se presentará en el área sujeta al cambio de uso de suelo, clasificándola por cada una de los 4 tipos de causas de la erosión física existentes:

<b>Tabla. Erosión Química presente en el predio y en el área de CUSTF</b>		
<b>Tipo de causa de erosión Física</b>	<b>Condición actual del terreno</b>	<b>Con la ejecución del Cambio de Uso de suelo</b>
<b>Compactación</b>	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal abundante.	Si se presentara ya que la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será compactada para la colocación de las instalaciones del proyecto a excepción de áreas verdes.  Esta actividad es algo inevitable en cualquier tipo de proyecto a desarrollar, sin embargo en compensación el proyecto conservara 43 % del terreno sin intervención.
<b>Encostramiento</b>	Actualmente no se presenta ya que el terreno presenta una cobertura vegetal abundante.	De igual forma hay que recordar que el uso de estos terrenos está regulado por el PDU de Cancún, el cual designa al terreno un aprovechamiento urbano, por lo cual el proyecto cumple con todas las regulaciones. No se presentará ya que el área sujeta al cambio de uso de suelo será mayormente compactada y no se podrá desarrollar este fenómeno, y en las áreas de conservación será imposible que se genere este fenómeno.

<b>Anegamiento</b>	Esta no se presenta en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.	Esta no se presentará en el predio ya que no existen zonas inundables dentro del mismo.
<b>Disminución de la disponibilidad de agua</b>	No se presenta ya que actualmente no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.	No se presentará ya que no se extrae agua del predio para abastecimiento de poblaciones urbanas y no se desarrollan actividades agrícolas.

En el artículo 2 fracción XV del RLGDFS se especifica que la erosión es el proceso de desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo; al respecto, es importante notar que el área del proyecto es topográficamente uniforme sin pendientes fuertes o menores al 5%, los vientos en la mayor parte del año son débiles. Los suelos presentes en la zona del proyecto tienen una susceptibilidad baja a moderada a la erosión. Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expuestos, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

#### **XI.4. No se provocara el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.**

##### **EN CUANTO A CANTIDAD**

La captura de agua o desempeño hidráulico es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, propiciando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. La cosecha de agua de mantos acuíferos es muy intensa en algunas regiones, sobre todo en aquellas localizadas en zonas áridas o semiáridas con distritos de riego, por el contrario, la mayor parte de los estados ubicados a lo largo de las llanuras costeras no tienen problemas de desequilibrios entre su extracción y la recarga de acuíferos, lo que implica que en estas regiones el costo de oportunidad del bosque como capturador de agua es muy bajo<sup>17</sup>.

En la zona en la que se ubica el predio, el acuífero subyacente es de tipo costero de alta permeabilidad, bajo gradiente hidráulico y nivel freático casi estable. Se ubica en la Región Hidrológica Yucatán Este, dentro de la **Cuenca Quintana Roo.**

<sup>17</sup> Torres Rojo, J.M y A. Guevara S. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Gaceta Ecológica Numero 63.

La recarga de acuíferos ocurre a través de los volúmenes infiltrados y los flujos subterráneos se convierten en descargas hacia el mar y los sistemas lagunares.

Se considera que el flujo de agua subterráneo está a poca profundidad, ya que aflora ocasionalmente en cenotes y lagunas intermitentes. En la región, el 80 % del agua pluvial es evaporada y casi el 20 % contribuye a la recarga de los acuíferos.

El acuífero subterráneo, formado por lo general por calizas de características variadas y depósitos de litoral, tiene un espesor máximo del orden de 400 m. La profundidad del nivel estático va de 20 a 50 m hacia su interior y disminuye a menos de un metro en las costas (INEGI, 2005).

La recarga del acuífera tiene lugar durante los meses de mayo a octubre y es originada principalmente por las lluvias de mayor intensidad. En general, la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, favorecen la renovación del acuífero

Con los antecedentes anteriores se tiene que la captura de agua a nivel de cuenca no se vería afectado por el desarrollo del proyecto debido a la superficie de aprovechamiento de terreno que solo es de 1.50 has, dentro de las cueles se estimo con base en el procedimiento oficial de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001), el volumen de escurrimiento anual:

<b>Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación</b>							
<b>Uso</b>	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m <sup>3</sup> )	%
<b>Superficies de conservación</b>	Vegetación de selva mediana subperennifolia	6,319.68	A	0.07	0.028	182.1	42.9
<b>Superficie de aprovechamiento</b>	Vegetación de selva mediana subperennifolia.	8,410.06	A	0.07	0.028	242.4	57.1
<b>Total</b>		14,729.74				424.51	100.00

Por lo tanto comparando los volúmenes de escurrimiento del área sujeta al cambio de uso de suelo y las áreas de conservación, se pueden apreciar que la disminución en el volumen disponible a nivel de predio será del 57.1%, lo cual significa que este servicios no será eliminado solo disminuido considerando que esta superficie de cambio de uso de suelo dejara de captar agua totalmente, sin embargo se debe considerar que todas las superficies que ocuparan las canchas y la plaza y campo de futbol, contarán con un drenaje pluvial separa del sanitario, por cual toda el agua que capten estas superficies finalmente serán infiltradas al subsuelo, por lo cual realmente no se perderá la capacidad de filtración en el terreno, sino que solo se llevara a cabo el proceso de una forma diferente, que al final garantiza la recarga de los mantos fríaticos.

Otro aspecto a considerar es que no se realiza el aprovechamiento de agua en el predio, por lo cual tampoco se reducirá la cantidad de la zona.

### **EN CUANTO A CALIDAD**

En el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Medida de protección ambiental 1	Debe de contar con sanitarios portátiles de acuerdo al número de trabajadores a razón de 1 baño por cada 20 trabajadores. Las aguas residuales generadas, deben ser dispuestas en el lugar que señale la autoridad municipal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Un día antes de comenzar las actividades del proyecto se deberá contar con sanitarios portátiles en cada frente de trabajo.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la factura por la renta de los sanitarios.
Medida de protección ambiental 2	Para conservar el frágil equilibrio ecológico de los ecosistemas interconectados con las aguas subterráneas, debe tenerse especial cuidado para evitar algún derrame de líquidos contaminantes utilizados en la operación de la maquinaria que pudieran infiltrarse al manto freático.
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio

<p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p> <p>Forma de control y seguimiento del cumplimiento</p> <p>Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida</p>	<p>Se deberá vigilar de manera constante que no existan fugas en la maquinaria y equipos. Cuando, por emergencias, se deba dar mantenimiento a la maquinaria y equipo dentro del predio, se colocarán lonas plásticas debajo el área de trabajo. Las lonas y material impregnado de hidrocarburos se considerarán residuos peligrosos.</p> <p>Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental</p> <p>Copia de la bitácora de mantenimiento de la maquinaria.</p>
<p>Medida de protección ambiental 3</p> <p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p> <p>Forma de control y seguimiento del cumplimiento</p> <p>Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida</p>	<p>La maquinaria pesada y los vehículos automotores que se utilicen durante el proyecto, deben recibir mantenimiento, para evitar la contaminación atmosférica, por emisiones de humos y gases.</p> <p>Realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada y los vehículos automotores dependiendo de sus horas de trabajo o kilometraje.</p> <p>Preparación del sitio y construcción</p> <p>Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental</p> <p>Copia simple de la bitácora de mantenimientos de la maquinaria y los vehículos automotores, así como copia del recibo del taller donde se realicen. En caso de que la maquinaria sea rentada, se entregará copia simple de la factura de renta.</p>
<p>Medida de protección ambiental 4</p> <p>Etapas del proyecto en la cual se aplicara</p> <p>Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental</p>	<p>En las diferentes etapas del proyecto, se debe promover la separación de los residuos sólidos orgánicos de los inorgánicos y de los peligrosos, se sugiere que se utilicen contenedores de colores diferentes.</p> <p>Preparación del sitio</p> <p>En cada frente de trabajo se deberá colocar 3 contenedores para la disposición de los residuos.</p> <p>El contenedor para residuos orgánicos deberá tener tapa, pintado de color verde y rotulado con la leyenda residuos orgánicos. El contenedor para residuos inorgánicos deberá tener tapa, pintado de color rojo y rotulado con la leyenda residuos inorgánicos. El contenedor para residuos peligrosos deberá tener tapa, pintado de color negro y rotulado con la leyenda residuos peligrosos. Cuando los contenedores estén al 80 % de su capacidad deberán ser dispuestos en el almacén temporal. No se utilizarán contenedor con residuos de aceite o algún hidrocarburo. Los contenedores deberán ubicarse en las zonas donde el personal tome sus alimentos y</p>



Forma de control y seguimiento del cumplimiento	recesos, así como en las inmediaciones de las áreas donde se estén llevando a cabo los trabajos, asegurando un fácil acceso por parte de los trabajadores a estos contenedores
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Separar y enviar los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) a un centro de acopio
Tipo de medida	Preventiva
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Preparación del sitio
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	La empresa separará los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) y los colocará en el almacén temporal para su posterior disposición.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Recibo de entrega a una empresa especializada en el manejo de materiales reciclables.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

## XI.5 Justificación económica

### XI.5.1 Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Con el objetivo de demostrar que el proyecto es más rentable a largo plazo se comparará el ingreso que se obtendrán del terreno en sus condiciones actuales contra la inversión inicial del proyecto y proyección a largo plazo de todos los ingresos que generaría el proyecto contra lo que se obtendría del terreno tras el paso de los años.

#### Año 1

Comparación de beneficios económicos Año 1	
Estimación económica de recursos del área sujeta al cambio de uso de suelo	Inversión inicial para instalación del proyecto
\$392,884.40	\$30,000,000.00

Actualmente con base en los cálculos presentados en el Capítulo de la estimación económica de recursos, sería factible obtener recursos económicos del área sujeta a cambio de uso por una cantidad de \$392,884.40 pesos, por el contrario requeriría de inversión de \$30,000,000 pesos, por lo cual en el primer año es más rentable la ejecución del proyecto que conservarlo como actualmente se encuentra o dándole un uso menos rentable.

## Año 2

En el segundo año ya no se podrían obtener los \$4,717,104.73, debido a que los recursos solo se podrían aprovechar en el primer año, por lo tendrían que esperar un periodo de tiempo de por lo menos 20 años para poder obtener nuevamente los recursos del predio.

Por su parte el proyecto ya en la etapa de operación tendría que implementan una serie de medidas y programas ambientales que estará obligado a realizar una vez que le evalúen la etapa de operación del proyecto, los cuales se resumen a continuación:

Programas o acciones	Cantidad	Valor total\$
Plan de educación ambiental	1	5,000.00
Capacitación en educación ambiental y salud ocupacional	1	3,500.00
Manejo de aguas residuales	1	2,000.00
Señalización	1	2,000.00
Manejo de residuos solidos	1	10,500.00
Manejo y readecuación paisajístico	1	15,200.00
Plan de contingencias	1	8,500.00
Seguimiento a programas	1	14,400.00
<b>Total</b>		<b>61,100.00</b>

Aunada a esta cantidad se debe general los pagos por los empleos generados anualmente, que representan un beneficio para los habitantes locales, los cuales se estiman en 30 empleos fijos para la plantilla de profesores y encargados de mantenimiento, directivos y oficinistas, con un valor aproximado en pago de salarios de 1,800,000 pesos al año, considerando un suelo mínimo por empleado de \$5,000.0 Pesos

En resumen en el segundo año y para el resto de los años de operación del proyecto se generaría una derrama económica de \$1,861,100.00 pesos anuales, lo cual solo contempla las cuestiones ambientales y los empleos generados.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que **EL USO ALTERNATIVO DEL SUELO QUE SE PROPONE ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO.**

## **XI. 6 Justificación social**

Aunque el flujo de migración en Benito Juárez ha disminuido, debido a que se concentra ahora en dos municipios vecinos, Solidaridad y Tulum, las autoridades encargadas de la planeación de uso de suelo prevén un aumento de la dinámica del crecimiento natural de la población por el gran número de personas nacidas en la ciudad en los últimos años.

En ese sentido el gobierno municipal realiza estudios para definir las áreas más aptas para la expansión de la mancha urbana, donde se puedan dar el desarrollo inmobiliario de acuerdo a la aptitud territorial, como resultado del análisis de las condiciones físico naturales de la zona. Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de La Visión 2016 se considere la necesidad de contar con “Un Quintana Roo con ciudades dignas que crecen ordenadamente conforme a sus programas de desarrollo urbano, con reservas territoriales suficientes para su crecimiento, donde la población Cuenta con servicios públicos urbanos de calidad, lo que les permite crecer y desarrollarse en mejores niveles de bienestar familiar y personal”.

Ahora bien el establecimiento del proyecto educativo “Escuela Secundaria en Puerto Morelos”, en primer parte formara parte de la infraestructura para el desarrollo de Puerto Morelos, se respetara el crecimiento ordenado, se elevara la competitividad educativa en la zona y lo más importante será un centro de educación y cultura para los niños de la ciudad.

Por otra parte, este tipo de proyectos traen consigo además del beneficio educativo y cultural, otros beneficios asociados, como son las inversiones necesarias para su realización, lo que implica la contratación de empresas que ejecutarán las actividades, la compra de insumos, así como los pagos de permisos y derechos.

La inversión contribuirá con la creación de más de 90 empleos temporales que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona; impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Benito Juárez, al gobierno estatal y federal.

Finalmente el proyecto tiene una capacidad para recibir 1000 alumnos, y contemplando expresado en los párrafos anteriores se comprueba que el uso de suelo que se le dar por el proyecto es más productivo y sustentable ambientalmente a corto, mediano y largo plazo, que si se conservara el uso actual.

Con lo anterior se demuestra la excepcionalidad del CUSTF que señala el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

## **XII. DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DE RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.**

### **XII.1 Responsable del estudio en materia de impacto ambiental**

#### **XII.1.1 Nombre o razón social**

Quiroz Q, y Asociados S.C.

#### **XII.1.2 Registro federal de contribuyentes**

QQA100727UJ8

#### **XII.1.4 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio**

##### **Integración del Documento Técnico Unificado:**

M en C Lourdes Quiroz Quiroz /Ing. J. Ricardo Alvarado E/ Lic. Patricia Ledesma S./ C.bKatsumi Nagano. Proyecto Arquitectónico: Arq. Raúl Basurto/ITM Desarrolladores.

#### **XII.1.5 Nombre del responsable técnico del estudio y dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo forestal.**

TSU. Manuel Vargas Hernández con Registro Forestal Nacional, Libro mex, tipo ui inscripción, Vol. 3, Núm. 6, Año 09.

#### **XII.1.6 Dirección del responsable técnico del estudio**

Av. López Portillo, Supermanzana 86, Manzana 9, lotes 1-5, 33. Puerto Juárez-Cancún Quintana Roo. C.P. 77520.

Tel. (01998) 8433239 y Cel. 9988741830.

e-mail: [quirozlu@prodigy.net.mx](mailto:quirozlu@prodigy.net.mx)

Los abajo firmantes bajo protesta de decir verdad manifiestan que el estudio se elaboró y analizó utilizando las mejores técnicas y métodos científicos utilizados en la región, y que la información contenida en el DTU para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto, sobre el predio en comento, que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales derivados del CUSTF.

**C. Martin Isauro Martinez Javier**  
**Representante legal**

-----

**M en C. Lourdes Quiroz Quiroz**  
**Quiroz Q y Asociados S.C.**  
**Integración del DTU**

-----

**TSU. Manuel Vargas Hernández**  
**Responsable técnico forestal**

-----

### **XIII. VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO.**

Geográficamente, el sitio del proyecto se localiza a ubicado en la en la Supermanzana 19, Manzana 35, Lote 9-05 de la localidad de Puerto Morelos, en el Municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo. Esta localización implica la vinculación con los siguientes ordenamientos jurídicos que son aplicables al predio y al proyecto en materia del impacto ambiental y forestal en virtud de lo establecido El ACUERDO por el que se unifica la evaluación de impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En el trámite de cambio de uso de suelo forestal prevé dos modalidades. La Modalidad A, relativa a la autorización en materia de impacto ambiental para las obras o actividades descritas sólo en la fracción VII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el correspondiente a la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previsto en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS): Esto es, mediante esta modalidad se evalúa únicamente el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y su impacto ambiental.

#### **XIII.1 Constitución política de los estados unidos mexicanos**

Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.- *Los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes:*

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

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;*
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;*
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;*
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;*
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;*
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;*
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia;*
- i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales.*

*En lo conducente y de conformidad a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios;*

## VINCULACIÓN.

Con base en lo anterior, se asume que es el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, es la autoridad competente para definir los usos del suelo. Por ello, la actuación se ha planificado en apego a los lineamientos aprobados en materia de regulación de los usos de suelo determinada a través de su cabildo y establecidos en el Periódico Oficial del Estado el 20 de mayo de 2009, mediante el cual se publicó la Actualización al Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos.

### XIII.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA).

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

*Artículo 30.-“Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá de contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”*

*Artículo 35.- La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.*

## VINCULACIÓN.

El proyecto que se presenta, en apego al acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la secretaría de medio ambiente y recursos naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican...la promovente presenta el trámite unificado de cambio de uso de suelo en terrenos forestales en virtud de lo establecido por el artículo 28, inciso VII, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, por lo que se solicita el cambio de uso de suelo en materia de impacto ambiental de forestal a urbano por el equipamiento de la escuela y en materia forestal por la remoción parcial de vegetación mediana subperennifolia, en el predio.

### **XIII.3 Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (RIA)**

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

**Inciso A) Hidráulicas, subinciso VI.** *Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;*

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

#### **Vinculación**

El proyecto que se presenta encuadra dentro de lo establecido por el artículo 5, incisos O) del REIA.

Por lo anterior se solicita a esa Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en el Estado de Quintana Roo, la recepción de este DTU así como su evaluación, dictámen y autorización para el cambio de uso de suelo forestal establecido por la remoción parcial de vegetación en el predio.

### **XIII.1.4 Ley general de desarrollo forestal sustentable**

En cuanto al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, los artículos 117 y 118 de la LGDFS prevén que: La Secretaría sólo podrá autorizarlo por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...; y que “los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento...”.

#### **Vinculación:**

En su momento se acatará lo establecido a la presentación del proyecto a los miembros del consejo estatal forestal, así como se emitirá el pago, en el momento que lo establezca la secretaria.

### **XIII.5 Reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable.**

**Artículo 120.-** Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:

(...)

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo...

***Vinculación:***

En virtud del ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican. La promovente presenta el Trámite Unificado modalidad A de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**Artículo 121.-** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente: (...)

***Vinculación:***

En virtud del ACUERDO por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican. La promovente presenta el Trámite Unificado de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

## **CONCORDANCIA CON LOS INSTRUMENTOS DE GESTIÓN Y ADMINISTRACIÓN TERRITORIAL.**

### **XIII.6 Programa director de desarrollo urbano del centro de población de puerto morelos. (PDDUPM)**

En el **PDDUPM** publicado el 20 de mayo de 2009, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, se establecen los usos del suelo así como los parámetros y lineamientos a los que se deberá sujetar los predios localizados en la zona urbana de Puerto Morelos.

El área de aplicación del **PDDUPM** tiene una extensión de 5,714.02 hectáreas. De acuerdo con la Estrategia planteada en el Programa, se establece un total de 3,350.20 hectáreas destinadas a usos habitacionales y turísticos, 1,946.96 hectáreas de conservación de manglares, 44.11 hectáreas para equipamiento y 372.75 hectáreas de vialidades primarias<sup>18</sup>. En tal virtud, del área bruta a desarrollar son 3,350.20 hectáreas que corresponden al 59% del área total, de las cuales un 25% corresponde a vialidades secundarias y 11.25% de donación que equivalen al 15% del área total, por lo que resultan 1,518.77 hectáreas de área

<sup>18</sup> 1.11.5 Dosificación de Usos, Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos.



destinadas a lotificar. De acuerdo con los índices establecidos a la reserva territorial de la zona, se podrá albergar una población de alrededor de 170,000 habitantes, considerando a 4 habitantes por vivienda, el número de viviendas urbanas previstas para la reserva será de 42,428.

## VINCULACIÓN.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la mancha urbana de Puerto Morelos, se localiza hacia la porción Noreste del polígono que regula el **PDDUPM**, El predio cuenta con una superficie **1.47 hectáreas**, y en él, ocurre un uso de suelo establecidos por el **PDDUPM**, el que se indica a continuación:

Clave	Uso de suelo PDDUPM
CU	Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento

Los parámetros y lineamientos aplicables para el cambio de uso de suelo, establecidos en el PDDUPM, y aplicables para este proyecto le corresponde el coeficiente de modificación del suelo.

CU Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento	
Predio (m <sup>2</sup> )	14,729.74
CMS aplicable (PDDU)	80.00% (11,783.79 m <sup>2</sup> )

Por las obras y actividades del proyecto que se pretenden respecto al cambio de uso de suelo, para efectos de ésta solicitud sólo aplican los parámetros que implican desplante y el que se refiere al Coeficiente de modificación del suelo, y que requiere la autorización de ésta autoridad para una superficie de 8410.059 m<sup>2</sup> (0.84 Ha).

CU Centro Urbano Mixto Hab/cm/serv/equipamiento	
Predio (m <sup>2</sup> )	14,729.74
CMS aplicable (PDDU)	80.00% (11,783.79 m <sup>2</sup> )
CMS Proyecto Secundaria	57% (8,410.06 m <sup>2</sup> )

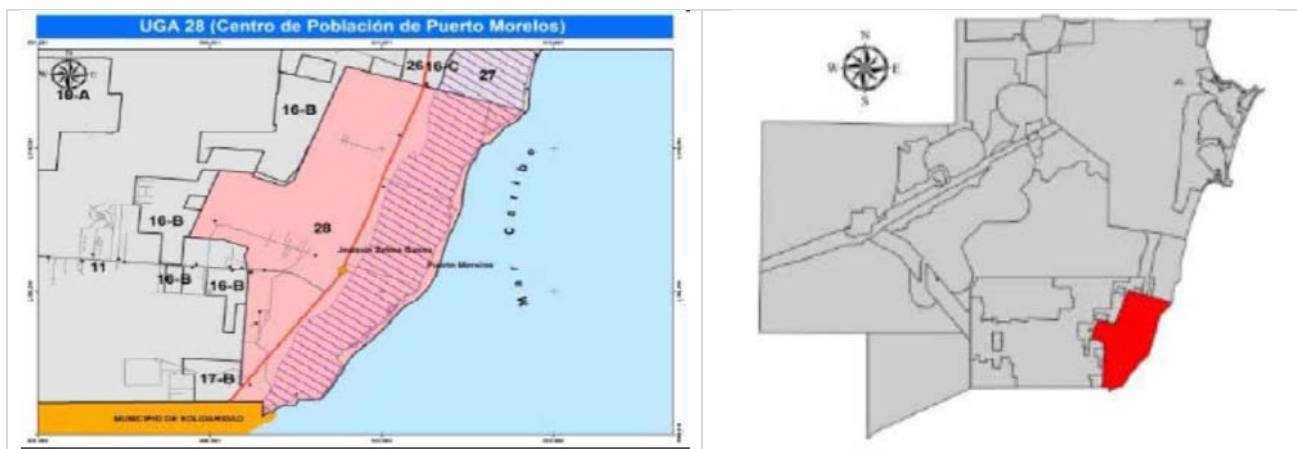
## Conclusión.

En virtud de lo expuesto en el apartado que antecede, se deja en evidencia que el proyecto que se presenta, así como sus componentes que lo integran, no se contraponen con el uso de suelo del sitio, ajustándose claramente el Coeficientes de Modificación del Suelo (**CMS**) establecido en el **PDDUPM**.

De acuerdo con lo anterior, se concluye que el proyecto propuesto para el cambio de uso de suelo es concordante el **PDDUPM**.

## XIII.7 Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de benito Juárez, quintana roo. (POELBJ)

De acuerdo con el **POELBJ**, publicado el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el predio del proyecto se encuentra localizado en la Unidad de Gestión Ambiental **UGA 28**, la cual corresponde al “**Centro de Población de Puerto Morelos**”.



Superficie:  
5,740.85 has.

Política Ambiental:  
Aprovechamiento Sustentable.

Criterios de Delimitación:

Esta UGA se delimitó con base en la poligonal decretada para el Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de 2009, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACIÓN	HECTÁREAS	%
Ma	Manglar	1,912.70	33.32
VSA	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en buen estado	1,075.26	18.73
AH	Asentamiento humano	659.07	11.48
SBS	Selva Baja Subcaducifolia	531.90	10.66
VS2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en recuperación	566.06	9.86
VSa	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	444.28	7.74
CA	Cuerpo de agua	169.38	2.95
TU	Tular	164.21	2.86
SV	Sin vegetación aparente	99.98	1.74
MT	Matorral costero	30.50	0.53
PZC	Pastizal cultivado	5.78	0.10
GR	Mangle chaparro y graminoides	1.51	0.03
ZU	Zona urbana	0.21	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>5,740.85</b>	<b>100.00</b>

% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:

**62.96 %**

Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:

**51.81 %**

**Objetivo de la UGA:**

Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro

**Problemática General:**

Presión sobre los recursos naturales y riesgo de contaminación al acuífero por el incremento de asentamientos irregulares; Incremento en la incidencia y recurrencia de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados

**Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):**

De acuerdo a INEGI (2010), esta UGA cuenta con 11 localidades, siendo la principal Puerto Morelos. La población total de esta UGA es de 9,256 habitantes.

La red vial abarca un total de 58.14 km.

**Lineamientos Ecológicos:**

- Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Puerto Morelos, para disminuir los procesos de deterioro de los recursos naturales.
- Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.
- Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.
- Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años. Los centros de población con menos de 50,000 habitantes que carezcan de relleno sanitario deberán considerar dentro de su PDU, la presencia de al menos un sitio de disposición temporal de los RSU, o terminal de transferencia.
- Se mantiene como áreas de conservación el 100% de los manglares que se encuentran dentro del PDU de Puerto Morelos, de acuerdo con la normatividad vigente.

**Recursos y Procesos Prioritarios:**

Suelo, Manglares, Vaso regulador de flujos, Biodiversidad.

**Parámetros de aprovechamiento:**

Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.

**Usos Compatibles:**

Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

**Usos Incompatibles:**

Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

Usos	CLAVE	Criterios de Regulación Ecológica												
Agua	URB	01	02	03	04	07	08	09	10	11	12	13	14	
Suelo y Subsuelo		15	16	17	18									
Flora y Fauna		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
		30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	42		
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
		55	56	57	58	59								

Se muestra a continuación la vinculación del proyecto con relación a los **Criterios Ecológicos Generales y Específicos** que aplican en la Unidad de Gestión Ambiental UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”.

**CRITERIOS GENERALES.**

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO ECOLÓGICO	VINCULACIÓN
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que	En el proyecto se contará jardines y ejemplares de flora nativa. En caso de ser necesaria la aplicación de productos serán de acuerdo a los listados de la CICOPLAFEST.

	estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	
<b>CG-02</b>	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	En el proyecto no se emplearán agroquímicos, por lo que no aplica el criterio.
<b>CG-03</b>	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	Se mantendrá una superficie importante con suelo natural, lo que permitirá seguir captando el agua pluvial. Los espacios en los que no se autorice el aprovechamiento y que se encuentre afectado, se realizará la reforestación correspondiente, a efecto de mejorar la cubierta vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos.
<b>CG-04</b>	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	El proyecto corresponde al cambio de uso de suelo, no aplica el criterio.
<b>CG-05</b>	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	En el caso que nos ocupa, el predio tiene una superficie mayor a los 3,001 m <sup>2</sup> de acuerdo a lo indicado en el artículo 132 de la LEEPAQROO, por lo que le corresponde proporcionar un 40% como área permeable.  El predio cuenta con una superficie de 1.47 Ha, por lo que le corresponde proporcionar un área permeable de 0.58 ha (40%).  <b>No obstante el proyecto deja <u>el 43% del total del predio que corresponde a 0.63 ha.</u> Por lo que cumple con el criterio.</b>
<b>CG-06</b>	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de	El predio por sus características y alcances, no requiere zonificación toda vez que se ubica dentro de una unidad de paisaje la que permite ocupar el proyecto que se presenta.

	<p>aprovechamiento preferentemente en áreas “<i>sin vegetación aparente</i>” y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	
<b>CG-07</b>	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</p>	<p>De acuerdo con el sitio en el que se encuentra el predio, se observa que la zona ya presenta por si sola implicación de irrupciones en la conectividad ecosistémica. No obstante, el planteamiento del proyecto respeta el 43% como conectividad al mantener sin afectación el área de selva existente en el terreno, con lo que garantiza el libre pasó hacia ese espacio. Se respeta lo indicado por el criterio ecológico.</p>
<b>CG-08</b>	<p>Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación</p>	<p>El predio no cuenta con humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, el criterio no es aplicable.</p>
<b>CG-09</b>	<p>Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.</p>	<p>El proyecto se encuentra ubicado en un espacio completamente urbanizado y la remoción de la vegetación implicará la utilización de los espacios aprovechables y establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano de Puerto Morelos.</p> <p>Se respetan en todo momento los parámetros urbanos de Coeficiente de Modificación de Suelo establecidos por el Programa.</p>
<b>CG-10</b>	<p>Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.</p>	<p>El proyecto no considera la apertura de nuevos caminos. El proyecto plantea el desarrollo de una secundaria con andadores al interior del predio, y que son necesarios como parte de la infraestructura del proyecto.</p>
<b>CG-11</b>	<p>El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.</p>	<p>Se respetarán todos los lineamientos que establezcan las diferentes autoridades en las resoluciones correspondientes al proyecto. El planteamiento propuesto es acorde y respeta los coeficientes de modificación de suelo permitidos para el terreno por el Programa de Desarrollo Urbano de Puerto Morelos.</p>
<b>CG-12</b>	<p>En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el</p>	<p>El predio corresponde un uso de suelo de acuerdo con el POELBJ, el cual corresponde</p>

	mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	a la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”. Conforme al PDDUPM en cada uso de suelo aplicable se mantiene y respeta el coeficiente de modificación aplicable.
<b>CG-13</b>	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	Tal y como se indica en el criterio, se ejecutarán las actividades de rescate en la superficie que autorice la Secretaría previo al desarrollo de las obras.
<b>CG-14</b>	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El proyecto se ajusta a lo indicado en los parámetros y lineamientos establecidos por el PDDUPM para el predio en específico. No se rebasan las superficies máximas de aprovechamiento indicadas. Se da cumplimiento a las superficies de desmonte y aprovechamiento que se establecen en los diferentes lineamientos de carácter urbano y ambiental. Se respeta y cumple lo indicado en el criterio ecológico.
<b>CG-15</b>	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	El proyecto eliminará del predio las especies exóticas que se encuentran en su interior.  Se da cumplimiento con lo indicado por el criterio CG-15.
<b>CG-16</b>	La introducción y manejo de palma de coco ( <i>Cocos nucifera</i> ) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.	El proyecto no considera la utilización de palmas de coco, no obstante en caso de pretender utilizarse dichos individuos será conforme lo indica el Criterio.
<b>CG-17</b>	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.	Se atiende lo establecido, toda vez que:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• El proyecto eliminará del predio la vegetación exótica que se encuentra en su interior.</li> <li>• El proyecto no pretende realizar el manejo de flora exótica.</li> <li>• No se emplearán ejemplares de fauna exótica.</li> <li>• No será necesaria la implementación de una Unidad de Manejo Ambiental.</li> </ul> Lo anterior a efecto de atender y cumplir con lo indicado por el criterio ecológico.

	<p>4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural.</p> <p>5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p>	
<b>CG-18</b>	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El proyecto no considera actividades de acuicultura. No aplica el criterio.
<b>CG-19</b>	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El proyecto contará con vialidades al interior del predio, a efecto de conectar las diferentes áreas del predio. El acceso será controlado, lo anterior a efecto de dar cumplimiento a lo establecido por el criterio.
<b>CG-20</b>	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	Al interior del predio no se encuentran cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua, no es aplicable el criterio.
<b>CG-21</b>	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	En el sitio no se encuentran vestigios arqueológicos.
<b>CG-22</b>	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El proyecto respeta los tendidos de energía eléctrica de alta tensión.
<b>CG-23</b>	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	Se atiende lo indicado por el criterio, toda vez que toda la infraestructura de conducción y tendidos serán subterráneos a efecto de evitar la contaminación visual. No se afecta el paisaje. Se atiende de lo indicado por el criterio.
<b>CG-24</b>	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	El proyecto no considera la construcción de carreteras. No aplica el criterio.
<b>CG-25</b>	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El proyecto corresponde al cambio de uso del suelo. La conservación propuesta de manera integral previene la disminución de la erosión hídrica y eólica.

<b>CG-26</b>	<p>De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</p> <p>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</p> <p>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</p> <p>C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>El proyecto no contará con campamentos de construcción, toda vez que los trabajadores del proyecto provendrán del mismo centro urbano de Cancún y de Puerto Morelos.</p> <p>No obstante se adoptarán ciertas medidas de manejo tales como:</p> <p>Dotación de sanitarios portátiles para los trabajadores uno por cada 20.</p> <p>Se contará con espacios específicos para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos.</p> <p>Los residuos peligrosos que se pudieran generar tales como estopas, contendores y demás impregnados con aceites o combustibles, serán manejados conforme los protocolos previamente fijados por la autoridad.</p> <p>Se atiende lo establecido por el criterio ecológico.</p>
<b>CG-27</b>	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.</p>	<p>El proyecto no considera la construcción de sitios para la disposición final de residuos sólidos urbanos. No resulta aplicable el criterio.</p>
<b>CG-28</b>	<p>La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.</p>	<p>El proyecto utilizará en la medida de lo posible el material derivado de remoción y excavación en las diferentes áreas del proyecto. El sitio no presenta residuos sólidos urbanos, por lo que pueden ser usados en diferentes espacios del mismo proyecto.</p>
<b>CG-29</b>	<p>La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.</p>	<p>La disposición final de los residuos sólidos será conforme lo indique la autoridad competente.</p>
<b>CG-30</b>	<p>Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.</p>	<p>El proyecto no considera la generación de desechos biológicos infecciosos.</p>
<b>CG-31</b>	<p>Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del</p>	<p>El proyecto no considera la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.</p>



	<p>área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.</p>	
<b>CG-32</b>	<p>Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.</p>	<p>El proyecto no realizará quema de basura, entierro o disposición de ésta a cielo abierto. Los residuos se manejarán conforme lo indique la autoridad competente.</p>
<b>CG-33</b>	<p>Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.</p>	<p>El proyecto realizará la disposición final de los residuos conforme lo indique la autoridad competente. Se contará con un sitio específico para el acopio temporal de los residuos sólidos.</p>
<b>CG-34</b>	<p>El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.</p>	<p>El criterio no aplica. Por el cambio de uso del suelo no implica materiales pétreos.</p>
<b>CG-35</b>	<p>En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.</p>	<p>El proyecto utilizará en la medida de lo posible el suelo y rocas obtenidas únicamente de los espacios autorizados para su aprovechamiento en las diferentes autorizaciones que se obtengan. Bajo ninguna condición se utilizará material como suelo, subsuelo o rocas de sitios no autorizados para su aprovechamiento, para el cambio de uso de suelo.</p>
<b>CG-36</b>	<p>Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.</p>	<p>El proyecto no considera la realización de actividades agrícolas, pecuarias o forestales. No resulta aplicable el criterio.</p>
<b>CG-37</b>	<p>Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.</p>	<p>Se atenderá lo indicado por el criterio. El material de suelo vegetal que se obtenga será acopiado en un vivero temporal, a efecto de ser empleado posteriormente en áreas jardinadas, de conservación o donde se requiera formar y enriquecer el suelo.</p>
<b>CG-38</b>	<p>No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas</p>	<p>El proyecto no implica transferencia de densidades el predio se encuentra inmerso en una sola unidad de gestión ambiental. El</p>

	rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	criterio no es aplicable.
<b>CG-39</b>	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El proyecto respetará los porcentajes de desmonte que indique la autoridad competente en las diferentes resoluciones obtenidas y por obtener.

### CRITERIOS ESPECÍFICOS.

Usos	CLAVE	Criterios de Regulación Ecológica Específica.											
		01	02	03	04	07	08	09	10	11	12	13	14
Agua	URB	15	16	17	18								
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	42	
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

CRITERIO	TEXTO DEL CRITERIO	VINCULACIÓN
<b>Agua.</b>		
<b>01</b>	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	El criterio no aplica dado que la solicitud es por el cambio de uso del suelo en terrenos forestales. No obstante, la Escuela Secundaria en Puerto Morelos, se conectará al sistema existente en el fraccionamiento, el que cuenta con una PTAR con la capacidad suficiente para atender las necesidades del proyecto, y que da cumplimiento a lo establecido por las Normas Oficiales Mexicanas.
<b>02</b>	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	El proyecto podría emplear también el sistema con biodigestores, de manera complementaria.
<b>03</b>	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento	En la zona existe sistema de drenaje sanitario con lo que opera el fraccionamiento colindante.

	debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA	
04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos	No aplica. El proyecto no considera el establecimiento de sistema de producción agrícola intensiva o de cualquier otra modalidad.
07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El proyecto no considera la disposición de las aguas residuales sin previo tratamiento hacia cuerpos de agua, zonas inundables y/o suelo y subsuelo. El proyecto por el contrario plantea conectarse al sistema de servicios que ofrece la zona como la planta de tratamiento para las aguas servidas del proyecto.
08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	Al interior del proyecto se consideran espacios jardinados en los que se incorporarán elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas. No se pretende utilizar especies exóticas en estos espacios.
09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	Se cumple con lo indicado, toda vez que se cuenta con áreas nativas que contarán con elementos arbóreos y arbustivos nativos. Se respeta lo indicado por el criterio.
10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	No aplica el predio carece de cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua.
11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	De manera adicional se emplearán reglamentaciones para recomendar un uso eficiente del recurso.
12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto se conectará a los servicios existentes en la zona que cuenta con una PTAR.
13	La canalización del drenaje pluvial hacia	El criterio no aplica dado que no

	espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	implica construcción.
14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El criterio no es aplicable, el proyecto no considera la construcción de crematorios.
15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El proyecto no considera la construcción de crematorios, por lo que no aplica el criterio.
16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El proyecto no se localiza en la franja costera, por lo que no es aplicable el criterio.
17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El proyecto no involucra actividades de aprovechamientos de recursos biológicos forestales, como semillas u otros de propagación por parte de particulares. No aplica el criterio.
18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	Se contará con puntos de acopio temporal para que en caso de contingencia se puedan mantener cierto tipo los residuos sólidos urbanos.
<b>Suelo y subsuelo.</b>		
19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	El proyecto no implica la construcción u operación de bancos de materiales pétreos, por lo que no aplica el criterio.
20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas,	En el interior del predio se carece

	cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	de cenotes, rejolladas, cuevas y caverna el criterio, no aplica.
21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El proyecto no considera la apertura o explotación de bancos de material, por lo que no aplica el criterio.
22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto no considera la apertura o explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que no aplica el criterio.
23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	El proyecto no se localiza en un área de banco de materiales pétreos que requieran su rehabilitación. No aplica el criterio.
24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	Se contará con los programas correspondientes al manejo adecuado de los residuos sólidos, de conformidad con la normatividad vigente en la materia ante las instancias respectivas.
25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento	Se trata de una Escuela Secundaria. El criterio no es aplicable.
26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido,	El proyecto cumple con lo indicado, toda vez que se cuenta con diferentes áreas nativas, las cuales se encuentran distribuidas en el proyecto, con el objeto de mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica y brindar zonas

	dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	que mejoren el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido y en general contar con espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos. En virtud de lo anterior se cumple con lo indicado por el criterio.
27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	No habrá equipamiento en las áreas verdes del proyecto.
28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El predio no corresponde a un área excavada de sascabera en desuso, por lo que no aplica el criterio.
29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	El proyecto utilizará en la medida de lo posible el material pétreo extraído de los cortes de nivelación dentro del mismo predio. Se cuidará que el excedente o lo que no sea utilizable se disponga conforme lo indique la autoridad. Se atiende y cumple lo indicado por el criterio ecológico.
<b>Flora y Fauna.</b>		
30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	El criterio no aplica, el predio carece de zonas inundables,
31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	Se acata lo indicado por el criterio, a través de los Programas de manejo de flora y fauna. En el que se considera que los ejemplares que sean rescatados, serán reubicados en las zonas mejor conservadas, a efecto de garantizar su sobrevivencia.
32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios	En el 100% de las áreas nativas se preservarán los ejemplares de árboles nativos que cuenten con DAP mayores a 15 cm. Se da cumplimiento a lo indicado por el criterio.
33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de	El proyecto no considera el desarrollo de zonas industriales o centrales de abastos, por lo que no

	abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	resulta aplicable el criterio.
34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	Se presenta el correspondiente programa para su respectiva valoración y autorización. Las acciones de rescate incluyen los sitios de reubicación, los cuales consistirán en las zonas de conservación que cuenta el proyecto.
35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se considera la introducción o liberación de fauna exótica en ninguna de las áreas del proyecto.
36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente	Al interior del predio no se cuenta con manglar no aplica el criterio.
38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	Las áreas verdes del proyecto preservarán el 100% de los ejemplares de árboles nativos que cuenten con DAP mayores a 15 cm.
40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El predio del proyecto no colinda con alguna área natural protegida, por lo que no aplica el criterio.
41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote ( <i>Manilkara zapota</i> ), la guaya ( <i>Talisia olivaeformis</i> ), capulín ( <i>Muntingia calabura</i> ), Ficus spp, entre otros.	El criterio no es aplicable, no se pretende un proyecto urbano <sup>19</sup> . El proyecto es una secundaria.
42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña <i>Ateles geoffroyi</i> , mediante la regulación de los horarios de uso del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	El proyecto es una Secundaria además de que el predio no cuenta con poblaciones de mono araña.  No obstante se dejan áreas nativas distribuidas al interior del desarrollo, se mantiene el 43% del predio sin intervención, manteniendo la conectividad con

19

El concepto de proyecto urbano se refiere, principalmente, a una manera particular de intervenir y gestionar la ciudad. Consiste en una forma de construir la ciudad de manera más operativa que normativa y se plantea una posición alternativa al urbanismo tradicional, cuya naturaleza normativa basada en la zonificación, ha dominado las maneras de planificar el territorio

		los predios colindantes.
<b>Paisaje.</b>		
<b>43</b>	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	Las áreas verdes del proyecto tendrán contenedores de residuos sólidos, para evitar contaminación por dispersión de residuos sólidos. Se contará con la cubierta vegetal para mitigar el ruido y se prohibirá la utilización de las áreas para fecalismo al aire libre.
<b>44</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	No aplica toda vez que el predio del proyecto no se localiza colindante a la zona federal marítimo terrestre.
<b>45</b>	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	El proyecto ocupará siempre especies nativas en las tareas de reforestación o para dotar de cubierta vegetal las zonas jardinadas.
<b>46</b>	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El proyecto no involucra el establecimiento de actividades industriales. No resulta aplicable el criterio.
<b>47</b>	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	El predio del proyecto no presenta colindancia con Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que no resulta aplicable el criterio.
<b>48</b>	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	Se atiende lo indicado por el criterio, toda vez que se mantendrán en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas, parques, áreas verdes y jardines y bajo conservación, por lo que estos ejemplares se integrarán al proyecto.
<b>49</b>	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo	El predio del proyecto no colinda con área de playas, por lo que no resulta aplicable el criterio.



	de los huevos y eclosión de las crías.	
50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: <i>Ipomea pes-caprae</i> , <i>Sesuvium portulacastrum</i> , herbáceas: <i>Ageratum littorale</i> , <i>Erythalis fruticosa</i> y arbustos: <i>Tournefortia gnaphalodes</i> , <i>Suriana maritima</i> y <i>Coccoloba uvifera</i> y Palmas <i>Thrinax radiata</i> , <i>Coccothrinax readii</i> .	Al interior del predio del proyecto, ni en sus colindancias se desarrollan dunas costeras, toda vez que el predio no colinda con la zona de playas.
51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</li> <li>• Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</li> <li>• Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</li> <li>• Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</li> <li>• Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas</li> </ul>	El proyecto no colinda con la zona costera o de playas, por lo que no aplica el criterio.
52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</li> <li>• Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</li> <li>• Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</li> <li>• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</li> <li>• Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las</li> </ul>	El proyecto no colinda con la zona costera, y zona de playas, por lo que no aplica el criterio.

	<p>siguientes medidas para la mitigación del impacto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> <li>• Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</li> </ul>	
<b>53</b>	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o dunas, por lo que no aplica el criterio.
<b>54</b>	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o de dunas, por lo que no aplica el criterio.
<b>55</b>	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o de dunas, por lo que no aplica el criterio.
<b>56</b>	<p>En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas.</p> <p>El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas</p>	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o de dunas, por lo que no aplica el criterio.

57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o de dunas, por lo que no aplica el criterio.
58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto no colinda con la zona costera, de playas o de dunas, por lo que no aplica el criterio.
59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	El proyecto atiende lo indicado, toda vez que los residuos que deriven del retiro de la vegetación, serán incorporados al suelo de las zonas de conservación y áreas jardinadas, con el objeto de mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.

### XIII.8 Normas oficiales mexicanas.

En esta sección se describen brevemente las NOM's que son aplicables o requieren ser aplicadas al proyecto para garantizar su viabilidad ambiental. En la tabla se presentan las Normas consideradas, catalogadas por materia y una síntesis de las acciones y/o procesos a través de los cuales se les dará cumplimiento.

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria en la preparación del sitio; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día. Con el objeto de dar cumplimiento y atención a lo establecido por la norma para el presente proyecto, se establecerá a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de estar dentro de los parámetros que regula la norma. Se estima que no se realizarán ruidos fuera de los comunes de una obra de esta naturaleza.
NOM-081-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se tiene previsto medidas regulatorias para los contratistas y prestadores de servicios donde se dé cumplimiento a esta norma para el presente proyecto.
NOM-060-SEMARNAT-1994	Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el	Se realizará el picado y esparcido de residuos vegetales sobre el suelo para fortalecer su descomposición.

NOM	ÁMBITO DE APLICACIÓN	OBSERVACIONES DE CUMPLIMIENTO
NOM-053-SEMARNAT-1994	<p>aprovechamiento forestal.</p> <p>Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestre por el aprovechamiento forestal.</p>	<p>Se implementará un programas de rescate y reubicación de flora y fauna listada en la norma</p>
NOM-059-SEMARNAT-2010	<p>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.</p>	<p>Atendiendo al artículo 48 y específicamente el 58 de la Ley General de Vida Silvestre “entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como:</p> <p><i>b) amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.” y el artículo 83 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, establece que “el aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies”.</i></p> <p>Ambas leyes respaldan la regulación de las especies inscritas en esta lista y por las cuales el proyecto vigilará las actividades en este documento. Las <i>palmas chit (thrinax radiata)</i> y <i>nacax (coccotrinax readii)</i> serán rescatadas en su totalidad y reubicadas.</p>

## CONCLUSIÓN.

De acuerdo con el análisis efectuado y que ha quedado expuesto en el cuerpo del presente Capítulo, con relación al marco legal aplicable al sitio y de los aspectos ambientales derivados de la preparación de sitio por el cambio de uso de suelo en 0.84 Ha, se tiene que se expusieron de manera particular los alcances del proyecto, con respecto los instrumentos normativos<sup>20</sup> aplicables en materia forestal y ambiental para las actividades que se pretenden sobre el predio. Se deja

<sup>20</sup> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.

Programa Director de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, 20 de mayo de 2009.

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, 27 de febrero de 2014

en claro que el proyecto que nos ocupa se ajusta al marco normativo y legal analizado, por lo que con fundamento en lo establecido. Se concluye como ambientalmente y forestalmente viable, lo anterior en virtud de que no se contravienen los límites máximos permisibles, disposiciones, criterios y especificaciones establecidos en cada uno de dichos instrumentos legales.

#### **XIV. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

La valoración económica de los recursos naturales es hasta ahora una materia novedosa y sin duda complicada, ya que la asignación de un valor económico o monetario a los elementos naturales del ecosistema es sumamente compleja, no solo por el hecho del valor intrínseco de un elemento natural o el conjunto de estos, que sin duda no tienen precio en sí mismos y el valor ecológico que pueden constituir es único; por tal circunstancia en el caso de los ecosistemas secundarios tropicales la valoración económica se torna aún más complicada ya que si se tratará de recursos forestales (maderables o no maderables), o fauna cinegética, o materiales con un valor económico de mercado, la estimación del costo sería relativamente más sencilla, ya que bastaría con investigar sus precios en el mercado y asociarlo a las cantidades que pueden perderse por el proyecto.

En el caso de los recursos naturales de la zona del proyecto y en particular de las zonas sujeto a cambio de uso de suelo, no existe ningún tipo de comercialización y aparentemente la mayoría de especies animales y vegetales no tienen un valor económico de interés inmediato y directo desde el punto de vista humano; sin embargo con el objeto de poder asignar un precio a este tipo de recursos hay que considerar su valor como un valor indirecto y en el mejor de los casos potencial.

##### **XIV.1 Valoración económica directa**

La conservación productiva de los recursos biológicos requiere de la total persistencia de los ecosistemas, sus componentes y las interacciones entre éstos para que su presencia genere un impacto positivo sobre la sociedad a través de los servicios y productos que éstos generan.

Los valores de uso directo de los bosques se reconocen de manera inmediata a través del consumo del recurso, productos y servicios derivados de éstos.

Los bosques y selvas de México son un claro ejemplo de la riqueza de productos y servicios que pueden obtenerse a partir de la diversidad biológica.

Al respecto, se tiene que en el país existen más de 2 mil especies de plantas susceptibles de aprovecharse comercialmente, entre las que se encuentran las que proveen productos maderables y no maderables, además de las actividades recreativas y turísticas con valor económico que sobre las áreas forestales se pueden llevar a cabo (UAES, 1997).

En el siguiente cuadro se presenta la clasificación de los distintos valores de uso asociados a las áreas forestales.

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso</i>	
			<i>de herencia</i>	<i>de existencia</i>
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: * Materia prima * Alimentos * Biomasa * Cultivo y pastoreo * Colecta de especímenes y material genético * Conversión a otro uso * Hábitat humano	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución del sistema * Cielaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Hábitat migratorio * Fijación de nitrógeno	* Continuidad del sistema * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos
Usos no extractivos: * Salud * Recreación - ecoturismo - deporte * Actividades culturales y religiosas * Navegación * Producción audiovisual	Ambientales: * Protección y regeneración de suelos * Captación y purificación de agua * Protección de cuencas * Control de plagas * Control de inundaciones * Protección contra tormentas * Regulación climática * Retención de carbono * Estabilización costera			

Clasificación de valores.

Fuente: De A ba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp: 212-233

Como se puede observar en el cuadro anterior, los usos relacionados con los recursos forestales son diversos, sin embargo, para muchos de esos usos, su estimación económica no resulta clara. En este sentido el reconocimiento de los diferentes valores económicos de uso indirecto, de opción y de valor de no uso de los bosques, y su utilización para la toma de decisiones, se enfrenta a varias limitantes relacionadas con dificultades de lograr un consenso y la aceptación de las diferentes propuestas de estimación de estos valores, dificultades de comunicar con claridad los resultados obtenidos así como la falta de claridad en cuanto a la importancia de las funciones ecológicas para el bienestar humano.

Por lo anterior, son pocos los estudios que han logrado avances en la valoración económica de los usos de los recursos forestales. En este sentido, partiendo de la información existente y disponible sobre el valor económico de los recursos forestales, se presenta a continuación una estimación económica de los recursos forestales que se verán afectados por el cambio de uso de suelo que se pretende.

#### **XIV.1.1 Valor del depósito de carbono por hectárea**

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de

bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global (De Alba E. *et al.*, 1998).

Pocos son los estudios que se han realizado respecto a la valoración de depósitos de carbono para los ecosistemas de nuestro país; dentro de los más importantes encontramos los estudios realizados por Muñoz, P.C. (1994), quien en su publicación titulada *The Economic Value of Mexican Biodiversity* reportó los valores de depósito de carbono/hectárea para los bosques mexicanos. Entre los resultados aportados en dicha publicación, se tiene que el reportado para el denominado *bosque tropical siempreverde*, mismo que alcanza valores de 3,600 dólares americanos por hectárea y que por sus características es el tipo de ecosistema de mayor afinidad al que se presenta en el sitio donde se pretende realizar el proyecto.

Al respecto, es importante señalar que el presente proyecto se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 0.84 has; por lo que considerando el monto de depósito de carbono estimado por Muñoz P.C., (1994), el valor por hectárea para los recursos forestales del predio donde se pretende desarrollar el proyecto corresponde a 3,600 dólares; por lo que si consideramos que el proyecto considera el cambio de uso de suelo en una superficie total de 0.84 has, el valor estimado de dicha afectación equivaldría a 3024 dólares, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 14.00 pesos mexicanos representarían un monto de \$40,824.0 pesos.

En este mismo sentido, es de considerarse el costo que trae consigo la liberación de carbono a la atmósfera por medio de la conversión de bosques hacia terrenos agrícolas o pastizales. De acuerdo con los datos presentados por CSERGE (1993) en su publicación "*Economic Value of Carbon Sequestration*", se estima que el cambio de uso del suelo de una hectárea cubierta por bosque tropical siempre verde que se transformará en terreno agrícola o pastizal, generará una pérdida de 3,337 a 3,633 dólares respectivamente.

**Cuadro 13.1. Valores de Pérdida por cambio de uso de suelo por hectárea (dls).**

Ecosistema	Conversión a pastizal	Conversión a terreno agrícola
Templado caducifolio	693	643
Tropical caducifolio	1,887	1,863
Templado coníferas	3,436	3,410
Tropical siempreverde	3,633	3,337

Fuente. CSERGE, 1993.

Los costos para dicho análisis fueron obtenidos mediante modelos experimentales partiendo de parámetros de almacenamiento de carbono (tons C/ha) por hectárea



y estimando la liberación del carbono mediante un intervalo de liberación de 30 a 170 tons C/ha por el cambio en el uso del suelo.

Con base en lo anterior, y considerando que se solicita el cambio de uso del suelo en una superficie total de 0.84 has, se procedió a definir los costos de reparación de daños por el aprovechamiento de dicha superficie encontrándose que si se pretendiera transformar el terreno a un área de pastizal, se estimaría un costo total de 3051 dls, lo que considerando un tipo de cambio de 14.00 pesos por dólar, equivaldría a un gran total de \$41,198.22 pesos.

Aunado a lo anterior, se asocian los cambios de temperatura que produce la liberación a los impactos físicos que provoca, y a éstos se les asignan valores económicos. La deforestación de bosques y selvas trae consigo efectos negativos para las cuencas hidrológicas, provocando aumentos en la erosión, cambios en los flujos hidrológicos y reducción en la recarga de acuíferos. Los costos de prevención o reparación de los daños causados por su pérdida o alteración, nos ofrecen una aproximación del valor de las funciones ecológicas que los bosques y selvas proporcionan.

El costo por el tratamiento de agua sería de 160 dólares por hectárea, y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación se encontraría alrededor de los 50 dólares por hectárea (cit. en UAES, 1997).

Con base en lo indicado en el párrafo anterior, los costos por el tratamiento de agua y el costo para evitar la salinización generada por la deforestación de 0.84 has de la superficie total del predio, es de 176.4 dólares (0.84 has X 210 dólares) que a un tipo de cambio aproximado de 14.0 pesos mexicanos correspondería a \$ 2381.4 pesos.

#### **XIV.1.2 Valor farmacéutico**

De acuerdo con los datos arrojados por el estudio del subsector forestal y de conservación de los recursos realizado en el año 1995 por el gobierno y el banco mundial, se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (Grado de biodiversidad alta).

En el siguiente cuadro se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los bosques del país.

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i>		<i>Valor de todos los bosques</i>
	<i>(Dólares / ha / año)</i>	<i>Millones de dólares por año</i>	<i>Millones de dólares por año</i>
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

**Supuestos:**  
 5 mil especies es el menor número estimado de especies en bosques húmedos tropicales en México, y este valor mínimo se asignó a todos los tipos de bosques.  
 Área forestal: 9.7 millones ha para los bosques húmedos tropicales; 51.5 millones ha para todos los bosques.  
 La probabilidad de identificar una especie de valor es de 0.0005, tasa de regalía .05  
 Límite inferior: tasa de apropiación = 0.1      valor de la droga = \$ 0.39 000 millones/año  
 Límite medio: tasa de apropiación = 0.5      valor de la droga = \$ 1 000 millones/año  
 Límite superior: tasa de apropiación = 1      valor de la droga = \$ 7 000 millones/año

Valores farmacéuticos de cuasi-opción de los bosques mexicanos

Fuente: De A ba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Partiendo del supuesto de que el bosque tropical subperennifolia se relacione con un grado de biodiversidad alto, se tiene que el valor farmacéutico de la superficie de cambio de uso de suelo corresponde con 90 dólares por hectárea por año (90 dólares x 0.84 has) nos da como resultado 75.6 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de 14.0 pesos mexicanos corresponde a \$ 1020.6.

#### XIV.1.3 Valor de la actividad ecoturística

Los servicios recreacionales se han ido incrementando en los últimos años, representando una parte significativa del valor de uso de los bosques mexicanos.

Se estima que los ingresos anuales obtenidos por ecoturismo en el país podrían alcanzar entre 30 y 34 millones de dólares, esto de acuerdo con diferentes estimaciones realizadas sobre el valor que la población le otorga a la biodiversidad de distintas áreas eco turísticas del país (CSERGE, 1993).

En este sentido y para lograr determinar el valor económico del potencial ecoturístico del área de cambio de uso de suelo, se tomó como referencia el ingreso anual por hectárea que recibe la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an que se ubica en el Estado de Quintana Roo.

En este sentido, 0.84 has de la superficie total del terreno que se proponen para el aprovechamiento mediante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total de vegetación forestal correspondiente a Selva mediana subperennifolia, se relacionan con un valor económico con motivo de una supuesta actividad ecoturística de aproximadamente 0.09 dólares anuales (0.84 has X 0.11 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 14.0 pesos mexicanos equivaldría a \$ 1.24

Turismo	Centro de recreación	Tipo de área	Área (ha)	Visitantes por año (años de referencia)	Precio pagado o disponibilidad a pagar (USD)	Ingreso anual (USD)	Ingreso anual por hectárea
Ecoturistas	El Triunfo (Chiapas)	Reserva de la Biósfera	119 177	150 (1989-1991)	i) 17.15 <sup>1</sup> ii) 75 <sup>2</sup>	i) 2 572.5 ii) 11 250	i) 0.02 i) 0.09
	Sian ka'an (Quintana Roo)	Reserva de la Biósfera	528 147 <sup>3</sup>	500 (1989-1993)	115 <sup>4</sup>	57 500	0.11
Turistas de destinos múltiples	Izta-Popo (México, Morelos, Puebla)	Parque Nacional	55	12 406	15 <sup>5</sup>	12 406	225
	Lago Arareco (Chihuahua)	Complejo Ecoturístico	20 000	7 500 (1992-1993)	i) 3.336 <sup>6</sup> ii) 4.42 <sup>7</sup>	i) 24 974 ii) 33 150	i) 1.24 ii) 1.65
	Mariposa Monarca (Michoacán)	Reserva Especial	16 110	47 500 (1986-1992)	i) 5 <sup>8</sup> ii) 30 <sup>9</sup>	i) 237 500 ii) 1 425 000	i) 14.7 ii) 88.4
	Barranca del Cobre (Chihuahua)	Declarado Parque Nacional	450 000	55 000 (1992)	i) 3.27 ii) 8.20	i) 179 850 ii) 451 000	i) 0.40 ii) 1.01

Fuente: CSERGE, 1993, Working Paper 15, citado en El Banco Mundial, *Mexico Resource Conservation and Forest Sector Review* (Washington D.C.: The World Bank, 1995). i) Corresponde al precio real pagado; ii) Corresponde al precio disponible a pagar.

<sup>1</sup> Promedio individual estimado de gasto por servicios de transportación, comida y servicios de guía en un *tour*.

<sup>2</sup> Posible donación individual basada en el promedio del excedente del consumidor de \$470, calculado con un análisis de costo de viaje (Touval 1992).

<sup>3</sup> Este número se refiere únicamente a los visitantes de la reserva tomando el *tour* de un día en bote. El número total de visitantes es probablemente más alto, pero muchos de los visitantes entran a Sian Ka'an a través de muchas entradas que no están controladas (Bezauri 1993).

<sup>4</sup> El precio de un día de *tour* en bote en la reserva.

<sup>5</sup> Los números mayores se refieren solamente a los visitantes que pasan la noche, los cuales pagan una cuota de entrada menor a un dólar.

<sup>6</sup> Cuota de entrada individual.

<sup>7</sup> Cuota de entrada más el promedio ponderado de otros servicios adquiridos por los visitantes (alquiler de botes, bicicletas de montaña, caballos, espacio para acampar).

<sup>8</sup> Admisión al santuario (adultos).

<sup>9</sup> Precio promedio de un *tour* desde la ciudad de México (transportación, boleto de admisión).

#### Ecoturismo actual y su potencial en seis tipos de bosques

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

### XIV.1.4 Valor económico de los recursos forestales del predio por su propia existencia

De acuerdo con De Alba *et al.*, (1998), existen estimaciones que consideran que las personas estarían dispuestas a pagar 10 dólares por hectárea para dejar como legado a futuras generaciones la supervivencia de los bosques nacionales.

En el cuadro siguiente se presenta evidencia del valor de existencia en distintas áreas de importancia para la conservación de México; el valor obtenido se relaciona con donaciones y compras de deuda con fines conservacionistas.

**Cuadro 7.8. Evidencias de valores de existencia en México (CSERGE, 1993, citado por UAES, 1997)**

<i>Área</i>	<i>Superficie (ha)</i>	<i>Valor obtenido (USD)</i>
Selva Lacandona, Montes Azules en Chiapas (canje de deuda por naturaleza)	385 000	4 000 000
Reserva de la biósfera de Sian Ka'an en Quintana Roo (donaciones de organizaciones)	528 147	34 000
Sitios varios (donaciones de organizaciones)	No disponible	809 622
Barranca del Cobre en Chihuahua (encuestas a visitantes)	450 000	100 000
Varias áreas (contribuciones provenientes de los Estados Unidos de América)	190 869	5 528 809

Evidencias de valores de existencia en México

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. *Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país*. En: CONABIO, 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País*, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Considerando el supuesto anterior, y bajo la primicia de que se pudieran obtener 10 dls/ha a través de terceros para lograr la conservación de las áreas naturales que se proponen para el cambio de uso de suelo que origina el presente estudio, se tiene que el valor para mantener la integridad de las mismas corresponde a 8.4 dólares (0.84 has x 10 dólares), lo cual a un tipo de cambio aproximado de 14.00 pesos mexicanos, correspondería a \$ 113.4 pesos.

#### **XIV.1.5 Valor económico de las materias primas forestales**

Según los datos generados por la SEMARNAT mediante el Programa forestal y de suelo entre los años 1995 y 2000, el bosque templado mexicano cuenta con al menos 533 especies de plantas utilizables, que con el conocimiento y la tecnología actual podrían generar 1.17 millones de toneladas de biomasa con un valor en el mercado de 528 millones de dólares. El bosque tropical, con al menos 574 especies de plantas, podría generar 1.6 millones de toneladas de materia vegetal con un valor en el mercado de 729 millones de dólares.

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación, se tomaron en cuenta todos los individuos arbóreos y arbustivos con diámetro normal mayor a 10 cm, cuyos parámetros dasométricos fueron recabados durante el inventario forestal realizado en el predio, tales como el diámetro normal a la altura del pecho, así como la altura total y comercial (fuste limpio) de cada individuo, considerando los siguientes criterios de comercialización por categoría diamétrica, específicamente para la superficie solicitada para cambio de uso de suelo:

Recursos	Producto o subproducto	Especie	Área de Desplante			
			Unidad	VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto Total (\$)
Vegetación de selva mediana	Palizada	Coccoloba spicata	m3	3.724	1400	5213.400
	Palizada	Bursera simaruba		12.286	1400	17199.973
	Palizada	Calyptranthes pallens		1.976	1400	2765.896
	Palizada	Metopium brownei		2.592	1400	3628.641
	Palizada	Manilkara zapota		100.300	1400	140419.742
	Palizada	Drypetes lateriflora		1.307	1400	1830.491
	Palizada	Talisia olivaeformis		2.192	1400	3068.775
	Palizada	Mycianthes fragrans		1.170	1400	1637.878
	Palizada	Piscidia piscipula		11.796	1400	16513.944
	Palizada	Swartzia cubensis		0.299	1400	417.916
	Palizada	Brosimum alicastrum		2.098	1400	2936.839
	Palizada	Ottoschulzia pallida		25.935	1400	36308.376
			Total		165.673	

Con base en lo anterior se calculó que el valor que se puede obtener como materias primas forestales un monto de \$231,941.87 pesos M.N.

#### XIV.1.6 Valor económico de las especies de fauna silvestre

De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez-Gil Salcido R. *et al.*, 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.

En el cuadro siguiente se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. No obstante, cabe hacer mención que para muy pocas especies está regulado su uso o aprovechamiento, de tal forma que muchas de las actividades relacionadas con la utilización de las mismas se realizan fuera de las normas establecidas por la legislación mexicana, incluyendo la cacería, la extracción comercial de especímenes vivos y las colectas científicas y de aficionados.

**Cuadro 7.10. Valores de los vertebrados silvestres (adaptado de Pérez-Gil S., R. et al., 1996)**

<i>directo</i>	<i>Valor de uso indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>Valor de no uso</i>	
<i>directo</i>	<i>indirecto</i>	<i>de opción</i>	<i>de herencia</i>	<i>de existencia</i>
<b>Productos de consumo o servicios directos</b>  <b>Usos extractivos:</b> * Cacería - de subsistencia - deportiva y comercial - legales o furtivas * Materia prima - industrial - artesanal - taxidermia * Alimentos * Colecta y captura de especímenes y material genético - mamíferos - aves de ornato y cantoras - huevos - otras * Medicinales * Religiosos * Criaderos * Mascotas  <b>Usos no extractivos:</b> * Recreación - ecoturismo - exhibiciones * Actividades culturales y religiosas * Producción audiovisual	<b>Beneficios funcionales</b>  <b>Ecosistémicas:</b> * Autopreservación y evolución de las especies * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Elementos indicadores del estado del ecosistema * Banco genético  <b>Ambientales:</b> * Control de plagas * Daños por especies nocivas	<b>Uso directo o indirecto futuro</b>  * Continuidad de la especie * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos * Bancos de semen * Recurso de emergencia	<b>Valor de legar valores a los descendientes</b>  * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Herencia cultural	<b>Valores éticos</b>  * Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos

#### Valores de los vertebrados silvestres

*Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país. En: CONABIO, 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233*

Por otra parte, y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno (extractivo y/o no extractivo) de ninguna especie faunística, ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) previamente autorizada por la SEMARNAT. En virtud de lo expuesto, es de señalarse también que el predio no será desmontado en su totalidad, por lo que se conservarán áreas cubiertas con vegetación natural que seguirán brindando hábitat a las especies tolerantes.

## XIV.2 Valoración económica indirecta

La valoración indirecta se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques y selvas, como la protección contra la erosión, la regeneración de suelos, la recarga de acuíferos, el control de inundaciones, el reciclaje de nutrientes, la protección de costas, la captación y el almacenamiento de carbono, el auto sostenimiento del sistema biológico, entre

otros. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones. Para la estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa PRO-ÁRBOL 2012, en relación al concepto de pago por servicios ambientales en el concepto de apoyo más alto (Área 1).

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo.

<b>Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.</b>				
<b>Concepto</b>	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
<b>Servicios ambientales: Hidrológicos</b>	\$1,100	Hectárea	0.84	\$ 858.0

Sin embargo como el tiempo de vida del proyecto será de 99 años, a continuación se estima el monto de los servicios ambientales que se generaría en ese lapso de tiempo, por lo cual tenemos que en 1 año se pararían \$924 pesos por 99 años tendríamos \$91,476 pesos por los servicios ambientales durante la vida útil del proyecto.

### **XIV.3. Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto**

De acuerdo con los análisis realizados en los apartados previos, el valor económico de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo en una superficie de 0.84 has, se estima en un monto aproximado de \$392,884.4 pesos tal como se presenta en el siguiente cuadro.

<b>Resumen final de la estimación económica de recursos</b>		
<b>Recurso biológico</b>	Concepto de valoración	Total (\$) pesos mexicanos para 0.84 has
<b>Recursos forestales</b>	Valor del depósito de carbono por hectárea	40,824.00
	Valor de los costos de restauración por la conversión de las áreas de cambio de uso de suelo a pastizales	41,198.22
	Valor de los costos por el tratamiento de agua y para evitar la salinización	2,381.40
	Valor farmacéutico	1,020.60
	Valor de la actividad ecoturística	1.25
	Valor por su propia existencia	113.40
	Materias primas forestales	215,869.53
	Valoración económica indirecta (Servicios ambientales)	91,476.00
	<b>Total</b>	<b>392,884.40</b>

## **XV. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

La presente estimación económica considera el área de aprovechamiento, de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en un periodo de 15 años, la cual corresponde a 0.84 has. Las actividades necesarias para la restauración han sido seleccionadas y clasificadas considerando que la superficie para la cual se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales , presenta actualmente vegetación de selva mediana subperennifolia.

La restauración ambiental de dicha superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que dicha superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan dichas actividades:

- Preparación del sitio
- Producción de planta
- Plantación (reforestación)
- Apertura de cepas y plantación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

El análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados.

Además, se ha tomado en cuenta que la restauración ambiental del sitio se considerará exitosa si se logra que la plantación realizada tenga una sobrevivencia mínima del 80 %, con porcentajes de sanidad y vigor mínimos del 80 % y que además, la altura alcanzada de las plantas sea de 1.5 metros como mínimo, lo cual se estima podrá ocurrir en un período de 3 años. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

Cabe recalcar que el presente análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno a la condición en que se encontraba antes del cambio de uso de suelo. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa



con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error pequeño.

### **Preparación del sitio.**

La primera actividad contemplada para la restauración es la preparación del sitio de plantación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una plantación exitosa.

Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo, entre otros, se ocuparán alrededor de 35 jornales por hectárea, tomando en cuenta como jornal un periodo de trabajo de 8 horas con un costo de \$150.00, se tiene que el monto de dicha actividad por una superficie de 0.84 Ha (28 jornales) será de **\$4,200.00**.

### **Producción de planta.**

Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 1200 plantas por hectárea (CONAFOR, 2012). Considerando que la superficie total a reforestar corresponde a 0.84 Ha, se estima que se requerirán un total de 1008 plantas para la reforestación de dicha superficie.

El costo de producción de cada planta en vivero, hasta alcanzar un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para el trasplante, se calcula en \$ 8.00 por planta, suponiendo que la planta madre y el sustrato se obtenga del mismo predio y que el vivero temporal se instale al interior del predio para abatir costos, la actividad de producción tendría un monto de **\$ 8,064.0 pesos** (\$ 8.00/planta X 1008 plantas).

### **Plantación.**

De acuerdo con especialistas en jardinería y plantaciones de árboles en desarrollos turísticos y urbanos del Municipio, el costo promedio por la apertura de cepa es de \$ 5.00 y por plantación es igualmente de \$ 5.00, es decir, un total de \$ 10.00 por ambas actividades, que incluyen el acarreo de la planta desde el vivero al área de plantación, colocación de sustrato para asegurar el crecimiento de la planta, aplicación de fertilizantes o abonos, así como el primer riego de las plantas.

Considerando el total de plantas a reintroducir en el predio, el costo total estimado por las actividades de apertura de cepa y plantación corresponde 10,080.00 pesos (Es decir 1008 plantas X \$ 10/cepa-planta.)

### **Mantenimiento del área restaurada.**

En la etapa inicial de la plantación y durante los primeros meses, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Después de un período de tres años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de 1.5 metros, se puede dejar de controlar la maleza, ya que de forma natural se dará la sucesión vegetal.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, con una periodicidad semestral, es decir, se realizará el chapeo 2 veces por año.

Según datos de jardineros de las localidades en la Zona Norte del Estado, el costo promedio por el chapeo, es de \$ 1.50 por cada metro cuadrado de superficie a chapear, por lo que para la limpieza de los 3,166.7 m<sup>2</sup> requeridos (1008 plantas X 3.14 m<sup>2</sup> de redondel) se estima con un costo de \$ 47,957.4 (\$ 1.50 X 3,166.7 m<sup>2</sup>) por evento. Como esta actividad se hará 6 veces en los tres años que durará el período mantenimiento, se tiene un costo total estimado de **\$ 28,500.3**

Finalmente, se requiere monitorear y favorecer el desarrollo de los ejemplares plantados con el propósito de conocer los porcentajes de sobrevivencia, vigor y sanidad de los mismos así como la introducción de nuevos ejemplares que sustituya o refuercen la restauración, valorando en el monitoreo también las especies que de forma natural crezcan en el predio.

El monitoreo y mantenimiento se realizará durante los 10 primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, con una altura mínima de 5 metros de los ejemplares plantados.

El costo por cada monitoreo se estima en \$ 5,000.00. Considerando que el monitoreo se realizará dos veces al año, durante un período de 10 años, que sería el tiempo máximo en el que esta actividad deberá realizarse, se estima que el costo de llevar a cabo 20 eventos de monitoreo –durante los 10 años- es de **\$ 100,000.00** (\$5,000/monitoreo X 20 monitoreos).

### **Asistencia técnica.**

Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente. Para ello se requerirá de un técnico forestal que realice, entre otras, las siguientes actividades:

- Seleccionar las especies que serán reintroducidas al predio con base en el inventario forestal del predio.
- Supervisar y asesorar en la producción de la planta en el vivero.
- Trazar y marcar el área de plantación.
- Supervisar la apertura de cepas y el proceso de plantación.
- Monitorear la evolución de los ejemplares plantados.
- Detectar oportunamente las plagas y enfermedades.
- Evaluar el éxito de las plantaciones.
- Elaborar los informes técnicos correspondientes.

El costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas será de aproximadamente \$ 10,000 anuales. Considerando que dicho técnico forestal sea contratado por un período máximo de 15 años, el costo de ello asciende a **\$150,000.00** por los quince años propuestos (\$ 10,000/mes X 15 años).

A continuación se presenta la siguiente tabla, el cual muestra en forma resumida el análisis económico realizado. Dicha tabla contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración. El costo total de restauración se estima en **\$ 292,064.3**.

**Tabla. Estimación del costo de las actividades de restauración del predio. Se presenta en forma resumida el análisis económico para la estimación del costo de las actividades de restauración del predio bajo el supuesto que se pretenda regresar a las condiciones actuales el predio tras el cambio de uso de suelo del terreno forestal.**

Actividad	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Importe total
<b>Labores preliminares</b>				
Preparación del terreno	28	Jornales/ha.	\$ 150.00	\$4,200.00
<b>Producción de planta</b>				
Producción de planta	1008	Plantas/ha.	\$ 8.00	\$ 8,064.00
<b>Plantación</b>				
Apertura de cepas	1008	Cepas/ha.	\$5.00	\$ 5,040.00
Plantación	1008	Plantas/ha.	\$5.00	\$ 5,040.00
<b>Mantenimiento del área restaurada</b>				
Chapeo de malezas (2 ejecuciones por tres años)	2	Evento	\$ 47,957.4	\$ 28,500.3

<b>Monitoreo (durante 10 años)</b>	2	Evento	\$ 5,000.00	\$ 100,000.0
<b>Asistencia técnica</b>				
<b>Técnico especializado</b>	1	años	\$ 10,000.0	\$ 150,000.0
<b>Total General</b>				\$292,064.3

**XV.1 Se presentan el análisis en lo que se refiere a estructura y funcionalidad del ecosistema, planteando estrategias de restauración que consideren la diversidad biológica y el medio físico, por lo que deberá suponer escenarios a corto, mediano y largo plazo**

El proceso de restauración se contempla para llevar a la vegetación a un estado original de la vegetación y no al estado secundario que actualmente se presenta en el predio.

Una vez avanzada la restauración y preparación del suelo para la reforestación, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* que es una especie local que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO<sup>21</sup>, es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas, la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas lo que también permite la dispersión de las semillas. Posteriormente se fortalece la siembra utilizando *Ficus Maxima* y *thrinax radiata*.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a tres años, en el cual el terreno permite la absorción natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores formadas por la lluvia hacia el oeste que corresponde a las partes más bajas del predio, el suelo. Se observa aún un paisaje degradado, no obstante en los árboles se observan aves como la chachalaca.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad arbóreo compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no-pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies pioneras y no-pioneras.

Se favorece la reintroducción de *Brosimum alicastrum* y *Piscidia piscipula*, se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Swartzia cubensis* *thrinax radiata*.

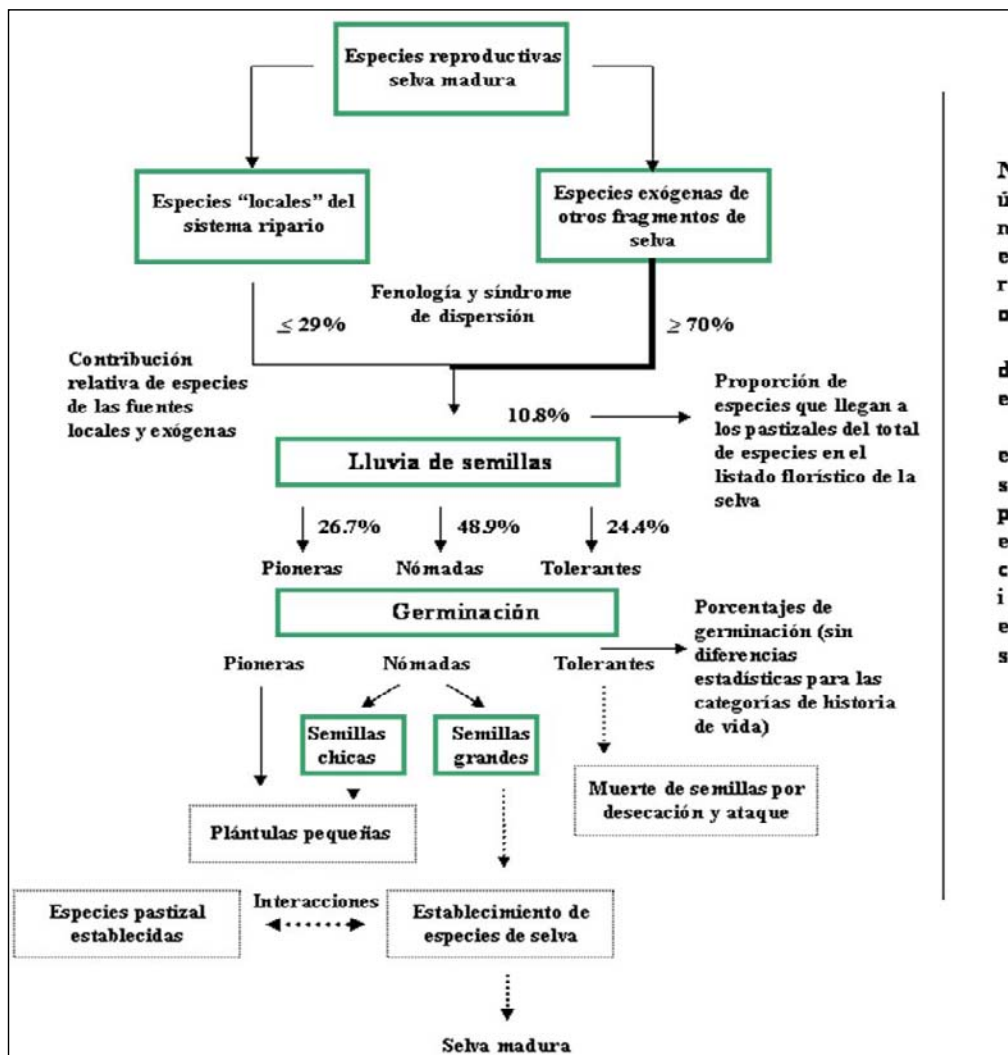
<sup>21</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf)

Este escenario intermedio de dos a seis años determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies tales como el *Coccothrinax readii* y el *Manilkara zapota* y, en el sotobosque la reintroducción de palma de Chit (*Trinax radiata*). El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el *Mimus gilvus*, la *Icterus cucullatus*. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Sciurus yucatanensis* y *Otodylomys phyllotis*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente se incrementa el horizonte húmico que a su vez soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vazquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas puede tardar cientos de años en restaurarse.

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.



El diagrama anterior presenta los componentes importantes del potencial florístico en la regeneración general y no asistida de una selva tropical. Los recuadros y líneas punteadas representan etapa y vías teóricas.

Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atrayentes y recursos a la fauna.

Copiar y restablecer la distribución y la abundancia de la selva original no ha sido documentado en tiempo ecológico, por lo que se busca, como objetivo de la restauración, es la recuperación de la diversidad vegetal que a su vez, mantiene la diversidad animal y toda la gama de interacciones.

## **XVIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

La base del modelo que se utilizó, se fundamenta en las propuestas de valoración del impacto ambiental y uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. 1999 en "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" Mundiprensa editores.

Se desarrolló una matriz de importancia, en donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, de acuerdo con el método propuesto por Conesa (1993).

Se parte de un modelo que inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante las fases de preparación, y realización de actividades así como su operación. La valoración ambiental del proyecto inicia con diseño del modelo conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, el cual indica, no limitativamente los submodelos que se insertan en él. El proyecto es tamizado en dos matrices de importancia de la cual se evidencian los impactos más importantes y posteriormente se realiza la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en estudios técnicos, a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras, para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación bajo el siguiente contenido:

- Identificación de impactos
- Valoración de impactos
- Prevención de impactos
- Programa de vigilancia ambiental

La integración como tal (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) significa que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto ya no puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo que la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia - ecológica, paisajística, social o territorial- y la contaminación de los vectores ambientales -aire, agua y suelo-, son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y se divide en los siguientes puntos:

1. En qué medida el proyecto es *razonable* desde el punto de vista del entorno.
2. En qué medida el proyecto se *localiza* de acuerdo con la "lectura" del territorio.
3. En qué medida la concepción del proyecto ha incluido el comportamiento de los "influentes" que utiliza, de los efluentes que emite y de los elementos físicos que la forman.
4. La cartografía se generó con el sistema de información geográfica Map Maker PRO V. 3.5 sobre fotografía aérea en color normal, blanco y negro e imágenes aéreas.



Para este ejercicio se partió de la base cartográfica y modelos digitales de terreno que permite el análisis de imágenes. Los modelos digitales de elevación se utilizan para determinar la configuración y la altura del terreno;

Los Modelos Digitales de Superficie se proporcionan en archivos binarios crudos e incluyen archivos de texto con datos auxiliares para su utilización, como son las dimensiones del modelo, el tipo de datos, la proyección cartográfica y el datum de referencia, entre otros y metadatos conforme a un estándar internacional.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

Alafita V. H et al. SEMARNAT 2006.- Reflexiones y acciones para el desarrollo turístico sostenible, derivadas de la evaluación de impacto ambiental en el Caribe mexicano: Sistema ambiental Punta Bete-Punta Maroma..

Alcerreca Carlos. 2005. Mamíferos de la Península de Yucatán. Editorial Dante S. A. de C.V. Mérida Yucatán.

Back, W. 1985. Hydrogeology of the Yucatán. In: Geology and Hydrogeology of Northeastern Yucatán and Quaternary Geology of Northeastern Yucatán (editado por W.C. Ward, A.E. Wiedie, and W. Back), pp 99-124. New Orleans Geological Society. New Orleans/LA/USA, 153 p.

Carbajal Pérez, N. 2009. Hidrodinámica y transporte de contaminantes y sedimentos en el Sistema Lagunar de Nichupté-Bojórquez, Quintana Roo. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CQ063. México D. F

Ceballos Gerardo. 2005. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Editorial Fondo de la Cultura Económica. México, D.F.

Calderón Rene- Mandujano. 2005. Anfibios y Reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. ECOSUR-CONABIO. Q. Roo, México.

Cabrera Cano Edgar. 1982. Imágenes de la Flora de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, A.C. Quintana Roo.

Duran García Rafael, Dorantes Euan Alfredo, Sima Polanco Paulino, Méndez González Martha. (2000). Manual de Propagación de Plantas Nativas de la Península de Yucatán Volumen II. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán. México.

Duran García Rafael, Torres Avilés Wendy Marisol, Espejel Carvajal Ileana (s.f.) Vegetación de dunas costeras. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Ecosistemas y Comunidades.

Fialko Vilma. 2010. Guía Florística del Sitio Arqueológico Naranjo-Saal, Petén, Guatemala.

Franco Lopez Jonathan. 2011. Ecología y Conservación. Editorial Trillas, México, D.F.

García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen, Serie Libros, núm. 6, Instituto de Geografía, UNAM, México

Garmendia Salvador Alfonso. 2005. Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson Educación S.A. Madrid, España.

Gómez Orea Domingo .2003.- Evaluación de impacto ambiental. Ediciones Mundiprensa; segunda Edición. Madrid, España.

- Hagsater Eric, Soto Miguel, Salazar Gerardo, Jiménez Rolando, Lopez Marco, Dressler Robert. 2005. Las Orquídeas de México. Productos Farmacéuticos, S.A de C.V. México, D.F.
- Harting, H. M. 1979. Las Aves de Yucatán. 9a. Edición. Fondo Editorial de Yucatán, Porrúa, México, D. F. 237 pp.
- Howell, S. N. G., y S. Webb.1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.
- INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación. México, D.F.
- INEGI, 2008. Anuario Estadístico. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI, 2009. Diccionario de datos edafológicos escala 1:250 000.
- INEGI, 1998. Diccionario de datos edafológicos 1 : 250 000 ( Vectorial ).
- Jáuregui, E., J. Vidal y F. Cruz. 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el periodo 1871- 1978. En: Memorias del Simposio Quintana Roo: Problemática y Perspectiva. CIQRO-UNAM. pp: 47-53.
- Llamosa Neumann Eduardo. 2008. Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante S.A de C.V. Mérida, Yucatán, México.
- Mackinnon H. Barbara. 2005. Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves. Amigos de Sian Ka'an A.C. México.
- Martinez Maria Luisa. (2008). Dunas Costeras. Investigación y Ciencia.
- Rivas Hugo A. 2010. Fauna Común de Mayakoba. Huaribe S.A de C.V. Playa del Carmen, Quintana Roo.
- SEMARNAT. 2011. Norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la federación (segunda sección).
- Trejo, A. 1995. Efectos del huracán Gilberto en la estructura de la selva mediana subperennifolia del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín. Tesis profesional, Instituto Tecnológico de Chetumal. 65 p.
- Valverde Teresa. 2005. Ecología y Medio Ambiente. Pearson Educación de México S.A de C.V. Naucalpan, Estado de México.
- Urbina Torres Fernando. 1996. Aves Rapaces de México. Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Estado de Morelos. Editorial CIB-UAEM. Cuernavaca, Morelos.