

**Área que clasifica.** - Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Yucatán

**Identificación del documento.** - Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** - Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES  
DELEGACION FEDERAL



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

ESTADO DE  
YUCATAN

**Firma del titular. - Encargado del Despacho.- L.A. Hernán José Cárdenas López**  
*"Con fundamento en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales vigente, en suplencia por ausencia del titular de la Delegación Federal en el Estado de Yucatán de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, previa designación, firma el Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales."*

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** - Resolución No. 22/2018/SIPOT, en la sesión celebrada el 28 de febrero de 2018.



# CAPITULO I

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



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO I

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	2
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.....	2
I.1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.....	2
I.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO. ....	2
I.1.4 DURACIÓN DEL PROYECTO.....	4
I.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
I.3. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	5
I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ....	5
I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE. ....	5
I.3.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL. ....	5
I.3.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.....	5
I.4 NATURALEZA DEL PROYECTO.....	6
I.5 DESCRIPCION DEL NUEVO USO .....	6
I.6 JUSTIFICACIÓN TECNICA DEL NUEVO CAMBIO DE USO DE SUELO.....	7
I.7 DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	10
1.7.1 PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS .....	10
1.7.2 COLABORADORES O PARTICIPANTES .....	13
1.7.3 FIRMAS .....	13
1.7.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO AUTORIZADO .....	14
1.8 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO .....	14

# **CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

## **I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

### **I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.**

“habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, yucatán”.

### **I.1.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.**

Dentro de los antecedentes del presente proyecto acerca de la habilitación del banco para la extracción de material húmedo, se consideran los siguientes conceptos:

El proyecto “**Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán**” inicialmente se llevaría a cabo en un conjunto predial conformado por los tablares catastrales marcados con los números 5985, 6424,6835 y 6854, los cuales forman un conjunto predial con una superficie de 5,032,974.12 m<sup>2</sup> (503.297412 ha).

El presente Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad B Particular para el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) se deriva de la pretensión del aprovechamiento en estrato húmedo de material, en un predio en el cual se llevara a cabo la extracción de material en estrato seco, misma que contara con la autorización pertinente.

En la zona del proyecto se habilitara un banco de materiales en estrato seco hasta 7 metros de profundidad, la cual contara con la autorización de la Secretaría de Ecología del Estado de Yucatán, y para evitar la extensión de la superficie del mismo y afectar al componente biótico, una vez terminado el tiempo de vida útil de la explotación en seco, se continuará con la explotación de material en la misma área de explotación, pero hasta 8 metros de profundidad por debajo del freático.

### **I.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

El área del proyecto se localiza en la carretera que comunica la localidad de Tebec, perteneciente al municipio de Umán en el estado de Yucatán. El polígono bajo estudio está conformando por los tablares catastrales marcados con los números 5985, 6424,6835 y 6854, los cuales forman un conjunto predial con una superficie de 5,032,974.12 m<sup>2</sup> (503.297412 ha). Ver el documento comprobatorio en el **Anexo 4** de este estudio.

**Tabla 1.1.** Coordenadas UTM delimitantes del predio del proyecto.

<b>CONJUNTO PREDIAL</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	217419.0870	2306357.8970

CONJUNTO PREDIAL		
VÉRTICE	X	Y
2	217419.0800	2305608.5470
3	217363.2530	2304891.5860
4	216405.6680	2304884.8700
5	215800.4070	2304880.6240
6	215733.7300	2304912.2200
7	215695.0100	2304589.2900
8	215477.0000	2304620.0000
9	215574.4000	2304935.5600
10	215435.9200	2304962.0900
11	215433.5100	2304953.3200
12	215349.0900	2304986.3100
13	215282.0000	2304746.0000
14	215275.0000	2304748.0000
15	215166.1100	2305023.8500
16	215262.1000	2305175.7700
17	215434.8400	2305458.1300
18	215089.1500	2305539.5500
19	215257.0000	2306150.0000
20	215542.0000	2306011.0000
21	215447.8200	2305663.5400
22	215603.3300	2305574.4000
23	215697.0000	2305922.0000
24	215809.0000	2305866.0000
25	215959.8370	2305794.4210
26	215989.6790	2306064.8170
27	216004.4160	2306119.4360
28	216031.5430	2306299.2210
29	216026.5900	2306533.6880
30	215972.6260	2307017.7380
31	215974.5340	2307120.0500
32	216105.8060	2307105.8060
33	216177.8060	2307598.6310
34	215984.3160	2307644.5260
35	215968.3130	2307888.3600
36	216096.3120	2308115.3130
37	217349.4680	2307933.9930
38	217336.9000	2307430.4900
39	217230.5820	2307443.8550
40	217225.4150	2307228.8180
41	217331.5340	2307215.5280
42	217326.1320	2306999.1100

CONJUNTO PREDIAL		
VÉRTICE	X	Y
43	217347.1500	2306366.9260
1	217419.0870	2306357.8970
<b>SUPERFICIE 5,032,974.12 m<sup>2</sup></b>		

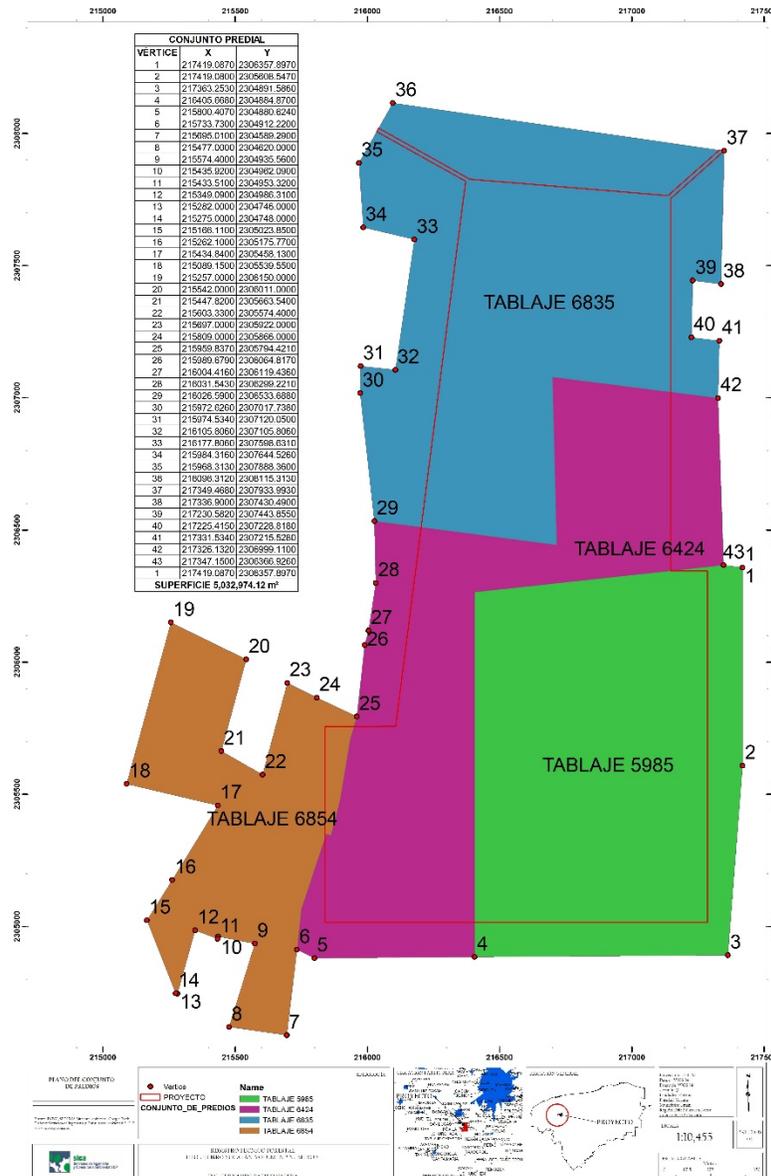


Figura 1.1. Localización del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el proyecto.

### 1.1.4 DURACIÓN DEL PROYECTO.

La realización de la extracción en estrato seco se pretende llevar a cabo en un tiempo de 4 años, Después de la extracción en seco se pretende la extracción en húmedo esta se pretende llevar a cabo en un tiempo de 10 años.

## I.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El presente Documento Técnico Unificado de Cambio de Uso de Suelo Forestal, modalidad “B” se ha realizado para cumplir con las disposiciones en materia forestal y de impacto ambiental, para la solicitud de autorización del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y de impacto ambiental de un conjunto de predios los cuales conforman una superficie total de 5,032,974.12 m<sup>2</sup>

Una de las principales justificantes para la realización del proyecto es debido a la creciente demanda de materiales y agregados pétreos en el Estado de Yucatán, debido al aumento en la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento de la ciudad de Mérida Yucatán, ha obligado a las empresas extractoras de materiales pétreos, a aumentar su producción con el fin de tener abasto de estas materias primas de la construcción.

### **Los principales objetivos son:**

Cumplir con los requisitos legales que establecen la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal sustentables y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente, para obtención de la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal y en materia ambiental, derivado por la construcción del proyecto “**Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán**”, ubicado en la localidad de Tebec, municipio de Umán, estado de Yucatán.

Impulsar el desarrollo de la vivienda y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes. Creando nuevas fuentes de trabajo.

De igual forma el predio está localizado en las UGA (POETY) denominada 1.2 A Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal y como se puede apreciar en el capítulo 3 de este estudio el proyecto llevado a cabo no se contrapone con los usos del suelo.

## I.3. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

### **I.3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

Productos de Concreto Peninsulares, S.A. de C.V. (Ver **Anexo 4** de este estudio).

### **I.3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE.**

[REDACTED]

### **I.3.3 DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL.**

[REDACTED]

### **I.3.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES.**

[REDACTED]

## I.4 NATURALEZA DEL PROYECTO

El presente estudio, tiene el objetivo de lograr la autorización en materia de impacto ambiental y cambio de uso de suelo, para el aprovechamiento en estrato húmedo de material, en un predio en donde se llevará a cabo la extracción de material en estrato seco, misma que contará con la autorización pertinente.

Como se mencionó con anterioridad, en la zona del proyecto se habilitará un banco de materiales en estrato seco hasta 7 metros de profundidad, que contará con autorización de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA). Este banco tiene las siguientes dimensiones: cuenta con una superficie total de 5, 032,974.12 m<sup>2</sup>, distribuyéndose de la siguiente manera: 3, 019,784.47 m<sup>2</sup> (60 %) para el área de explotación en seco, dejándose el 40 % restante (2, 013,189.65 m<sup>2</sup>) para el área de amortiguamiento.

Para evitar la extensión de la superficie del mismo y afectar al componente biótico, una vez terminado el tiempo de vida útil de la explotación en seco, se continuará con la explotación de material en la misma área de explotación, pero hasta 8 metros de profundidad por debajo del freático.

De acuerdo a lo anterior, el proyecto que se somete a evaluación ante SEMARNAT es la ampliación de la profundidad de explotación, y que se dará en el estrato húmedo, hasta los 8 metros de profundidad por debajo del freático, en una superficie de explotación de 3, 019, 784. 47 m<sup>2</sup> (3, 01.978447 ha).

La ubicación del predio para el proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA), ni Corredores Biológicos (CB). El sitio del proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 102. Anillo de cenotes; Esta región abarca al estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N y Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W con una extensión de 16,214.82 km<sup>2</sup>., de igual forma se encuentra dentro de la Regiones Marinas Prioritarias (RMP) 61. Sisal-Dzilam región que abarca el estado de Yucatán y se ubica en las coordenadas geográficas Latitud 21°40'48" a 20°28'12" N y Longitud 90°21' a 88°26'24" W y con una extensión de 10, 646 km<sup>2</sup>.

Sin embargo de acuerdo al área donde se desarrollara el proyecto se prevé que los impactos sean mínimos, por lo que el desarrollo del proyecto es congruente con el ambiente.

El terreno actualmente el área de explotación posee una vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia y es un terreno Forestal

Por otro lado, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, el proyecto se ubica en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) denominadas 1.2A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal, lo cual el proyecto no se contrapone con lo establecido en dichas UG

## 1.5 DESCRIPCION DEL NUEVO USO

El proyecto consta de la "Habilitación y Operación de un Banco de Materiales con Trituradora y Planta Cribadora" y requiere realizar el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales de las áreas

en las que se llevarán a cabo dichas obras y que corresponden en la actualidad a los lotes inmersos dentro de la localidad de Tebec, municipio de Umán, Yucatán.

La habilitación de este Banco de materiales está incluida en el sector Minero subsector “Banco de Materiales”, y tiene como fin la apertura de un Banco de Materiales pétreos que logre dar abasto a la creciente demanda de materiales y agregados pétreos en el estado de Yucatán, debido al aumento de en la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento de la ciudad de Mérida y otras partes del estado, de esta manera también propiciar que se genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social del estado de Yucatán.

El proyecto quedará integrado por una superficie de 3, 019, 784. 47 m<sup>2</sup> (3, 01.978447 ha), sin embargo el área que será utilizada para el Cambio de Uso de Suelo en Terreno Forestal consta de 634,123.01 m<sup>2</sup> (63.412301 ha). Además se mantendrán áreas permeables sobre el terreno consideradas como áreas de amortiguamiento (2, 013,189.65) m<sup>2</sup> ver Planos del proyecto en el Anexo 2 de este estudio técnico.

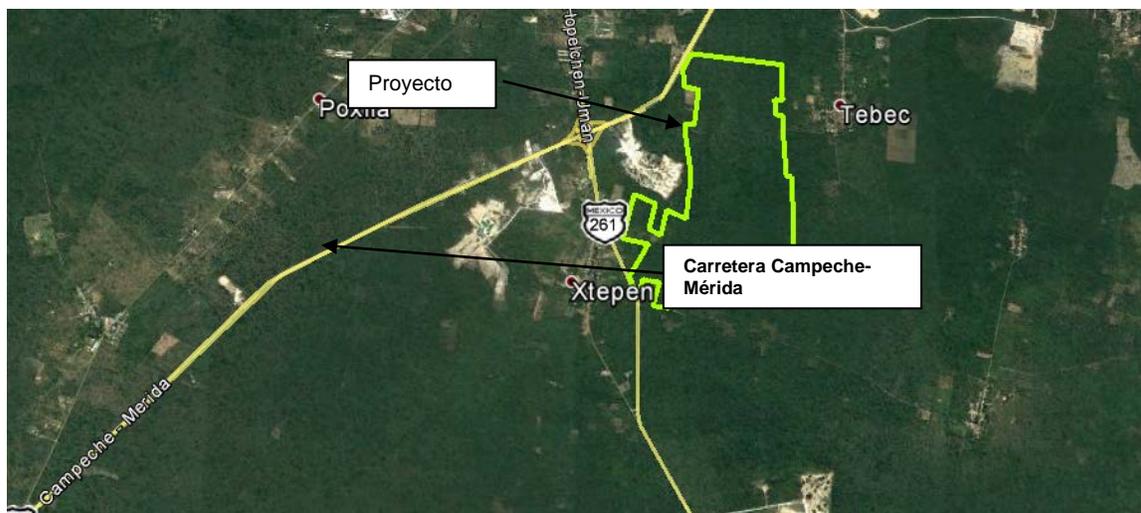
A continuación se presenta la información sintetizada de las obras principales que corresponden al proyecto.

**Tabla 1.2.** Descripción de las áreas del proyecto.

CONCEPTO	m <sup>2</sup>	ha	%
PREDIO	5,032,974.12	503.297412	100
PROYECTO	3,019,784.47	301.978447	
Área de aprovechamiento de material pétreo	2,958,427.75	295.842775	
Caminos de acceso	15,624.36	1.562436	60
Almacenes, oficinas, baño, estacionamiento y trituradora	42,703.52	4.270352	
Polvorín	3,028.84	0.302884	
AMORTIGUAMIENTO	2,013,189.65	201.318965	40

## 1.6 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DEL NUEVO CAMBIO DE USO DE SUELO

El área de estudio se localiza dentro de un polígono compuesto por un conjunto de predios designados de la siguiente manera: 5985, 6424,6835 y 6854, que juntos suman una superficie total de 5, 032,974.12 m<sup>2</sup> (503.297412 ha). El proyecto se ubica dentro de la localidad de Tebec, perteneciente al municipio de Umán y se accede al sitio del proyecto por la carretera Campeche-Mérida.



**Figura 1.5.** Principal vía de acceso al proyecto.

De manera general el área del proyecto presenta las siguientes características:

- Se trata de un polígono inmerso en el Municipio de Umán, Yucatán.
- Los predios adyacentes son principalmente rústicos (vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia).
- El área general en que se ubica el polígono bajo estudio se ha incluido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY).

El predio bajo estudio tiene una superficie total de 5, 032,974.12 m<sup>2</sup> (503.297412 ha). De acuerdo a la Carta de Uso del suelo y Vegetación SERIE V del INEGI (2013), el área de estudio está catalogado con un tipo de vegetación de Selva Mediana Caducifolia.

De modo que el presente proyecto pretende llevar a cabo el CUSTF sobre una superficie correspondiente a (63.412301 ha). En general, dentro del área que se solicita para el CUSTF bajo estudio se observó una vegetación principalmente arbustiva-arbórea con una altura promedio de 4.5 metros, en donde se registraron algunos individuos arbóreos de hasta 7 metros de altura y con un DAP de hasta 26 cm.

Así mismo, el área de CUSTF a utilizar dentro del predio es clasificada como terrenos forestales o preferentemente forestales de productividad maderable media, tal como a continuación se puede observar.

**Tabla 1.3.** Clasificación de las superficies propuestas para cambio de uso de suelo.

ZONAS	CLASIFICACIONES	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido	Áreas Naturales Protegidas	0.0	0.0%
	Superficie arriba de los 3,000 MSNM	0.0	0.0%
	Superficie con pendientes mayores al 100% o 45°	0.0	0.0%
	Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña	0.0	0.0%
	Superficie con vegetación en galería	0.0	0.0%
Zonas de	Terrenos forestales o de aptitud	0.0	0.0%

ZONAS	CLASIFICACIONES	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
producción	preferentemente forestal de productividad maderable alta		
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable Media,	0.0	0.0%
	Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja	<b>63.412301</b>	<b>100%</b>
	Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas	0.0	0.0%
	Terrenos adecuados para realizar forestaciones	0.0	0.0%
Zonas de restauración	Terrenos con degradación alta	0.0	0.0%
	Terrenos con degradación media	0.0	0.0%
	Terrenos con degradación baja	0.0	0.0%
	Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración.	0.0	0.0%

Es importante mencionar que el proyecto impermeabilizará (Almacenes, oficinas, baño, estacionamiento y trituradora) una superficie de 42,703.52 m<sup>2</sup> (0.8 % del área total) y mantendrá un área de amortiguamiento de 2, 013,189.65 m<sup>2</sup> (40%) respectivamente, con suelo y vegetación natural como área permeable.

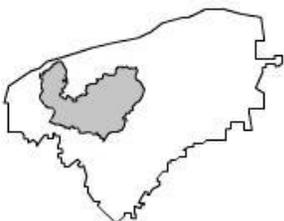
El principal objetivo de este proyecto consiste en el Aprovechamiento de Material Pétreo como respuesta a la creciente demanda de materiales y agregados pétreos en el estado de Yucatán, debido al aumento de en la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento de la ciudad de Mérida y sus alrededores, esto ha obligado a las empresas extractoras de materiales pétreos, a aumentar su producción con el fin de tener abasto de estas materias primas de la construcción.

Los servicios con los que se pretende dotar al proyecto son los siguientes:

- Sanitarios portátiles

Para la selección del área para desarrollar el proyecto se consideraron los siguientes criterios:

- Se tiene legal certidumbre, por parte de la promovente respecto al terreno.
- No hay zonas naturales de interés ecológico especial en la zona de influencia.
- Es importante comentar que el proyecto se encuentra totalmente fuera de alguna Área Natural Protegida (ANP), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Corredor Biológico.
- El presente proyecto queda inmerso en las Unidades de Gestión Ambiental del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Yucatán (POETY) UGA **1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal**”, el cual tiene una política de APROVECHAMIENTO y su uso principal es el de Suelo urbano (Ver el detalle de la vinculación con este instrumento en el Capítulo III de este documento técnico). Sin embargo entre los usos condicionados se encuentra las actividades relacionadas a la extracción de material pétreo por lo que el proyecto es totalmente congruente con las políticas de uso del suelo de la región y su desarrollo es totalmente factible y viable.

<b>1.2A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal</b> 	Usos	
	<b>Predominantes</b>	Asentamientos Humanos (Suelo Urbano)
	<b>Compatibles</b>	Industria de Transformación, Apicultura, Silvicultura, Turismo alternativo (Ecoturismo), Agricultura de hortalizas.
	<b>Condicionados</b>	Extracción de materiales pétreos, Avicultura, Porcicultura, Agricultura Tecnificada.
	<b>Incompatible</b>	Ganadería Semi-extensiva.

- Desde el punto de vista operacional, el proyecto no requiere de la aplicación de tecnologías altamente sofisticadas para su implementación, por lo que este aspecto fue también de gran consideración en los criterios de selección.
- De acuerdo a la información anteriormente vertida se puede indicar que el proyecto no se contrapone a las políticas ambientales y programas rectores de desarrollo a nivel estatal y municipal, y por ende es totalmente viable su desarrollo.

**I.7 DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL DOCUMENTO EN MATERIA FORESTAL Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

**1.7.1 PRESTADOR DE SERVICIOS TÉCNICOS**

Los datos de la persona que formuló, realizó y es responsable del Estudio Técnico Justificativo para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, son los siguientes:

**a.**



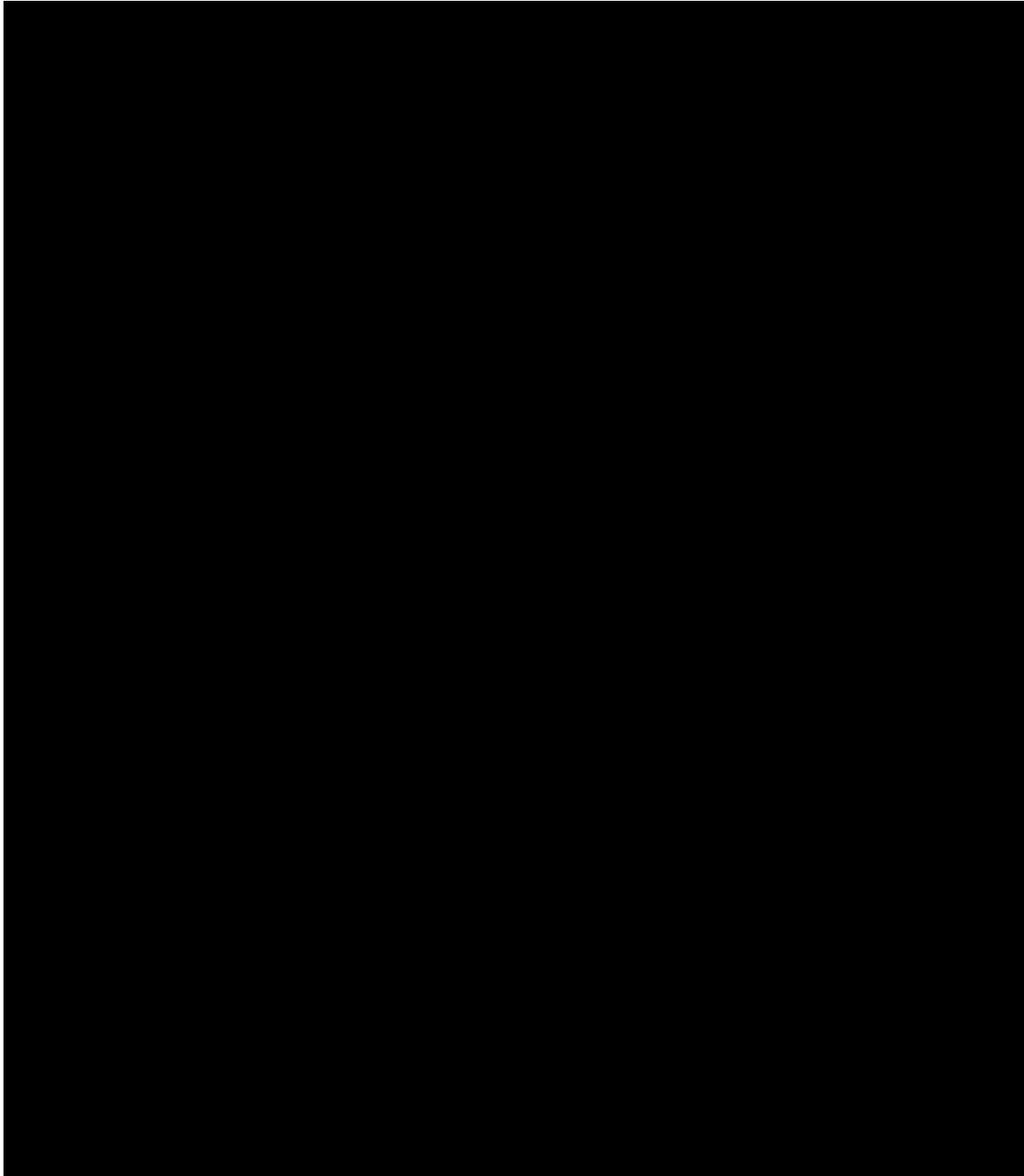
**b. Domicilio**



**c. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional (Número, libro, tipo y volumen),**



**d. Copia de su inscripción en el registro forestal del prestador de servicios técnicos forestales**

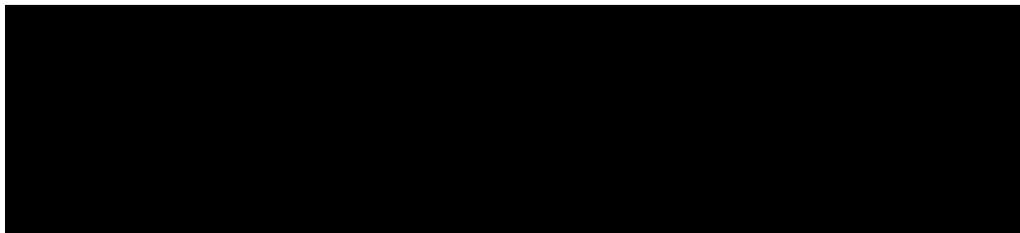


- e. Copia simple de identificación oficial (Credencial de Elector, Pasaporte, Cartilla del SMN, Cedula Profesional).



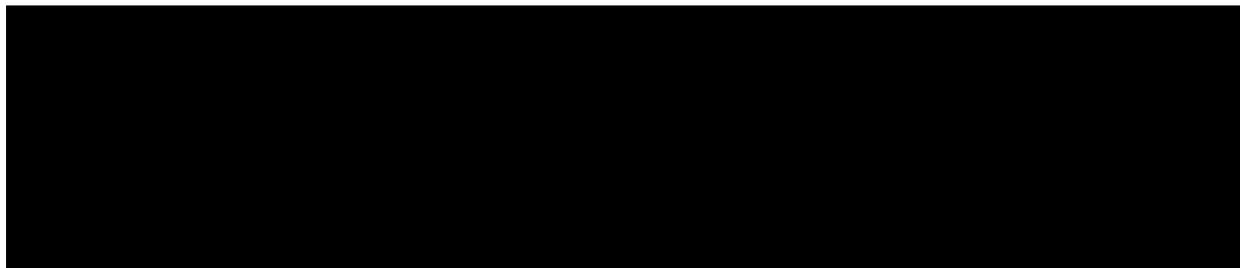
### 1.7.2 COLABORADORES O PARTICIPANTES

Los apoyos en los trabajos de campo y de gabinete estuvieron a cargo del personal capacitado de la empresa **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL SCP** con:

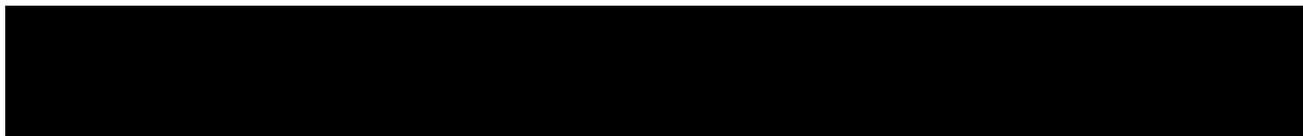


- Se presenta su registro en el Anexo 5.
- También se presenta la identificación de IFE del representante legal de la empresa.

### 1.7.3 FIRMAS



A continuación, se presentan las firmas autógrafas del autor del presente estudio y el promotor del proyecto:



### 1.7.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO AUTORIZADO

Una vez que se obtenga la autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para el predio bajo estudio, se presentará la propuesta económica respectiva al promovente, misma que de ser aprobada se procederá a elaborar un contrato de prestación de

En caso contrario, dicha notificación será presentada a la SEMARNAT dentro de un plazo máximo de 10 días hábiles siguientes a que se den inicio los trabajos de remoción de la vegetación. Asimismo, en caso de que existan cambios sobre esta responsabilidad durante el desarrollo del proyecto, se informará oportunamente a la unidad administrativa correspondiente.

### 1.8 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

A continuación se desglosa cada una de las actividades en el siguiente programa general de trabajo, posteriormente se presenta desglosada cada una de las etapas dependiendo de las condiciones en que operará el banco de materiales.

**Tabla 1.4.** Programa general de trabajo extracción húmeda

	ACTIVIDAD	AÑOS														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
CAMBIO DE USO DE SUELO CUSTF	Preparación del sitio															
	Delimitación del área de explotación															
	Desmante (Limpieza del predio, deshierbe, eliminación de cubierta vegetal existente)															
	Despalme (Eliminación de material pétreo no útil)															
	Operación del banco de Materiales en estrato seco															
	Trazado de plantilla															
	Barrenación															
	Carga de explosivos y Tronar															
Carga y Traslado																

ACTIVIDAD	AÑOS													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
en camiones de volteo														
<b>Operación del banco de material en estrato húmedo</b>														
Perforación														
Tronado														
Habilitación de material														
Trituración y cribado del material														
Acarreo y Transporte														
Inspecciones y ajustes menores a la maquinaria														
Medidas de mitigación														
<b>Abandono del banco de material</b>														
Retiro de maquinaria y material														
Restauración del sitio														

**PROGRAMA DE TRABAJO EXTRACCIÓN EN SECO.**

La realización de la extracción en estrato seco se pretende llevar a cabo en un tiempo de 4 años, a continuación de presente el programa de trabajo.

La realización de la extracción en estrato seco se pretende llevar a cabo en un tiempo de 4 años, a continuación de presente el programa de trabajo.

**Tabla 1.5** Programa de trabajo extracción seco.

Actividad	Año			
	1	2	3	4
<b>Preparación del sitio</b>				
Delimitación del área de explotación				
Desmote (Limpieza del predio, deshierbe, eliminación de cubierta vegetal existente)				
Despalme (Eliminación de material pétreo no útil)				

Actividad	Año			
	1	2	3	4
<b>Operación del banco de materiales</b>				
Trazado de plantilla				
Barrenación				
Carga de explosivos y Tronar				
Carga y Traslado en camiones de volteo				

Después de la extracción en seco se pretende la extracción en húmedo la cual contara con el siguiente programa de trabajo, esto se pretende llevar a cabo en un tiempo de 10 años.

**Tabla 1.6** Programa general de trabajo extracción húmeda.

ACTIVIDAD	SEMESTRES																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Operación del banco de material</b>																				
Perforación																				
Tronado																				
Habilitación de material																				
Trituración y cribado del material																				
Acarreo y Transporte																				
Inspecciones y ajustes menores a la maquinaria																				
Medidas de mitigación																				
<b>Abandono del banco de material</b>																				
Retiro de maquinaria y material																				
Restauración del sitio																				



# CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO II

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	2
2.1. Ubicación geopolítica de los predios.....	2
2.1.1. UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DEL PROYECTO. ....	2
2.1.2. SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DEL PROYECTO .....	2
2.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA .....	8
2.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA .....	8
2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.....	8
2.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO .....	10
2.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL .....	11
2.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL.....	12
2.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.....	17
PREPARACIÓN DEL SITIO. ....	18
CONSTRUCCIÓN. ....	19
2.2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. ....	20
II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES. ....	25
2.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. ....	26
2.2.7 ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	27
2.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	38

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. UBICACIÓN GEOPOLÍTICA DE LOS PREDIOS

#### 2.1.1. UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DEL PROYECTO.

El polígono bajo estudio (compuesto por un conjunto de tablares catastrales marcados con los números 5985, 6424,6835 y 6854) se encuentra ubicado en la localidad de Tebec, municipio de Umán, Yucatán.

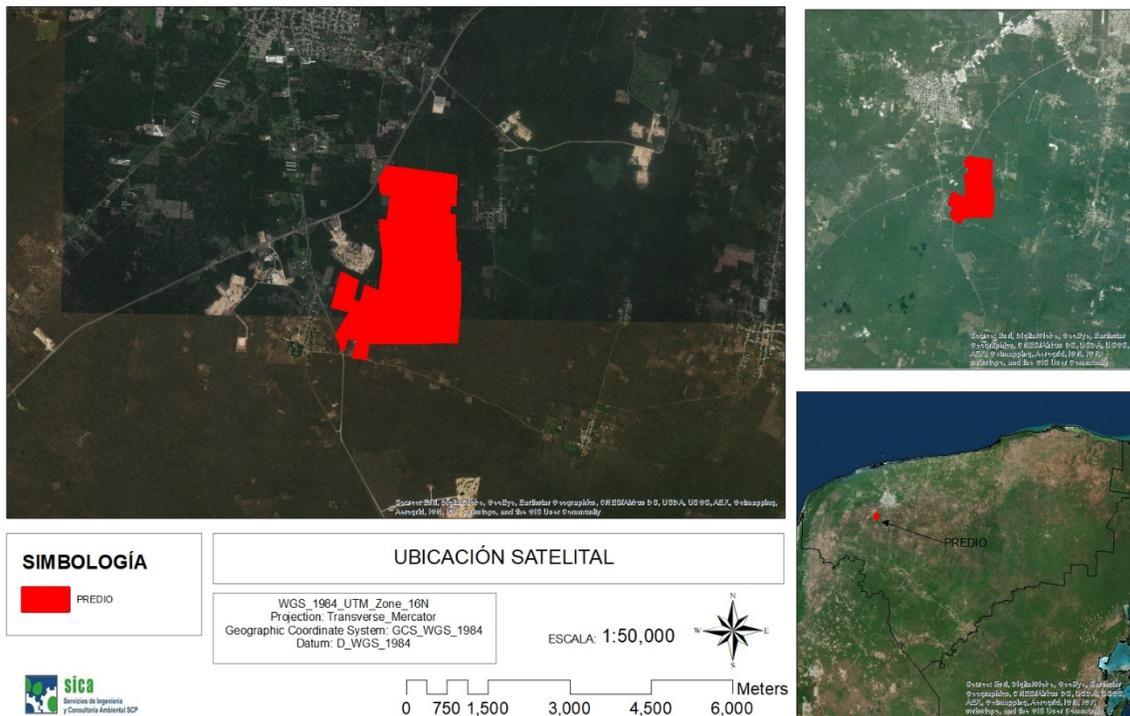


Figura 2.1. Ubicación física del sitio del proyecto.

#### 2.1.2. SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS DEL PROYECTO

El predio en donde se pretende llevar a cabo el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) tiene una superficie total de 634,123.01 m<sup>2</sup> (63.412301 ha). A continuación, se presenta el desglose de las superficies del polígono bajo estudio:

**Tabla 2.1.** Desglose de las superficies y representatividad de cada predio que compone la poligonal de estudio.

Tablaje catastral	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (ha)	%
5985	1430000	143.000	28%

Tablaje catastral	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	SUPERFICIE (ha)	%
6424	1300000	130.000	26%
6835	1622727.62	162.273	32%
6854	680246.5	68.025	14%
<b>TOTAL</b>	<b>5032974.120</b>	<b>503.297</b>	<b>100.00</b>

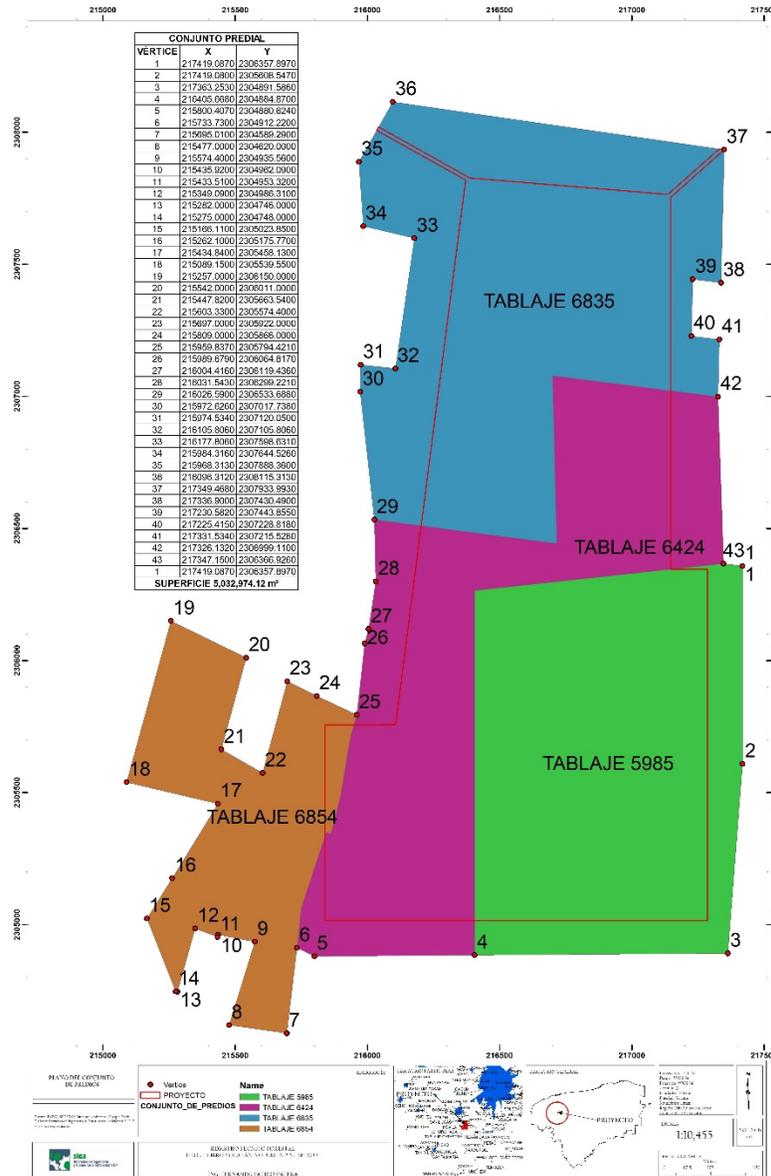


Figura 2.2. Representación gráfica del polígono bajo estudio (conjunto de tablajes catastrales) con sus vértices delimitantes.



### 2.1.3. DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS.

Posteriormente y con base en imágenes de satélite recientes y verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, mismas que se proyectaron a manera de polígonos forestales del proyecto utilizando el Software ArcMap 10 (Ver Planos en el **Anexo 2**, de este estudio).

Dado que los predios a ocuparse por el proyecto presentan en su totalidad vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia y cuyo terreno es forestal, se consideró el CUSTF para la totalidad del terreno 634,123.01 m<sup>2</sup> (63.412301 ha) tal como se puede observar en la **Tabla 2.2**. Este es la razón por el cual se realiza el presente Documento Técnico Justificativo Unificado (Ver Plano de los polígonos que se solicitan para el Cambio de Uso de Suelo en el **Anexo 2** de este estudio).

**Tabla 2.4.** Áreas contempladas para el Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales

PREDIO	TABLAJE	POLIGONO	SUPERFICIE m <sup>2</sup>
1	6835	1	10,695.24
		2	34,456.01
2	5985	3	588,971.76
<b>TOTAL</b>			634,123.01

A continuación, se presenta las coordenadas delimitantes de los polígonos en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF; mismo que se pueden verificar en los Planos CUS01, CUS02 y CUS03 del **Anexo 2** de este estudio.

**Tabla 2.5.** Coordenadas delimitantes de los polígonos que se solicitan para el CUSTF para el proyecto.

POLÍGONO DE CUSTF 01 (TABLAJE 6835)		
VÉRTICE	X	Y
1	217146.3684	2306345.1766
2	216971.7815	2306326.2647
3	217062.0680	2306424.3063
4	217146.3684	2306416.1276
1	217146.3684	2306345.1766
<b>SUPERFICIE 10,695.24 m<sup>2</sup></b>		

POLÍGONO DE CUSTF 02 (TABLAJE 6835)		
VÉRTICE	X	Y
1	216405.6680	2305800.7119
2	216405.6680	2305712.3500

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02 (TABLAJE 6835)</b>		
3	216386.6585	2305708.5003
4	216366.0401	2305613.9559
5	216153.9387	2305646.3342
6	216182.2003	2305742.5403
7	216318.6854	2305806.6149
1	216405.6680	2305800.7119
<b>SUPERFICIE 34,456.01 m<sup>2</sup></b>		

<b>POLÍGONO DE CUSTF 03 (TABLAJE 5985)</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	216405.6680	2305712.3500
2	216405.6680	2305800.7119
3	216620.8429	2305786.1092
4	216650.2267	2305876.0565
5	216802.2693	2305875.7594
6	216775.1494	2305932.6449
7	216634.8436	2305966.8830
8	216615.3470	2306095.6154
9	216674.5551	2306177.6045
10	216815.8098	2306191.4507
11	216771.8298	2306253.2677
12	216870.8395	2306303.6606
13	216968.3739	2306322.5644
14	216971.7815	2306326.2647
15	217146.3684	2306345.1766
16	217146.3684	2306345.1489
17	217285.9869	2306345.2736
18	217286.2820	2305401.3548
19	217011.3158	2305350.5548
20	216855.0244	2305226.2431
21	216764.4583	2305315.1963
22	216826.3363	2305493.8956
23	216746.6985	2305542.4053
24	216810.2320	2305639.4804
25	216662.0206	2305671.4673
26	216535.3096	2305635.9273
27	216478.2937	2305727.0576

1	216405.6680	2305712.3500
<b>SUPERFICIE 588,971.76 m<sup>2</sup></b>		

A continuación, se presentan las coordenadas delimitantes de los polígonos donde se encuentran inmersas las áreas de Amortiguamiento:

**Tabla 2.6.** Coordenadas delimitantes de los polígonos que se solicitan para el área de Amortiguamiento para el proyecto.

<b>AMORTIGUAMIENTO SECCIÓN 01</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	217330.0697	2307936.7931
2	217137.0524	2307764.6838
3	216387.0818	2307827.5646
4	216042.6587	2308020.1678
5	216096.3156	2308115.3059
1	217330.0697	2307936.7931
<b>SUPERFICIE 243,704.54 m<sup>2</sup></b>		

<b>AMORTIGUAMIENTO SECCIÓN 02</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	217349.4616	2307933.9873
2	217349.4716	2307933.9859
3	217336.9036	2307430.4829
4	217230.5856	2307443.8479
5	217225.4186	2307228.8109
6	217331.5376	2307215.5209
7	217326.1356	2306999.1029
8	217347.1536	2306366.9189
9	217419.0906	2306357.8899
10	217419.0836	2305608.5399
11	217363.2566	2304891.5789
12	216405.6716	2304884.8629
13	215800.4106	2304880.6169
14	215733.7336	2304912.2129
15	215695.0136	2304589.2829
16	215477.0036	2304619.9929
17	215574.4036	2304935.5529
18	215435.9236	2304962.0829
19	215433.5136	2304953.3129
20	215349.0936	2304986.3029

AMORTIGUAMIENTO SECCIÓN 02		
21	215282.0036	2304745.9929
22	215275.0036	2304747.9929
23	215166.1136	2305023.8429
24	215262.1036	2305175.7629
25	215434.8436	2305458.1229
26	215089.1536	2305539.5429
27	215257.0036	2306149.9929
28	215542.0036	2306010.9929
29	215447.8236	2305663.5329
30	215603.3336	2305574.3929
31	215697.0036	2305921.9929
32	215809.0036	2305865.9929
33	215959.8406	2305794.4139
34	215989.6826	2306064.8099
35	216004.4196	2306119.4289
36	216031.5466	2306299.2139
37	216026.5936	2306533.6809
38	215972.6296	2307017.7309
39	215974.5376	2307120.0429
40	216105.8096	2307105.7989
41	216177.8096	2307598.6239
42	215984.3196	2307644.5189
43	215968.3166	2307888.3529
44	216035.2900	2308007.1024
45	216371.3208	2307819.1922
46	216230.9995	2306725.6171
47	216106.7225	2305757.0809
48	215838.4607	2305756.8360
49	215838.4643	2305014.8863
50	217286.4029	2305014.8863
51	217285.9869	2306345.2736
52	217146.3684	2306345.1489
53	217146.3684	2307481.3270
54	217146.3684	2307752.8934
1	217349.4616	2307933.9873
<b>SUPERFICIE 1,769,485.11 m<sup>2</sup></b>		

**NOTA:** Es importante mencionar que el proyecto mantendrá ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO con una superficie de 2, 013,189.65 m<sup>2</sup> con representatividad del 40 % respecto al área total del proyecto (Ver Planos en el **Anexo 2** de este estudio técnico). Estas áreas poseen suelo y vegetación natural típica de la región y de similar corte como los que se solicitan para el CUSTF para el establecimiento del proyecto.

### 2.1.4 URBANIZACIÓN DEL ÁREA

El predio motivo del presente estudio, no se encuentra urbanizado debido a que es de tipo rustico. Se ubica en la localidad de Tebec, del Municipio de Umán, la cual cuenta con los servicios básicos, como son energía eléctrica, agua potable y servicio de telefonía local. Se cuenta con servicios de autotransporte, centros de salud, escuelas y campos deportivos.

Por el tipo de actividades constructivas a realizar, no se requerirá energía eléctrica ya que se emplearan principalmente equipo mecánico.

Los residuos sólidos no peligrosos que genere la construcción serán almacenados temporalmente en bolsas y trasladados en vehículos de la empresa contratada al basurero municipal de Umán, Yucatán. La periodicidad con la que se lleve a cabo dicha actividad dependerá de los volúmenes generados por el personal en obra.

El predio se encuentra a 2 km de la localidad de Tebec. En estas localidad está disponible los servicios de servicio de corriente eléctrica, telefonía celular y agua potable, por lo que en caso de requerirse, es factible la expansión de dichos servicios para abastecer las necesidades del proyecto sin causar un desabasto de los mismos.

La infraestructura vial existente en la zona es suficiente para soportar la carga vehicular que requiere el proyecto, es decir el acceso de la maquinaria y camiones de volteo, y se considera que la apertura del banco no causaría una saturación vial. La forma de llegar al predio es abordando el tramo camino hacia Tebec, tomando la calle de desviación que esta a 1 km antes de llegar a Tebec.

### 2.1.5 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión para el proyecto será de \$10, 026,000.00 (diez millones veintiséis mil pesos 00/100 M. N.) La inversión para la prevención de la contaminación y la compensación por servicios ambientales es de \$26, 000.00 (veintiséis mil pesos 00/100 M. N.) y la infraestructura \$10, 000,000.00 (diez millones de pesos 00/100 M. N.).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Como se ha mencionado anteriormente el proyecto se llevara a cabo en los tablajes catasteles marcados con los números: 5985, 6424, 6835 y 6854, los cuales cuentan con las siguientes características:

Tabla 2.2. Tablajes que conforman el conjunto predial.

EJIDO	TABLAJE	PARCELA	SUPERFICIE	
			m <sup>2</sup>	ha
TEBEC	5985	48Z-1P-2	1430000	143.000
TEBEC	6424,	47Z-1P-2	1300000	130.000
UMAN	6835	P73Z1 P 3/6	1622727.62	162.273
UMAN	6854	P78Z2 P 3/6	731,733.69	73.173369
<b>CONJUNTO DE PREDIOS</b>			5,032,974.12	503.297412

La superficie de explotación constara de 2, 958,427.75 m<sup>2</sup> (295.842775), Las coordenadas UTM del area de explotación son las que se pueden apreciar a continuación.

**Tabla 2.3.** Coordenadas del área de explotación.

AREA DE EXPLOTACIÓN		
VÉRTICE	X	Y
1	217093.0291	2307757.3103
2	217089.2382	2307701.9069
3	217146.3684	2307698.8805
4	217146.3684	2307481.3270
5	217146.3684	2306345.1489
6	217285.9869	2306345.2736
7	217286.4029	2305014.8863
8	215838.4643	2305014.8863
9	215838.4607	2305756.8360
10	216106.7225	2305757.0809
11	216230.9995	2306725.6171
12	216351.3129	2307663.2637
13	216606.1245	2307641.6219
14	216627.0743	2307795.8948
1	217093.0291	2307757.3103
SUPERFICIE 2,958,427.75 m <sup>2</sup>		

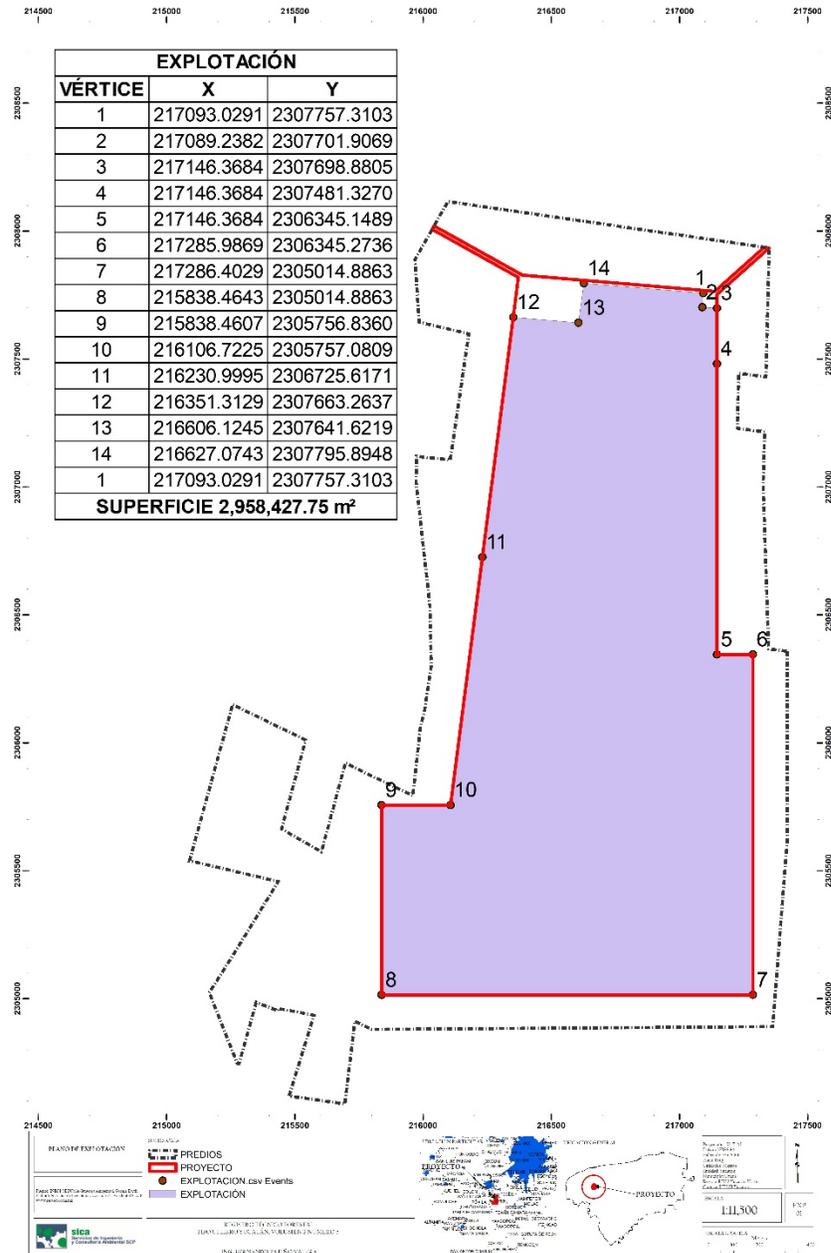


Figura 2.3. Vista del área de explotación en la zona del proyecto.

### 2.2.1 DIMENSIONES DEL PROYECTO

El área del proyecto cuenta con una superficie total de 3, 019,784.47 m<sup>2</sup> (301.978447 ha), en los cuales el 2, 958,427.75 m<sup>2</sup> (60%) para el área de explotación, dejándose el 40% restante (2, 013,189.65 m<sup>2</sup>) para el área de amortiguamiento.

Tabla 2.4. Cuadro de superficies del proyecto.

CONCEPTO	m <sup>2</sup>	ha	%
PREDIO	5,032,974.12	503.297412	100

CONCEPTO	m <sup>2</sup>	ha	%
<b>PROYECTO</b>	3,019,784.47	301.978447	60
Área de aprovechamiento de material pétreo	2,958,427.75	295.842775	
Caminos de acceso	15,624.36	1.562436	
Almacenes, oficinas, baño, estacionamiento y trituradora	42,703.52	4.270352	
Polvorín	3,028.84	0.302884	
<b>AMORTIGUAMIENTO</b>	2,013,189.65	201.318965	40

## 2.2.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA REGIONAL

De acuerdo al Art. 7. Fracción XI de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable, la Cuenca hidrológico-forestal es la la 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 **Cuencas**, subcuencas y microcuencas.

A continuación se presenta la ubicación del predio bajo estudio dentro de la Cuenca hidrológica forestal denominada RH32 Yucatán Norte.

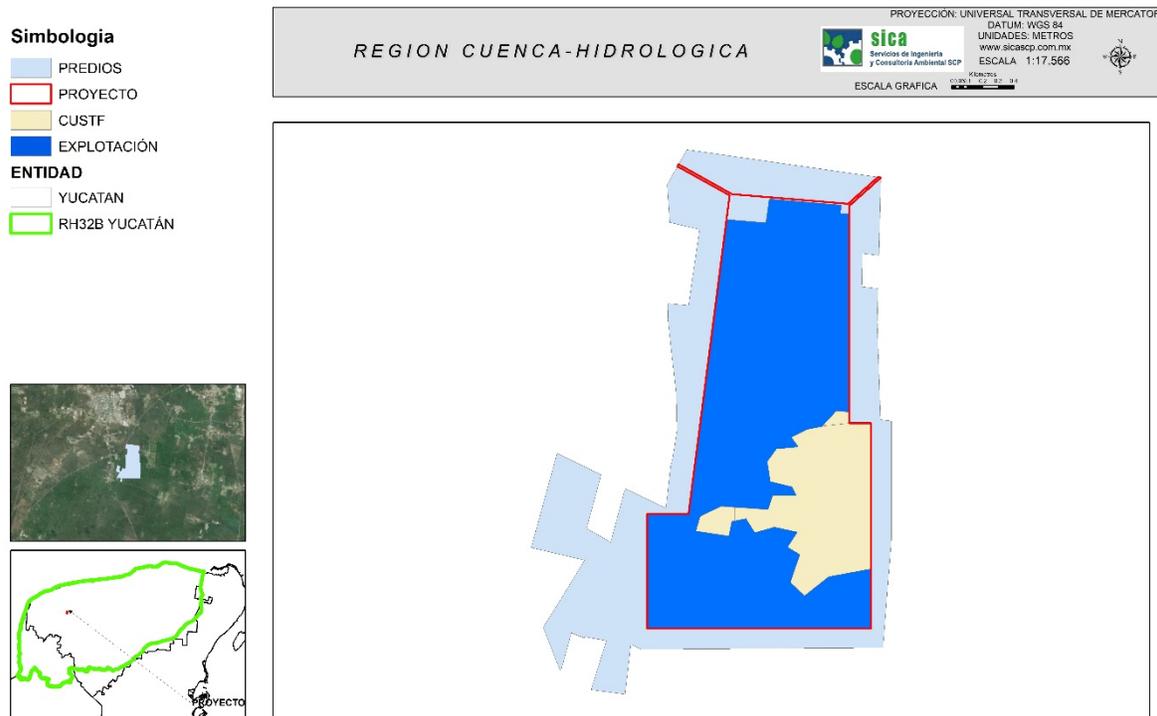


Figura 2.4. Ubicación del predio en la Cuenca RH32 Yucatán Norte.

### 2.2.3 REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

El área del proyecto se localiza en la carretera que comunica la localidad de Tebec, Umán. El predio bajo estudio esta comprendido de los tablajes catastrales marcados con los números 5985, 6424,6835 y 6854.

**Tabla 2.5.** Superficie de Tablajes.

Ejido	Tablaje	Parcela	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Municipio
TEBEC	5985	48Z-1P-2	1430000	143.000	Uman
TEBEC	6424,	47Z-1P-2	1300000	130.000	Uman
UMAN	6835	P73Z1 P 3/6	1622727.62	162.273	Uman
UMAN	6854	P78Z2 P 3/6	731,733.69	73.173369	Uman
<b>TOTAL</b>			5,032,974.12	503.297412	

**Tabla 2.6.** Coordenadas UTM delimitantes del área del proyecto.

CONJUNTO PREDIAL		
VÉRTICE	X	Y
1	217419.0870	2306357.8970
2	217419.0800	2305608.5470
3	217363.2530	2304891.5860
4	216405.6680	2304884.8700
5	215800.4070	2304880.6240
6	215733.7300	2304912.2200
7	215695.0100	2304589.2900
8	215477.0000	2304620.0000
9	215574.4000	2304935.5600
10	215435.9200	2304962.0900
11	215433.5100	2304953.3200
12	215349.0900	2304986.3100
13	215282.0000	2304746.0000
14	215275.0000	2304748.0000
15	215166.1100	2305023.8500
16	215262.1000	2305175.7700
17	215434.8400	2305458.1300
18	215089.1500	2305539.5500
19	215257.0000	2306150.0000
20	215542.0000	2306011.0000
21	215447.8200	2305663.5400
22	215603.3300	2305574.4000
23	215697.0000	2305922.0000
24	215809.0000	2305866.0000
25	215959.8370	2305794.4210
26	215989.6790	2306064.8170
27	216004.4160	2306119.4360
28	216031.5430	2306299.2210

CONJUNTO PREDIAL		
VÉRTICE	X	Y
29	216026.5900	2306533.6880
30	215972.6260	2307017.7380
31	215974.5340	2307120.0500
32	216105.8060	2307105.8060
33	216177.8060	2307598.6310
34	215984.3160	2307644.5260
35	215968.3130	2307888.3600
36	216096.3120	2308115.3130
37	217349.4680	2307933.9930
38	217336.9000	2307430.4900
39	217230.5820	2307443.8550
40	217225.4150	2307228.8180
41	217331.5340	2307215.5280
42	217326.1320	2306999.1100
43	217347.1500	2306366.9260
1	217419.0870	2306357.8970

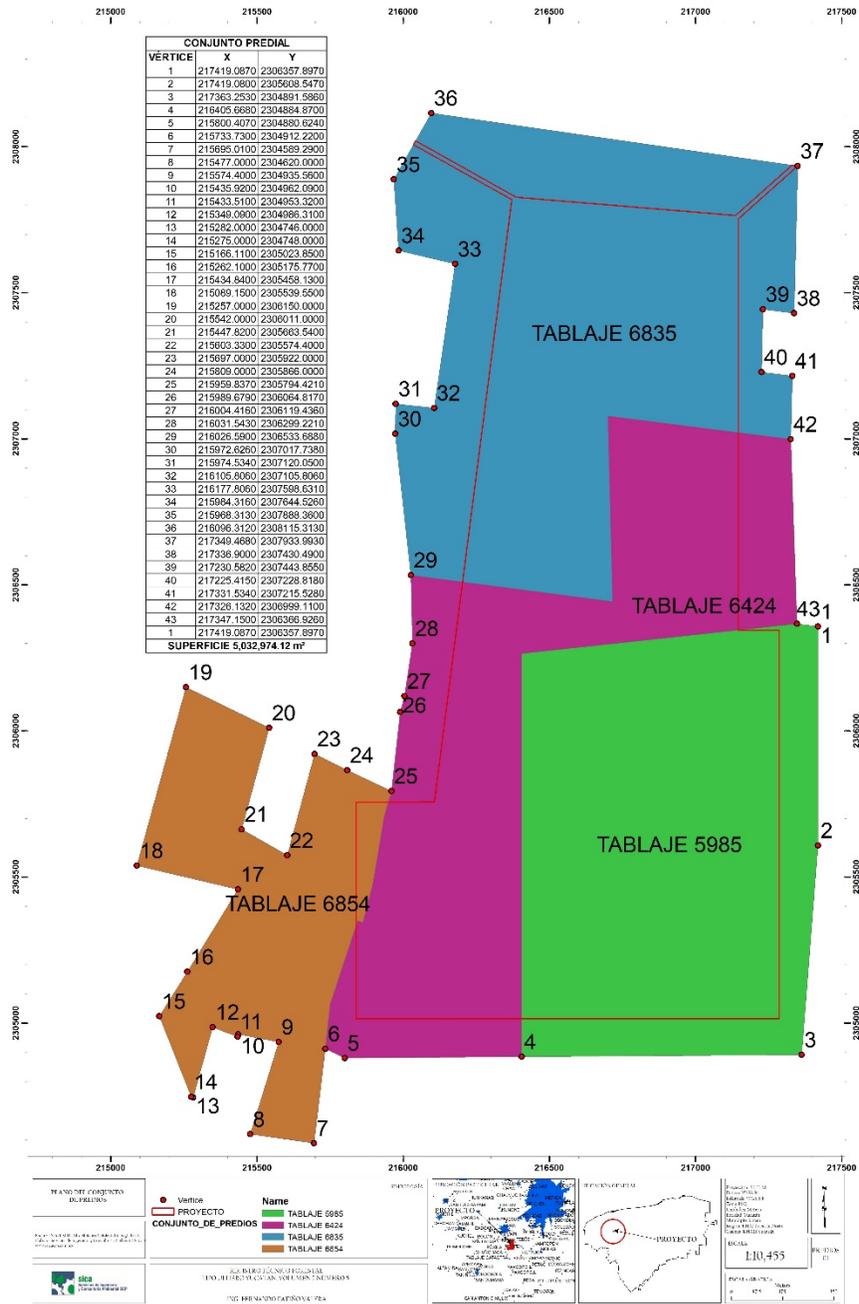


Figura 2.5. Localización del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el proyecto.

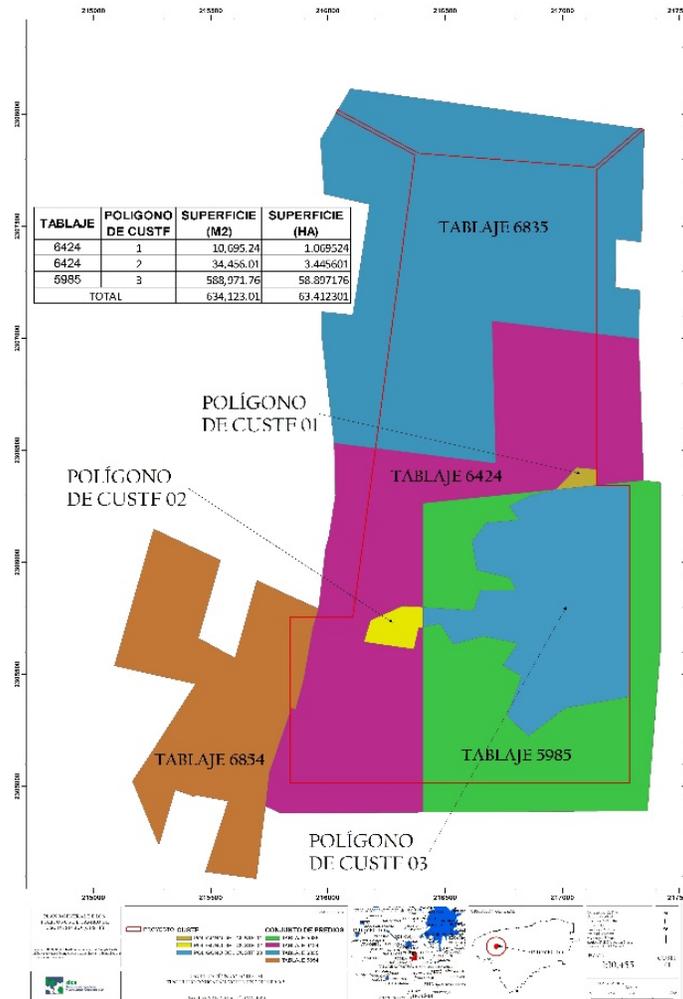
**DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS.**

Con base en imágenes de satélite recientes, verificaciones en campo a través de recorridos e inventario forestal, se procedió a delimitar y cuantificar la superficie de las áreas consideradas como forestales, cuyas áreas se pueden observar a continuación:

**Tabla 2.7.** Superficies de los Poligonos CUSTF.

TABLAJE	PARCELA	SUPERFICIE		SUPERFICIE DE CUSTF		POLIGONOS DE CUSTF
		m <sup>2</sup>	ha	m <sup>2</sup>	Ha	
6835	P73Z1 P 3/6	1622727.62	162.273	106952400	10695.24	01
				344560100	34456.01	02
5985	48Z-1P-2	1430000	143.000	5889717600	588,971.76	03
		3052727.62	305.273	6341230100	634123.01	<b>TOTAL</b>

Para el caso particular de las áreas a afectar con vocación forestal por el proyecto fueron proyectadas como Polígonos sujetos a CUSTF utilizando el Programa ArcMap Versión 10.2 (2013), tal como se puede observar a continuación:



**Figura 2.6.** Delimitación con los polígonos sujetos a Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Para mayores detalles revisar el Plano del polígono que se solicita para el CUSTF (Plano CUS 01, CUS 02, CUS 03) en el **Anexo 2** de este estudio. Dado que el polígono a ocupar por el proyecto presentan terrenos forestales (Pol. CUSTF) con una superficie de 3634,123.01 m<sup>2</sup> (63.412301 ha); por dicha razón se realiza el presente Documento Técnico Unificado para solicitar el Cambio de Uso del Suelo de dichos polígonos.

A continuación se presenta las coordenadas delimitantes del polígono en donde se pretende llevar a cabo el CUSTF; mismo que se puede verificar en el Plano CUS 01-CUS 02 – CUS 03, del **Anexo 2** de este estudio técnico.

**Tabla 2.8.** Coordenadas delimitantes del polígono que se solicita para el CUSTF en el predio bajo estudio.

<b>POLÍGONO DE CUSTF 01 (TABLAJE 6835)</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	217146.3684	2306345.1766
2	216971.7815	2306326.2647
3	217062.0680	2306424.3063
4	217146.3684	2306416.1276
1	217146.3684	2306345.1766
SUPERFICIE 10,695.24 m <sup>2</sup>		

<b>POLÍGONO DE CUSTF 02 (TABLAJE 6835)</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	216405.6680	2305800.7119
2	216405.6680	2305712.3500
3	216386.6585	2305708.5003
4	216366.0401	2305613.9559
5	216153.9387	2305646.3342
6	216182.2003	2305742.5403
7	216318.6854	2305806.6149
1	216405.6680	2305800.7119
SUPERFICIE 34,456.01 m <sup>2</sup>		

<b>POLÍGONO DE CUSTF 03 (TABLAJE 5985)</b>		
<b>VÉRTICE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	216405.6680	2305712.3500
2	216405.6680	2305800.7119
3	216620.8429	2305786.1092
4	216650.2267	2305876.0565

POLÍGONO DE CUSTF 03 (TABLAJE 5985)		
VÉRTICE	X	Y
5	216802.2693	2305875.7594
6	216775.1494	2305932.6449
7	216634.8436	2305966.8830
8	216615.3470	2306095.6154
9	216674.5551	2306177.6045
10	216815.8098	2306191.4507
11	216771.8298	2306253.2677
12	216870.8395	2306303.6606
13	216968.3739	2306322.5644
14	216971.7815	2306326.2647
15	217146.3684	2306345.1766
16	217146.3684	2306345.1489
17	217285.9869	2306345.2736
18	217286.2820	2305401.3548
19	217011.3158	2305350.5548
20	216855.0244	2305226.2431
21	216764.4583	2305315.1963
22	216826.3363	2305493.8956
23	216746.6985	2305542.4053
24	216810.2320	2305639.4804
25	216662.0206	2305671.4673
26	216535.3096	2305635.9273
27	216478.2937	2305727.0576
1	216405.6680	2305712.3500
SUPERFICIE 588,971.76 m <sup>2</sup>		

#### 2.2.4 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.

Como se ha mencionado anteriormente en el documento primero se llevara a cabo la extracción de material en estrato seco, (la cual contara con la autorización pertinente) seguido por la extracción de material en estrato húmedo.

En las actividades de explotación en seco, se pretende ejecutar las siguientes actividades:

##### A. Preparación del sitio.

- Delimitación del área de explotación,
- Desmote (Limpieza del predio, deshierbe, eliminación de cubierta vegetal existente),
- Despalse (Eliminación de material de diferentes orígenes, no factibles de aprovechar).

## PREPARACIÓN DEL SITIO.

### a) Tipos de vegetación por afectar y superficie.

La vegetación registrada en el predio es vegetación derivada de selva mediana caducifolia, debido al manejo agrícola y pecuario que le ha dado los pobladores del poblado de Tebec. El área total del conjunto de predios donde se llevara a cabo el proyecto es de 5, 032,974.12 m<sup>2</sup>.

### a) Superficie total por afectar y porcentaje de la superficie total del predio por afectar.

La superficie que será sujeta a la extracción de material pétreo es de 3, 019,784.47 m<sup>2</sup>, equivalente al 60% de la superficie total del predio y el área de amortiguamiento será de 2, 013,189.65 m<sup>2</sup>, equivalente al 40% de la superficie total del predio.

### b) Técnicas a emplear para la realización de los trabajos.

El desmonte, el despalme y la extracción se pretenden efectuar por etapas conforme se vaya avanzando en las actividades de explotación.

### c) Forma de manejo, traslado y disposición final del material de desmonte.

La vegetación presente en el área aprovechable será eliminada con maquinaria pesada. El material generado se destrozara y se colocara en las áreas de amortiguamiento del predio para su descomposición natural y la reintegración a la capa de suelo y posterior uso en la etapa de reforestación.

### d) Sitios establecidos para la disposición de los materiales.

El material que se obtendrá del aprovechamiento, se colocará en el área de triturado, para su trituración.

## Excavaciones, Compactaciones y/o Nivelaciones.

Los trabajos que se realizarán incluirán los siguientes:

### A. Preparación del sitio.

- Delimitación del área de explotación: Consistirá en determinar los límites del área de la fracción explotable, en relación al total del terreno disponible.
- Desmonte: Incluirá la limpieza del predio, con el fin de eliminar la vegetación existente en el área donde se realizará la extracción de material pétreo.
- Despалme: Consistirá en la remoción del material no factible de aprovechar. Incluirá la remoción de troncos y capa edáfica o sustrato fértil.

### a) Descripción de los métodos que serán empleados para garantizar la estabilidad de taludes (en caso de que aplique).

Después de perforada la roca y empleando el tractor oruga se procede a cargar el material a las unidades de volteo. La estabilidad de los taludes al tratarse de roca no es susceptible de sufrir algún derrumbe.

**b) Tipo, volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno.**

No será requerida la nivelación del predio donde se extraerá el material pétreo, sin embargo, se verificará que la profundidad de extracción en el sitio deje por lo menos 1 metro de laja entre la explotación y el manto freático.

**c) Tipo y volumen de material sobrante durante el desarrollo de estas actividades.**

El material excavado en el banco para la extracción de materiales se empleará en su totalidad para ser transportado en camiones de volteo y ser posteriormente triturado para obtener diferentes productos finales de distinta granulometría para ser empleados en la industria de la construcción. Por lo que no existirán materiales sobrantes den el desarrollo de estas actividades.

**d) Forma de manejo, traslado y lugar de disposición final del material sobrante.**

No se generará material sobrante.

**Cortes.**

Los cortes que se realizarán serán directamente en el área de extracción, con apoyo de maquinaria pesada. Dichos cortes serán hasta una profundidad de 5 metros y no afectará el manto freático.

**Rellenos**

No se requerirá realizar rellenos.

**CONSTRUCCIÓN.**

No se construirá ninguna estructura en el predio, debido a que el proceso de triturado del material pétreo se realizara en la planta procesadora de la empresa.

***En las actividades de explotación en humedo, se pretende ejecutar las siguientes actividades:***

**PREPARACIÓN DEL SITIO.** La única actividad que incluirá esta etapa será la limpieza a través de la remoción de algunos manchones de vegetación principalmente herbácea presentes en el área de explotación.

**CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MINERAS.**

**a) Habilitación del fondo de cantera (eliminación del material petreo no útil)**

Debido a que el proyecto contempla continuar con la extracción del material pétreo a partir del nivel en que se encuentra después del aprovechamiento inicial en seco, no se requerirá habilitar el piso o fondo del banco para tal efecto.

**b) Almacen de materiales e insumos consumibles.**

Se utilizaran los almacenes temporales instalados cuando se lleve a cabo la extracción en seco, los cuales constaran de bodegas, comedores y oficinas de materiales desmontables.

### c) Infraestructura de operación existente.

No será necesario la habilitación o construcción de alguna otra infraestructura para el funcionamiento de la extracción en húmedo, debido a que se contara con la infraestructura la cual fue utilizada para la extracción en seco. En el área del proyecto se pueden encontrar caminos de tercería y área para circulación de la maquinaria pesada dentro del suelo de la cantera.

## 2.2.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

### ETAPA DE OPERACIÓN EXTRACCIÓN EN SECO.

Durante la operación del proyecto básicamente se realizarán las siguientes actividades:

Las actividades se realizarán a cielo abierto, mediante la perforación y desbaste con maquinaria de las rocas. Se recomienda considerar medidas para evitar la contaminación del agua subterránea en aquellas zonas donde se alcance el nivel de profundidad requerido y se haya concluido la explotación del material.

#### b) Barrenado y detonación

Para los casos en los que la roca no permita su extracción directa a través de la utilización de la maquinaria, será empleado material explosivo que permita liberar el material pétreo para su explotación.

**Trazado de la plantilla:** El diseño de la plantilla de trabajo esquematiza donde procederá a barrenar sobre la roca. El diseño de la plantilla se determina de acuerdo a varios factores que intervienen en la voladura como son el bordo (distancia entre fila y fila) y el espaciamiento (distancia entre columna y columna) la profundidad del barreno, el tamaño y forma del terreno y el diámetro del barreno. El procedimiento es el siguiente: e hará un trazado de una cuadrícula de perforación, que consiste en un diagrama de disparos (explosiones) que se ejecutarán.

Se marca claramente el diámetro y la longitud de perforación, estimando un mínimo movimiento de las rocas.

**Barrenación:** Utilizando una barrenadora se realizan las perforaciones marcadas en la platilla. La cuadrícula o plantilla de barrenación será de será de 3x3 metros en ambos sentidos, los cuales se realizaran median un dril de 4” de diámetro a una profundidad de 3.50 mts. Se propone que con esta plantilla de tengan 900 pza de pocetas de detonación y se realizarán voladuras de 30 barrenos en una cantidad de 2 al día durante 3 semanas. El programa de ejecución de las voladuras dependerá de las necesidades de producción del material. Se está proponiendo esta plantilla ya que así se reduce la fuerza y alcance de las detonaciones, de manera que se mantiene únicamente en la zona de explosión delimitada. Se procede a realizar la perforación de la roca para introducir los explosivos y los detonadores. La profundidad de cómo se ha indicado no sobrepasará los 3.5 m de profundidad.

Esto incluye chequear la profundidad de todos los pozos de disparo, para la cantidad de explosivo necesaria

**Carga de explosivos y Tronar:** El proceso comienza con el retiro de materiales explosivos del polvorín. El transporte de este material explosivo se efectúa mediante un camión El camión deberá

llevar banderolas y torreta encendida. Posteriormente se distribuye el material explosivo en todos y cada uno de los barrenos y se procede a la conexión de los accesorios detonantes. Se supervisa la correcta conexión de los mismos, se cierran los accesos y el tránsito, y todo el personal se retira de la zona. Se realiza la detonación, se espera un mínimo de 15 minutos antes de revisar exhaustivamente si quedó algún barreno sin explotar. Finalmente el material que se obtiene pasa por un proceso selección y carga para ser posteriormente transportado.

**Carga de Disparo:** Una vez realizadas y revisadas las profundidades de los pozos (3.5 m), de los barrenos, se procede al reparto de los accesorios de tronadura, éstos serán colocados con mucha precaución, teniendo presente que ninguno de estos puede ser tirado al suelo. Se introducen los detonadores al interior de los explosivos, lo que tiene lugar una vez realizadas las verificaciones pertinentes y teniendo especial cuidado, evitando los roces y a la profundidad programada.

**Cantidad de detonante y tipos (material):** En este proceso se utilizara para cada evento de detonación la cantidad de 240 kg de alto explosivo (tovex) el cual será distribuido a una razón de 8kg/barreno, así mismo cada barreno deberá contener 1pza dual relay (detonante), 105 ml de cordón detonante a razón de 3.5 ml/barreno. Además se considera 2 fulminantes y 2 mt. de mecha de seguridad. Esta carga de contáminate es considerada totalmente baja con respecto a una detonación normal utilizada en los banco de material que se dedican a la explotación de de dicho material.

Una vez que las perforaciones han sido cargadas, éstas serán ser tapadas adecuadamente para asegurar el debido confinamiento de la carga, utilizando el material de cada perforación y evitando la caída de piedras.

**Detonación: Confirmación de la Carga de la Tronadura (medida de prevención y de seguridad a tomar por la actividad).**

Terminado de cargar los pozos de los barrenos, en el sitio sólo quedan presentes el encargado de la voladora y el residente de la obra. Todo el personal será retirado por el supervisor. El primero debe revisar si el disparo está conectado correctamente y procede a confirmar”. Acto seguido procede a dar la orden de disparo.

Cuando se inicie el disparo, se considera en forma muy especial lo siguiente:

- Se realiza una segunda revisión (Re-chequeo) de que la zona sea evacuada por todo el personal y que los equipos se encuentren a distancias seguras de posibles proyecciones de roca.
- Utilizar sistemas de aviso mediante sirenas y banderillas.
- Disparar desde lugares seguros, previamente definidos.
- Realizar el disparo de acuerdo con la autorización del jefe de tronadura.
- Chequeo de la tronadura

**Final de la Tronadura:** En la etapa final de la tronadura, se debe tener siempre presente:

- Regresar al área de tronadura, para verificar algún desperfecto, o bien, algún “tiro quedado”. Se llama así a la carga que no estalló por alguna razón de operación u otro motivo. Para el retiro de estos, se aísla el sector, siguiendo el mismo procedimiento del disparo inicial, y se procede a quemar el o los tiros quedados.
- Se revisa completamente la zona tronada. En caso de constatar cualquier anomalía, se verifica y avisa a los supervisores.
- Se da aviso que la Tronadura se realizó sin novedades y que se pueden iniciar el retiro del material tronado.

- Repetir la secuencia hasta obtener el nivel requerido y volumen contratado.

Algunas observaciones relacionadas con el tiempo indicado para la revisión de la Tronadura.

- Si el disparo se realiza tiro a tiro con mecha lenta, el ingreso se hará después de 30 minutos.
- En Tronadura con cordón detonante iniciado por un solo fulminante de superficie, el ingreso a la zona tronada se realizará después de 15 minutos.
- Hay factores que pueden variar estos tiempos, si es subterráneo u otro inconveniente el cual será evaluado por el profesional a cargo.
- De igual forma, el radio a evacuar será determinado por el profesional responsable.

### **c) Extracción de material pétreo:**

La excavación de esta etapa se llevará a cabo con una retroexcavadora equipada con cucharón que extraerá todo el material disgregado de la superficie. Este proceso de extracción producirá un talud cóncavo en el fondo del banco, de 3.5 m de profundidad como máximo.

La maquinaria con cucharón raspa el fondo de lo que será el banco de material recolectando el material suelto. De manera general, lo raspa de manera que se excava y al mismo tiempo extrae el material. El material que extrae lo deposita fuera del banco en un camión de volteo que trasladará el material hasta los sitios de trituración fuera del área solicitada

El proceso se repite, hasta que se extrae el material necesario a la profundidad establecida.

### **d) Acarreo y transporte del material**

Una vez que el material extraído cumple con las especificaciones en cuanto al tamaño, es recogido del área mediante el cargador frontal equipado de bote o cucharón metálico (de 4-7 yardas cúbicas) y cargado en camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup> y 14 m<sup>3</sup>, para que éstos a su vez lo transporten hasta la zona de las trituradoras.

### **e) Medidas de seguridad**

Se deberá dotar del equipo mínimo de protección personal a los trabajadores: cascos protectores, camisas de algodón de manga larga, goggles y botas de trabajo, las cuales deberán portarse durante todo el tiempo que se permanezca en el sitio. Además, el personal que opere la maquinaria deberá tener guantes protectores, lentes, mascarillas y tapones auditivos. Los trabajadores involucrados en el trozado de la vegetación, acarreo o ruptura de piedra y paleo de tierra contará con guantes. Adicionalmente, se contará en el área de trabajo con un botiquín de primeros auxilios.

### **f) Raspado de roca caliza**

Una vez desmontado y expuesta la roca caliza susceptible de aprovechamiento, se procederá a su extracción mediante raspado con tractor de orugas, el cual romperá la capa superficial hasta una profundidad de 1.5 m aproximadamente, dado que el estrato rocoso no se considera muy duro hasta esta distancia. El raspado del material, así como los trabajos posteriores de extracción, ocurrirán de forma discontinua, es decir, en períodos alternos de uso del banco. El aprovechamiento usualmente inicia en un extremo del banco y se avanza hacia el extremo opuesto de manera secuencial. Los taludes del banco se conformarán de manera que se tenga un ángulo de 43-45°.

## ETAPA DE MANTENIMIENTO EXTRACCIÓN EN SECO.

Las actividades de mantenimiento que se pretende ejecutar incluirán las relativas a situaciones preventivas, correctivas o predictivas. Lo anterior básicamente se realizará para el equipo y maquinaria pesada que se emplee.

Para la maquinaria pesada se implementará un programa de revisión diaria y semanal, con el fin de detectar cualquier anomalía en los sistemas mecánicos, hidráulicos y de almacenamiento de lubricantes y combustibles. El proyecto no considera la ejecución de actividades de mantenimiento a realizar en el predio seleccionado, debido a la factibilidad de generación de residuos peligrosos en consecuencia (derrames, escurrimientos, materiales impregnados con sustancias peligrosas).

En caso de que sea estrictamente necesario realizar alguna actividad de mantenimiento preventivo, correctivo o predictivo, el promovente se compromete a realizarlo sobre una superficie impermeable de manera que se asegure que no exista contaminación del suelo.

## ETAPA DE OPERACIÓN EXTRACCIÓN EN HUMEDO.

Para la operación del banco de materiales en estrato húmedo se realizarán las siguientes actividades principales, indicadas a continuación.

**A. Perforación.** La perforación se lleva a cabo mediante Track drill (carro perforador) montados sobre orugas y provistos de una broca de 3 pulgadas de diámetro. Con este equipo se hacen los pozos que luego serán llenados con explosivo para lograr la remoción y fragmentación de la roca. La cantidad de perforaciones, así como la profundidad de las mismas, se realizará con base a un patrón previamente definido, con el cual se asegura obtener un grado de rompimiento adecuado de la roca para la obtención de material de buena calidad. Para esto se establecerá una cuadrícula sistemática de perforación que varía de acuerdo a las características de la roca ya sea en estructura (fracturas, diaclasas o bien discontinuidades) y el grado de meteorización (alteración de minerales).

**B. Tronado.** Una vez realizada la perforación se procede a la carga con explosivos dentro de los pozos.

Se utilizarán dos explosivos diferentes, uno en el fondo del pozo de gran velocidad y otro en la columna del pozo de gran volumen de gas. El primero tiene la función de generar fracturas en la roca donde luego se introducirán los gases del segundo explosivo empujando o desplazando la roca. Ambos explosivos se iniciarán con un detonador tipo NONEL con diferentes números de retardos. Las cargas se conectan entre sí con suficiente mecha y, una vez garantizada la seguridad tanto del personal como del equipo, se provoca la explosión de las cargas.

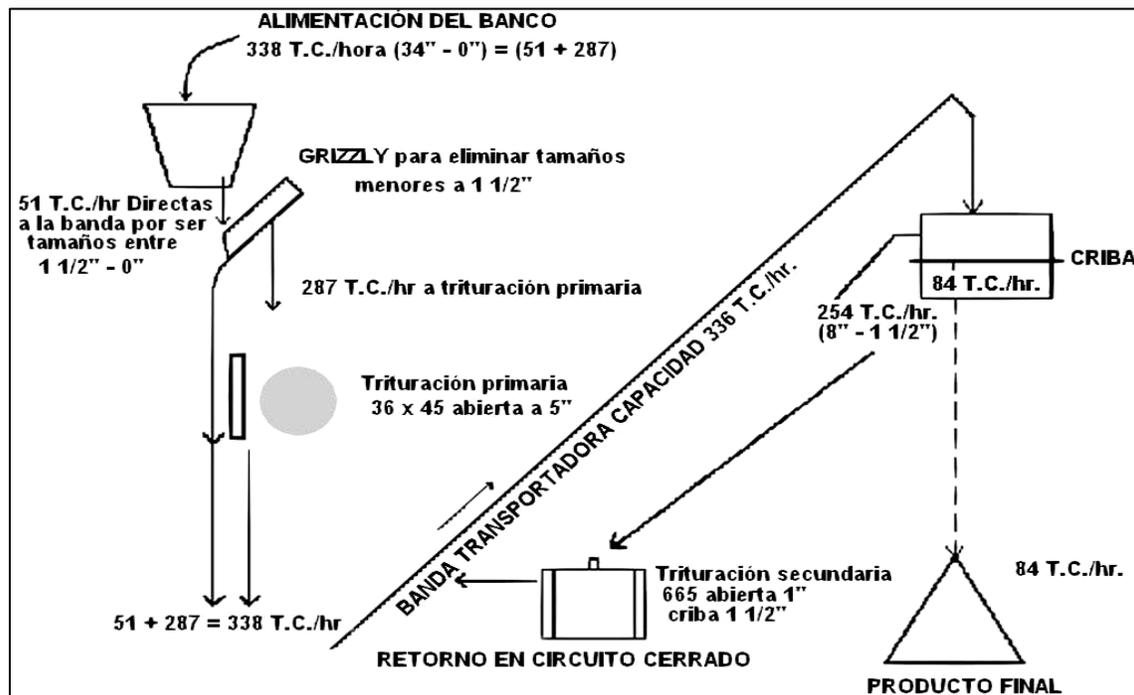
**C. Habilitación del material.** El material obtenido del tronado se clasificará según su tamaño, separando el material en diferentes tamaños de acuerdo a las necesidades para su uso, esto se realizará por medio de un tractor. El material que no cumpla con el tamaño adecuado para su transporte es fragmentado hasta que se obtenga el tamaño que se requiere.

**D. Acarreo y Transporte.** Una vez que el material cumpla con las especificaciones en cuanto al tamaño es recogido del área mediante un trascabo y cargado en camiones de volteo. El material estéril se transporta hacia una escombrera donde se van depositando los materiales que luego se

emparejan. El material útil se transporta hacia la trituradora que se encarga de la producción de los diferentes materiales.

Cuando la profundidad sea un impedimento para el tractor, entrará en operación la retroexcavadora con cucharón para extraer el material suelto. Cuando se llegue a material rocoso, intervendrá la retroexcavadora de martillo hidráulico con un compresor de aire adaptado.

**E. Trituración.** El material proveniente del banco de material ingresa con tamaños inferiores a 1 m por una tolva a una trituradora primaria donde sale a una granulometría máxima de 20 cm, luego mediante la banda transportadora cae a una trituradora secundaria, luego en zarandas donde el material mayor a 3 cm pasa a una trituradora terciaria y el menor sale del circuito, ver figura siguiente.



**Figura 2.7.** Esquema del funcionamiento de la trituradora, en donde se presenta el proceso trituración primaria y secundaria del material de banco.

**F. Formación del producto final.** Los productos finales que obtendrán de este proceso serán escombros finos, polvo y grava.

### ETAPA DE MANTENIMIENTO.

Se le dará mantenimiento a la maquinaria empleada en el proceso de extracción. Para esto, se contará con un programa de mantenimiento regular. Esta actividad se realizará en las instalaciones del banco cuando se trate de una revisión rutinaria y en el taller autorizado de la empresa promotora cuando se trate de composuras.

La maquinaria pesada en uso será la única fuente posible de residuos peligrosos líquidos generados en el proceso de operación; por lo que los cambios, sobrantes o posibles fugas de aceite o

combustible serán controlados durante las actividades. Esto también aplica para los vehículos y camiones de volteo; los cuales serán sometidos a afinación y revisión vehicular.

Por otra parte, dado que no se contará con productos susceptibles de favorecer plagas (roedores, serpientes, cucarachas u otros), no será requerida la aplicación de técnicas para control de las mismas en el área del banco.

## II.2.10 DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE LAS INSTALACIONES.

Una vez terminado este tiempo útil del banco, se procederán a realizar las siguientes actividades:

- 1) El retiro de maquinaria, materiales e infraestructura general.
- 2) Inicio de las actividades de restauración del sitio.

### 1.- Retiro de maquinaria, materiales e infraestructura general

1. Retiro de manera definitiva de toda la maquinaria y su traslado al almacén y oficinas centrales de la empresa promovente.
2. Retiro de materiales, tales como tambores y/o llantas del área de disposición de maquinaria y su traslado al almacén de la empresa.
3. El material pétreo sobrante útil será trasladado al almacén temporal de la empresa.
4. Limpieza general (residuos sólidos) del área de trabajo, los bordes del banco y la laguna de cantera creada.
5. Se retirará del sitio cualquier material o estructura trasladada al banco durante la etapa de operación, de manera que el área del proyecto quede libre de elementos extraños o no naturales.

Se procederá a la revisión final general del banco (área afectada y colindancias) para verificar que toda la infraestructura haya sido retirada y que, de haber derrames de aceite al suelo, programar la rehabilitación del mismo, así como darle el manejo de residuo peligroso a través de una empresa autorizada.

Se prevé que todas estas actividades sean desarrolladas en el lapso de un mes. Las actividades descritas anteriormente se llevarán a cabo de acuerdo al siguiente programa de actividades.

**Tabla 2.9.** Programa de actividades de abandono del sitio.

ACTIVIDAD	SEMANAS				
	1	2	3	4	5
Retiro y traslado de maquinaria					
Retiro de materiales como tambores y llantas					
Traslado de material sobrante útil					
Desmantelamiento y remoción de las letrinas móviles					
Limpieza general					
Inspección general					

## 2.- Actividades de Restauración del Sitio.

Las actividades que en términos generales considera el programa de restauración del sitio son las siguientes (Ver los puntos básicos del contenido del programa en el **Anexo 7**):

- Reconformación de sustrato orgánico (suelo) del área circundante del talud.
- Repoblación o reforestación con plantas nativas y del tipo de vegetación de la zona para estabilizar el área del talud perimetral del banco y de esta manera minimizar la erosión del suelo y deterioro de la calidad del agua de la laguna por arrastre pluvial.
- Fomento de especies con afinidad hidrófila en los bordes de la laguna creada.
- Habilitación de hábitats o microhábitats artificiales para fauna (aves y reptiles).
- Control de plagas (particularmente mosquitos).
- Monitoreo inicial de la calidad de agua de la laguna creada.

Los objetivos generales del programa de restauración propuesto son:

1. Rehabilitar los hábitats.
2. Mejorar o diversificar los hábitats.
3. Construir ambientes de bajo mantenimiento.
4. Reconstituir el estrato edáfico de las áreas inmediatas al talud perimetral del banco.

Respecto a la reforestación del banco en las áreas susceptibles, se presenta la siguiente estimación de actividades.

**Tabla 2.10.** Modelo del programa general de reforestación del banco de material.

ACTIVIDAD	SEMANAS				
	1	2	3	4	5
Obtención de individuos juveniles					
Lote de juveniles de hasta 1.8 m y restitución.					
Habilitación del terreno: limpieza y acarreo					
Siembra y adecuación del predio					
Mantenimiento					

Este cronograma considera trabajos en 1 ha del terreno y un mes de actividad.

### 2.2.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

No se requerirá la construcción de obras asociadas o de apoyo, dado que estas ya se encontraran en el area debido a la extracción en Seco que se realizara antes de la humeda.

El abastecimiento de combustible para la maquinaria en operación ocurrirá a través de camionetas de la empresa promovente, especializadas para este tipo de actividad, el cual se trasladará al sitio y se retirará a la brevedad.

No se construirán campamentos en el sitio, ya que el traslado de los trabajadores será cotidiano de las instalaciones de la empresa al banco.

No se requerirá de energía eléctrica para esta etapa del proyecto ya que se trabajará en turno diurno.

Para el acopio de residuos sólidos urbanos que se generen, se dispondrán al menos dos contenedores para depositar en su interior los residuos inorgánicos (envases, botellas, metal, plásticos). Los residuos orgánicos (madera, restos de alimentos y bebidas, papel y cartón) en caso de que la cantidad generada sea de más de 20 kg deberán ser colocados en contenedores para su posterior traslado a un sitio de disposición final autorizado.

Se tendrá disponible para el personal empleado un sanitario portátil, el cual se rentará durante todas las etapas de desarrollo del proyecto. El mantenimiento de dicho sanitario correrá a cargo de la compañía encargada de la instalación, a la cual dará mantenimiento una compañía autorizada y con capacidad para manejar las aguas residuales durante esa etapa del proyecto.

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

De acuerdo a lo expuesto en el Apartado 2.2 del presente capítulo, en la tabla siguiente se presenta el área total del conjunto de predios bajo estudio (EJIDO TEBEC, TABLAJE 5985, PARCELA 48Z-1P-2, EJIDO TEBEC, TABLAJE 6424, PARCELA 47Z-1P-2, EJIDO UMAN, TABLAJE 6835, PARCELA P73Z1 P 3/6 y EJIDO UMAN, TABLAJE 6854, PARCELA P78Z2 P 3/6) y la que se solicita para Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) para el proyecto “Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán”, tal como se presenta:

**Tabla 2.11.** Superficie para CUSTF que se solicita en el predio bajo estudio.

SUPERFICIES	AREA (m <sup>2</sup> )	PORCENTAJE (%)
SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO	5, 032,974.12	100
SUPERFICIE PARA EL CUSTF	634,123.01	13

Como se puede observar, la superficie para la cual se solicita CUSTF es de 634,123.01 m<sup>2</sup>, equivalentes a 63.412301 ha y será la superficie para la cual se realizarán los cálculos para definir las existencias de recursos forestales y de madera, en el presente apartado.

Para conocer las especies presentes y estimar el volumen de madera que puede aprovecharse en el área forestal del predio, se realizaron recorridos preliminares, en los que se observó el estado general de la vegetación.

Con base en lo observado en los recorridos, se decidió levantar un muestreo de la vegetación, mediante sitios de inventario forestal trazados en las zonas forestales del predio.

Posteriormente se trazaron 5 sitios de muestreo, que fueron de formas rectangulares y distribuidas dentro del área de CUSTF que se solicita para el desarrollo del proyecto. Los datos del inventario forestal de los 5 sitios de muestreo son los que serán utilizados para las estimaciones de los volúmenes maderables a remover por el CUSTF que nos concierne.

### SITIOS DE MUESTREO.

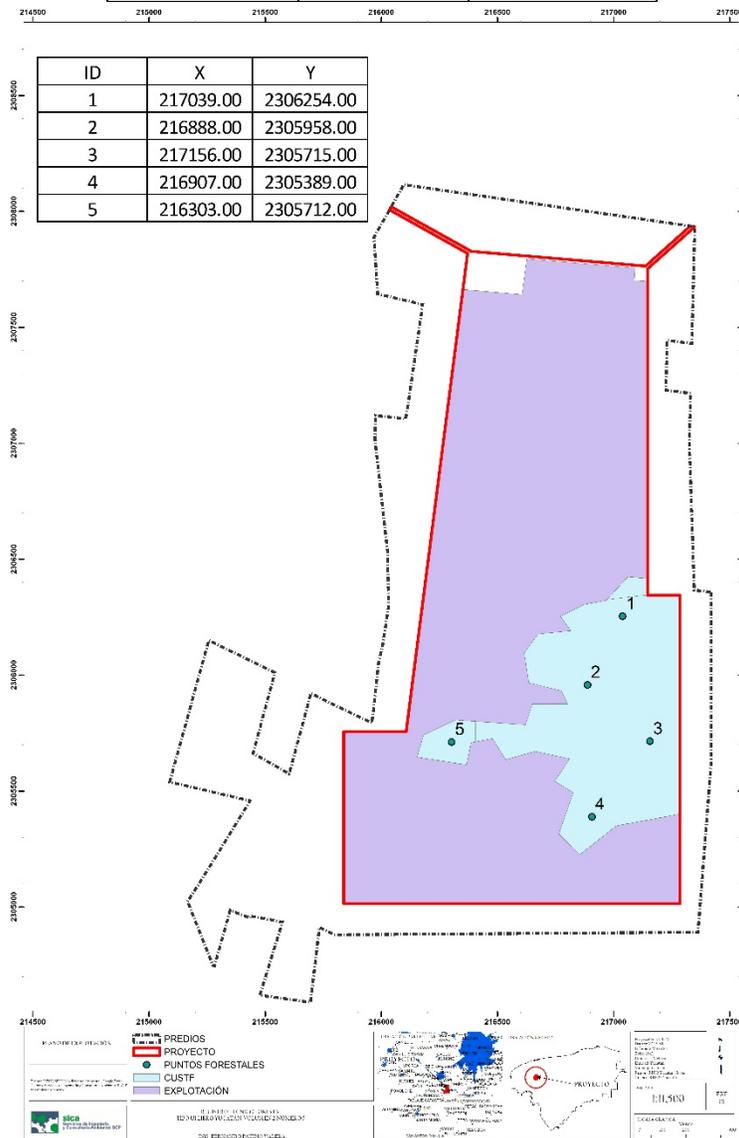
En total se levantaron 5 sitios de inventario forestal de 1,000 m<sup>2</sup> (50 m de longitud x 20 m de ancho) para las estimaciones de recursos forestales a afectarse en el área que se solicita para CUSTF. En cada sitio de muestreo se midieron todos los arbustos y árboles presentes a partir de 5 cm de

diámetro normal (DAP a 1.30 m). Los datos registrados en los arboles fueron diámetro normal (DAP a 1.30 m) y su altura total, también se registró el nombre común y científico de cada árbol.

Las coordenadas UTM Zona 16Q que ubican los sitios de muestreo se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2.12.** Coordenadas UTM Zona 16Q que muestra la ubicación de los sitios de muestreo levantados en el predio bajo estudio.

VERTICES	X	Y
1	217039.00	23062254.00
2	216888.00	2305958.00
3	217156.00	2305715.00
4	216907.00	2305389.00
5	216303.00	2305712.00



**Figura 2.6.** Distribución de los sitios de Inventario forestal (cuadrantes) dentro del área de CUSTF.

## CÁLCULO DE PARÁMETROS DASOMÉTRICOS.

Para calcular las existencias volumétricas de los elementos arbóreos registrados en el muestreo de campo se utilizaron las siguientes formulas generales:

- **Área basal por especie y por hectárea.** Se obtiene con la siguiente fórmula y el resultado se extrapola a una hectárea.

$$ABsp = \left[ \sum_{a=1}^n \frac{\pi (d)^2}{4} \right] / T$$

**Dónde:**

d = Diámetro normal en cm.

a = Árbol vivo, desde 1 hasta n.

T = Tamaño del sitio, en ha.

- **Número de árboles por hectárea.**

$$Na/ha = \frac{N \times 10000}{T}$$

**Dónde:**

N = Número de individuos de una especie.

T = Tamaño del sitio, en m<sup>2</sup>.

- **Volumen por especie y por hectárea.** Se obtuvo de manera individual por especie y sitio de muestreo, aplicando la fórmula siguiente. El resultado se expresa en m<sup>3</sup>/ha.

$$Vol\ esp = (AB * AT * CM) / T$$

**Dónde:**

AB = Área basal.

AT = Altura total.

CM = Coeficiente mórfico de 65%.

T = Tamaño del sitio.

- **Grupos tecnológicos de los elementos maderables registrados en el predio.** Estos se basaron de acuerdo a la clasificación de los grupos tecnológicos de la península de Yucatán:

1. Preciosas (Caoba, Cedro, Guayacán).
2. Decorativas (Ciricote, Granadillo).
3. Blandas tropicales (Ceiba, Pochote, Jobo, Chuum y otras especies con madera considerada como blanda).
4. Duras tropicales (Tzalam, Pucte, Chukum y un gran número de especies con madera considerada dura o pesada).

- **Porcentaje de volumen de madera aprovechable y de desperdicio del volumen maderable total a removerse por CUS.** En las especies maderables se consideró un 84% de volumen aprovechable y 16 % de desperdicio, el cual se descontó del volumen total.

Considerando el muestreo de vegetación forestal efectuado en la zona y los recorridos de campo para analizar la presencia de arbolado de especies con interés, los resultados obtenidos se muestran a continuación.

### NÚMERO DE INDIVIDUOS POR ESPECIE

Con la base señalada anteriormente se identificaron las especies y se registró el número de individuos presentes en cada uno de los sitios de muestreo, mismos que se aprecian en la siguiente tabla.

**Tabla 2.11.** Familias, especies identificadas y número de individuos por hectárea en los polígonos forestales del conjunto de predios bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	2
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	97
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	146
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	2
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	1
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	34
Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	72
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	2
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	139
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	1
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	1
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	42
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	3
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	12
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	2
<b>TOTAL</b>			<b>556</b>

Como puede observarse en la anterior, se registraron 546 individuos de plantas siendo las especies más abundantes *Caesalpinia gaumeri* con 146 individuos, *Lysiloma latisiliquum* con 139, *Bursera simaruba* con 97 y *Havardia albicans* con 72.

En el muestreo realizado en el predio para los cálculos de los recursos forestales se identificaron y registraron 8 familias botánicas, 15 géneros y 15 especies. La familia botánica mejor representada es la *Leguminosae* con 8 géneros y 8 especies.

### ÁREA BASAL Y VOLUMEN TOTAL DE LOS ELEMENTOS ARBÓREOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL

Con base en los parámetros obtenidos en los 5 sitios del inventario forestal (20,000 m<sup>2</sup>), se estimaron y obtuvieron los valores de área basal (AB) y volumen total árbol (VTA) de los elementos arbustivos y arbóreos presentes en el área de CUSTF **por hectárea**. En la tabla siguiente, se pueden observar los valores antes mencionados para todas las especies, con valores por hectárea.

**Tabla 2.12.** Área basal y volumen total árbol **por hectárea** para las especies encontradas en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	0.02843141	0.06823539
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	3.74053729	16.4864578
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	2.81804788	10.48106
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	0.0254469	0.09160884
<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	0.0100531	0.02412743
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	0.81673555	1.80809653
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	2.55509658	10.3910769
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	0.04225442	0.10141061
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	6.17377934	28.1922441
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	0.00883573	0.02120575
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	0.01570796	0.07539822
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	1.25541969	5.38390441
<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	0.04272566	0.12968494
<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	0.13394966	0.33102176
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	0.03659955	0.09773495
	<b>TOTAL</b>	<b>17.7036207</b>	<b>73.6832675</b>

En general, para todas las especies registradas en el muestreo forestal se obtuvieron 17.7036207 m<sup>2</sup> de área basal y 73.6832675 m<sup>3</sup> de volumen total árbol por hectárea.

Considerando los valores estimados de área basal y volumen por hectárea antes presentados y tomando en cuenta la superficie forestal que se solicita para el CUSTF **634123.01 m<sup>2</sup> (63.412301 ha)**, se pueden estimar los volúmenes de madera que pueden obtenerse en el conjunto de predios donde se llevará a cabo el proyecto y que pueden observarse en la tabla siguiente:

**Tabla 2.13.** Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (63.412301 ha) en el predio bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che',	254	1.8029	4.3270

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
		Sakboj			
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	12302	237.1961	1045.4442
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	18516	178.6989	664.6281
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	254	1.6136	5.8091
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	127	0.6375	1.5300
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	4312	51.7911	114.6556
Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	9131	162.0246	658.9221
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	254	2.6795	6.4307
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	17629	391.4936	1787.7351
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	127	0.5603	1.3447
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	127	0.9961	4.7812
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	5327	79.6091	341.4058
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	380	2.7093	8.2236
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	1522	8.4941	20.9909
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	254	2.3209	6.1976
<b>TOTAL</b>			<b>70514</b>	<b>1122.6273</b>	<b>4672.4255</b>

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas; 70,514 árboles con un área basal de 1122.6273 m<sup>2</sup> y un volumen total de 4672.4255 m<sup>3</sup> de madera.

## GRUPOS TECNOLÓGICOS PRESENTES

Las especies de plantas identificadas en el conjunto de predios se pueden clasificar en dos grupos tecnológicos principales: **Maderas Blandas tropicales** y **Duras tropicales**.

Para el grupo tecnológico **BLANDAS TROPICALES** en el área que se solicita para CUSTF se identificó una sola especie, *Bursera simaruba*, cuyos valores de AB y VTA se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2.14.** Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico blandas tropicales para la superficie considerada como forestal (63.412301) del predio bajo estudio.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	12302	237.1961	1045.4442
<b>TOTAL</b>		<b>12302</b>	<b>237.1961</b>	<b>1045.4442</b>

Para el grupo tecnológico **DURAS TROPICALES** se identificaron 14 especies, mismas que pueden observarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.15.** Valores de número de árboles, área basal y volumen total para las especies del grupo tecnológico duras tropicales para la superficie considerada como forestal (63.412301) del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	254	1.8029	4.3270
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	18516	178.6989	664.6281
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	254	1.6136	5.8091
<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	127	0.6375	1.5300
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	4312	51.7911	114.6556
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	9131	162.0246	658.9221
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	254	2.6795	6.4307
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	17629	391.4936	1787.7351
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	127	0.5603	1.3447
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	127	0.9961	4.7812
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	5327	79.6091	341.4058
<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	380	2.7093	8.2236
<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	1522	8.4941	20.9909
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	254	2.3209	6.1976
<b>TOTAL</b>		<b>58212</b>	<b>885.43</b>	<b>3626.98</b>

Se estimó que para las especies duras tropicales existen 58,212 árboles los que dan un área basal de 885.43 m<sup>2</sup> y un volumen total árbol de 3,626.98 m<sup>3</sup>.

**Tabla 2.16.** Especies con los mayores valores de área basal y volumen total en el área forestal (63.412301 ha) que se solicita para CUSTF.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
-------------------	--------------	-----------	----------------------	-----------------------

		INDIVIDUOS		
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	18516	178.6989	6.6936
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	17629	391.4936	664.6281
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	12302	237.1961	1045.4442
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	9131	162.0246	658.9221
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	5327	79.6091	341.4058
	<b>TOTAL</b>	<b>62905</b>	<b>1049.0221</b>	<b>2717.0939</b>

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	254	1.6136	664.6281
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	254	2.6795	5.8091
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	12302	237.1961	1045.4442
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	4312	51.7911	114.6556
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	127	0.5603	1.3447
	<b>TOTAL</b>	<b>17248</b>	<b>293.8405</b>	<b>1831.8817</b>

Como se puede observar en la tabla anterior son 5 las especies de mayor abundancia, área basal y volumen total árbol, las cuales representa el 24.5% de los individuos registrados en el área de CUSTF.

#### VOLUMEN POR ESPECIE Y POR TABLAJE.

Considerando que en la poligonal bajo estudio (compuesto por cuatro predios) serán afectados 2 predios y cuyas áreas de afectación por el CUSTF se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.17.** Conjunto de predios en los que se pretende realizar el CUSTF.

PREDIO	MUNIC IPIO	SUPERFIC IE (m <sup>2</sup> )	SUPERFIC IE (ha)	POLIGONOS PARA CUSTF
EJIDO UMAN, TABLAJE 6835, PARCELA P73Z1 P 3/6	UMAN	1622727.62	162.273	1,2
EJIDO TEBEC , TABLAJE 5985, PARCELA 58 Z-2 P-1	UMAN	1430000	143.000	3
<b>TOTAL</b>		<b>3052727.62</b>	<b>305.273</b>	

**Nota:** El EJIDO TEBEC, TABLAJE 6424, PARCELA 47Z-1P-2 Y EL EJIDO UMAN, TABLAJE 6854, PARCELA P78Z2 P 3/6 no será afectada por el proyecto, ni poseen polígonos pretendidos para CUSTF; por lo que no formara parte de la distribución de productos maderables.

Con la información del conjunto de predio que contienen la vegetación forestal y con los valores de Volumen Total Árbol (VTA) estimados por hectárea, se construyó la tabla siguiente donde se pueden apreciar los volúmenes por especie que contiene cada uno de los predios.

**Tabla 2.18.** Volumen total árbol por especie contenido en los predios que integran el conjunto de predios bajo estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	VTA (m <sup>3</sup> /ha)	VTA EJIDO UMAN, TABLAJE 6835, PARCELA P73Z1 P 3/6 ( 1.069524 ha)	VTA EJIDO UMAN, TABLAJE 6835, PARCELA P73Z1 P 3/6 ( 1.069524 ( 3.445601 ha)	VTA EJIDO TEPEC, TABLAJE 5985, PARCELA 58 Z-2 P-1 ( 58.897176 ha)
<i>Bourreria pulchra</i>	0.06823539	729.793899	2351.11936	40188.7192
<i>Bursera simaruba</i>	16.4864578	176326.623	568057.554	9710058.06
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	10.48106	112097.452	361135.506	6173048.33
<i>Chloroleucon mangense</i>	0.09160884	979.778549	3156.47517	53955.0208
<i>Eugenia foetida</i>	0.02412743	258.048671	831.335024	14210.3758
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.80809653	19338.0263	62299.792	1064917.79
<i>Havardia albicans</i>	10.3910769	111135.061	358035.049	6120050.84
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.10141061	1084.61082	3494.20502	59727.986
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	28.1922441	301522.816	971392.243	16604435.6
<i>Mimosa bahamensis</i>	0.02120575	226.80059	730.665548	12489.5881
<i>Neea psychotrioides</i>	0.07539822	806.402098	2597.92195	44407.4245
<i>Piscidia piscipula</i>	5.38390441	57582.1498	185507.864	3170967.66
<i>Semialarium mexicanum</i>	0.12968494	1387.01161	4468.42575	76380.7701
<i>Senna atomaria</i>	0.33102176	3540.35721	11405.6892	194962.471
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.09773495	1045.29872	3367.55633	57563.124
<b>TOTAL</b>	<b>73.6833</b>	<b>788060.23</b>	<b>2538831.4</b>	<b>43397363.8</b>

## DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS POR PREDIOS Y ETAPAS DE CUSTF.

Con la finalidad de obtener la distribución de productos de las especies presentes en el conjunto de predios bajo estudio, se parte de obtener dicha distribución de productos de las especies estimadas en una hectárea, lo que puede observarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.19.** Distribución de productos por especie y por hectárea en el predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VOLUMEN TOTAL ARBOL (m <sup>3</sup> /ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	0.0682	0.0573	0.0109	0.0573
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	16.4865	13.8486	2.6378	13.8486
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	10.4811	8.8041	1.6770	8.8041
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	0.0916	0.0770	0.0147	0.0770

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VOLUMEN TOTAL ARBOL (m <sup>3</sup> /ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	0.0241	0.0203	0.0039	0.0203
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	1.8081	1.5188	0.2893	1.5188
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	10.3911	8.7285	1.6626	8.7285
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	0.1014	0.0852	0.0162	0.0852
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	28.1922	23.6815	4.5108	23.6815
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	0.0212	0.0178	0.0034	0.0178
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	0.0754	0.0633	0.0121	0.0633
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	5.3839	4.5225	0.8614	4.5225
<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	0.1297	0.1089	0.0207	0.1089
<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	0.3310	0.2781	0.0530	0.2781
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	0.0977	0.0821	0.0156	0.0821
<b>TOTAL</b>		<b>73.6833</b>	<b>61.8939</b>	<b>11.7893</b>	<b>61.8939</b>

Partiendo del volumen aprovechable en una hectárea, por especie con porte arbóreo registrado dentro del predio, se estimó el volumen disponible para el área que se solicita para CUSTF (63.412301 ha), tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 2.20.** Volumen aprovechable por especie y por predio en el área que se solicita para CUSTF (63.412301 ha) en el conjunto de predios bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VOLUMEN TOTAL ARBOL (m <sup>3</sup> /7.3260 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /7.3260 ha)
<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	4.3270	3.6346	0.6923	3.6346
<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	1045.4442	878.1731	167.2711	878.1731
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	664.6281	558.2876	106.3405	558.2876
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	5.8091	4.8797	0.9295	4.8797
<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	1.5300	1.2852	0.2448	1.2852
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	114.6556	96.3107	18.3449	96.3107
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	658.9221	553.4946	105.4275	553.4946

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VOLUMEN TOTAL ARBOL (m <sup>3</sup> /7.326 0 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /7.326 0 ha)
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	6.4307	5.4018	1.0289	5.4018
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1787.7351	1501.6975	286.0376	1501.6975
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	1.3447	1.1296	0.2152	1.1296
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta ña, ramón negro, Siibche'	4.7812	4.0162	0.7650	4.0162
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	341.4058	286.7808	54.6249	286.7808
<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	8.2236	6.9078	1.3158	6.9078
<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	20.9909	17.6323	3.3585	17.6323
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	6.1976	5.2060	0.9916	5.2060
<b>TOTAL</b>		<b>4672.4255</b>	<b>3924.8375</b>	<b>747.5881</b>	<b>3924.8375</b>

Lo anterior permite visualizar que el volumen total aprovechable de recurso maderable es de 4,672.4255 m<sup>3</sup> por las 63.412301 ha que se solicita para CUSTF.

### DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS DE LOS INDIVIDUOS REPORTADOS EN LA SUPERFICIE FORESTAL.

La distribución de diámetros normales en la superficie considerada como forestal (63.412301 ha) se puede apreciar a continuación.

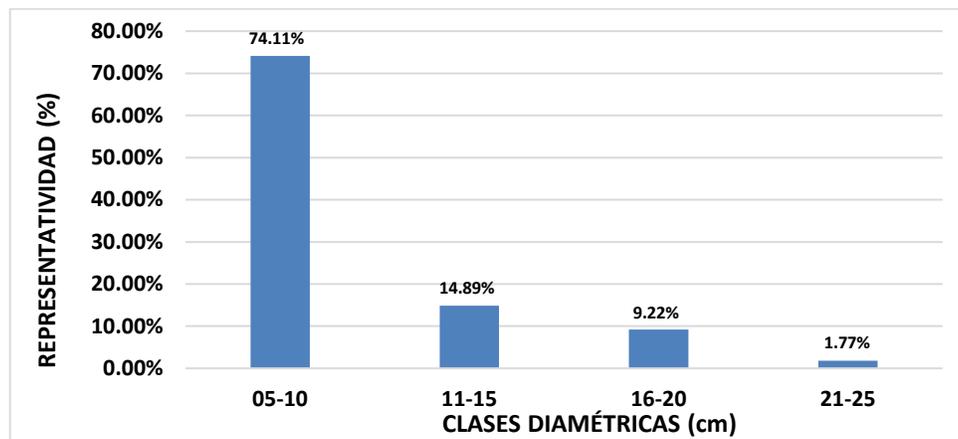


Figura 2.7. Representatividad de las clases diamétricas de los elementos arbustivos y arbóreos del área que se solicita para CUSTF en el conjunto de predios bajo estudio.

## 2.2.8 ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL ÁREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO.

### ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE PLANTAS.

#### ESPECIES Y VOLÚMENES PRESENTES DENTRO DEL ÁREA SUJETA A CUSTF.

De acuerdo a las estimaciones expresadas en el Apartado 2.2.7 anterior del presente documento, los parámetros dasométricos de área basal y volumen total estimados para la superficie considerada como forestal (63.412301 ha) en el conjunto de predios donde se pretende llevar a cabo el proyecto denominado “**Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán.**”, se puede observar en la Tabla siguiente, incluidas las especies duras y blandas tropicales.

**Tabla 2.21.** Valores del número de árboles, área basal y volumen total por especie para la superficie considerada como forestal (63.412301 ha) en el conjunto de predios bajo estudio.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
Boraginaceae	<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	254	1.8029	4.3270
Bursaceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaka	12302	237.1961	1045.4442
Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	18516	178.6989	664.6281
Leguminosae	<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya'ax eek'	254	1.6136	5.8091
Myrtaceae	<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	127	0.6375	1.5300
Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	4312	51.7911	114.6556
Leguminosae	<i>Havardia albicans</i>	Chukum	9131	162.0246	658.9221
Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	254	2.6795	6.4307
Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	17629	391.4936	1787.7351
Leguminosae	<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	127	0.5603	1.3447
Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	127	0.9961	4.7812
Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	5327	79.6091	341.4058
Celastraceae	<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	380	2.7093	8.2236
Leguminosae	<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	1522	8.4941	20.9909
Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	254	2.3209	6.1976

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	AB (m <sup>2</sup> )	VTA (m <sup>3</sup> )
<b>TOTAL</b>			<b>70514</b>	<b>1122.6273</b>	<b>4672.4255</b>

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en el área considerada como forestal dentro del proyecto que nos ocupa, se estimó que existe para todas las especies identificadas, 70514 árboles con un área basal de 1,122.6273 m<sup>2</sup> y un volumen total de 4,672.4255 m<sup>3</sup> de madera.

Con la finalidad de estimar el valor de la mejor opción de uso de las especies e individuos presentes en el predio que se analiza, se procedió a organizar y analizar la información considerando tanto los diámetros como las especies y el grupo tecnológico al que pertenecen las especies.

### PRODUCTOS A OBTENER.

Considerando lo expresado en los apartados anteriores y buscando el mejor aprovechamiento posible de la madera, como se señala en la tabla anterior, con las especies presentes se pueden obtener los siguientes tipos de productos:

- Carbón vegetal (especies duras tropicales)
- Madera para artesanías (especies blandas tropicales)

Estos usos se consideran como la mejor alternativa económica para los recursos maderables que se pueden obtener en el área pretendida para el Cambio de Uso del Suelo solicitado.

### ESPECIES DURAS TROPICALES Y BLANDAS TROPICALES.

Con el objeto de definir la distribución de productos para las especies duras tropicales se construyó la tabla siguiente donde se puede apreciar los volúmenes aprovechables (54 + 30 = 84%), los volúmenes de desperdicio (16%) y el volumen aprovechable.

En virtud de que no existen árboles para la obtención de productos primarios, solamente se consideran productos secundarios (84%) y desperdicios de puntas y ramas (16%).

**Tabla 2.22.** Distribución de productos para las especies duras tropicales en el área definida como forestal (63.412301 ha) dentro del conjunto de predios bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VTA (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTA S Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)
<i>Bourreria pulchra</i>	Bakal che', Sakboj	4.3270	3.6346	0.6923	3.6346
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitim che', kitam che'	664.6281	558.2876	106.3405	558.2876
<i>Chloroleucon mangense</i>	Ya' ax eek'	5.8091	4.8797	0.9295	4.8797

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VTA (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTA S Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)
<i>Eugenia foetida</i>	Sak loob	1.5300	1.2852	0.2448	1.2852
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'iits'ilche', sak ts'iits'il che'	114.6556	96.3107	18.3449	96.3107
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	658.9221	553.4946	105.4275	553.4946
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Ya'ax xu'ul	6.4307	5.4018	1.0289	5.4018
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	1787.7351	1501.6975	286.0376	1501.6975
<i>Mimosa bahamensis</i>	Sak káatsim, káatsim blanco	1.3447	1.1296	0.2152	1.1296
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta'tsi', pinta uña, ramón negro, Siibche'	4.7812	4.0162	0.7650	4.0162
<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin	341.4058	286.7808	54.6249	286.7808
<i>Semialarium mexicanum</i>	Chun tok, sak boob, salbe' ets'	8.2236	6.9078	1.3158	6.9078
<i>Senna atomaria</i>	X-tu'ja'abin, tu'ja'ché, tu-ché	20.9909	17.6323	3.3585	17.6323
<i>Thouinia paucidentata</i>	K'an chuunup, hueso de tigre, madera dura	6.1976	5.2060	0.9916	5.2060
<b>TOTAL</b>		<b>3626.9813</b>	<b>3046.6643</b>	<b>580.3170</b>	<b>3046.6643</b>

Como puede apreciarse para todas las especies duras tropicales registradas en el área de CUSTF dentro del conjunto de predios se tiene un volumen total madera de 3,626.9813 m<sup>3</sup>; sin embargo, existen solamente 3,046.6643 m<sup>3</sup> de madera que puede ser aprovechada para la elaboración de carbón vegetal.

Para el grupo tecnológico blandas tropicales en el área que se solicita para CUSTF se registró una sola especie, *Bursera simaruba* y el volumen aprovechable de madera es de 1045.4442 m<sup>3</sup>. Este volumen se destinará para elaborar piezas pequeñas y en la elaboración de artesanías.

**Tabla 2.23.** Distribución de productos para las especies blandas tropicales en el área definida como forestal (63.412301 ha) dentro del conjunto de predios bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	VTA (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)	PRODUCTOS SECUNDARIOS (84%)	PUNTAS Y RAMAS (16%)	VOLUMEN APROVECHABLE (m <sup>3</sup> /63.412301 ha)
<i>Bursera simaruba</i>	Chak chakaj, chakaj, palo mulato	1045.4442	878.1731	167.2711	878.1731
<b>TOTAL</b>		<b>1045.4442</b>	<b>878.1731</b>	<b>167.2711</b>	<b>878.1731</b>

**CARBÓN VEGETAL.** Considerando que el volumen total aprovechable del grupo tecnológico duras tropicales a utilizar para la elaboración de carbón es de 3046.6643 m<sup>3</sup> y que la tecnología para la elaboración del carbón es la tradicional y considerando que para una tonelada de carbón se requieren 5 m<sup>3</sup> de madera, el carbón que se puede producir con la madera del predio es de 609.33 Toneladas de carbón vegetal.

El valor actual por tonelada de carbón vegetal es de aproximadamente \$ 2,000.00, por lo que se puede estimar que el valor económico para la leña del área que ocupará la construcción del proyecto asciende a \$1, 218,665.72 pesos por este concepto.

**ARTESANÍAS.** Se registró una sola especie del grupo tecnológico blandas tropicales que se utilizan frecuentemente para elaborar artesanías.

La madera de blandas tropicales, que puede ser aprovechada se estimó en 878.1731 m<sup>3</sup>, considerando que un metro cúbico de madera de *B. simaruba* de estas dimensiones usualmente alcanza un precio de \$ 2,500.00; por lo que el valor de la madera del volumen aprovechable estimada en rollo es del orden de \$ 2, 195,432.87 pesos.

#### **VALOR DE LOS RECURSOS (PLANTAS) FORESTALES.**

En resumen los productos forestales maderables derivados del Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales representan un valor estimado de **\$3, 414,098.59** distribuido como puede apreciarse en la tabla siguiente.

**Tabla 2.24.** Resumen de productos maderables posibles de obtener y valores estimados

<b>PRODUCTO</b>	<b>VALOR ESTIMADO (\$)</b>
Carbón vegetal	1,218,665.72
Madera para artesanías	2,195,432.87
<b>SUMA</b>	<b>3,414,098.59</b>

#### **ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES DE ANIMALES.**

En el proyecto que se presenta no se tiene programado el aprovechamiento de la fauna silvestre, debido a que esta será ahuyentada temporalmente o reubicada del sitio donde se desarrollará el proyecto, por lo cual se hará una estimación de su valor en función a una densidad estimada de individuos en la superficie considerada como forestal.

Se parte de los ejemplares de fauna silvestre reportados como avistados en los sitios de muestreo, estimando un número posible en función de la superficie considerada como forestal (63.412301 ha), información que puede observarse en la siguiente tabla

Los valores otorgados a los ejemplares son estimativos y obedecen a precios que se otorgan a especies similares en las tiendas de mascotas.

**Tabla 2.25.** Estimación económica de la fauna silvestre observada en el conjunto de predios del proyecto.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS <sup>A</sup>	NO. DE INDIVIDUOS <sup>B</sup>	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Merech	2	88.0726	100	8,807.26
<i>Holcosus undulata</i>	Ameiva metálica	1	44.0363	50	2,201.82
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	Huico yucateco	2	88.0726	10	880.73
<i>Spilotes pullatus</i>	Chaican	1	44.0363	100	4,403.63
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	1	8.8073	50	440.36
<i>Spilogale angustifrons</i>	Zorrillo manchado del sur	1	8.8073	70	616.51
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	3	224.2746	100	22,427.46
<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	2	149.5164	250	37,379.10
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	2	149.5164	400	59,806.56
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canela	2	149.5164	200	29,903.28
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	1	74.7582	40	2,990.33
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	Papamoscas yucateco	1	74.7582	35	2,616.54
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	1	74.7582	70	5,233.07
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	2	149.5164	80	11,961.31
<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojo blanco	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireon ceji rufa	2	149.5164	80	11,961.31
<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirin vientre blanco	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Turdus grayi</i>	Zorzal pardo	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Mimus gilvus</i>	Zenzontle tropical	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	1	74.7582	50	3,737.91

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NO. DE INDIVIDUOS <sup>A</sup>	NO. DE INDIVIDUOS <sup>B</sup>	VALOR UNITARIO	TOTAL (\$)
<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	2	149.5164	50	7,475.82
<i>Tiaris olivacea</i>	Semillero oliváceo	1	74.7582	50	3,737.91
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	2	149.5164	50	7,475.82
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	1	74.7582	60	4,485.49
<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojo rojo	1	74.7582	100	7,475.82
<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	1	74.7582	80	5,980.66
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta negra	1	74.7582	70	5,233.07
<i>Spinus psaltria</i>	Jilguero dominico	4	299.0328	70	20,932.30
				TOTAL	327,970.65

<sup>A</sup>Número de individuos registrados en una superficie de 1.92 hectáreas para anfibios, reptiles y mamíferos, y 1.91 ha para aves (sitios de muestreo).

<sup>B</sup>Número de individuos registrados en toda la superficie sometida a CUSTF (63.4123 ha).

Si se vendieran los ejemplares considerados en la tabla anterior, se obtendrían aproximadamente \$327,970.65 por concepto de fauna silvestre.

## ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LAS ESPECIES Y VARIETADES DE MICROORGANISMOS.

**DE INTERÉS GENERAL.** México es un país megadiverso, se considera que es uno de los 5 países con mayor diversidad biológica en el mundo. A pesar de la enorme importancia biológica y ecológica que tiene el caracterizar la diversidad biológica nativa en nuestro país, y a pesar de que los microorganismos son los organismos más abundantes en la tierra, y a pesar de la enorme relevancia de su participación en el funcionamiento de cualquier ecosistema.

Por su posición clave en los niveles tróficos de los ecosistemas, su participación central dentro de los ciclos biogeoquímicos, y sus interacciones con el resto de los seres vivos, el papel de los microorganismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas es fundamental. Así, para la comprensión del funcionamiento de un ecosistema, es obvia la necesidad de integrar a los microorganismos como un componente esencial.

En el caso del suelo, el papel de los microorganismos es central ya que suministran los compuestos inorgánicos para que las plantas superiores puedan utilizarlos (ciclos del nitrógeno, carbono, fósforo y azufre), y contribuyen a la continua descomposición y mineralización de la materia orgánica en putrefacción. Esta actividad de los microorganismos descomponedores es fundamental para permitir el reciclaje de materia orgánica fijada en las plantas superiores, además ellos mismos se incorporan al detritus. Además, son indispensables para la descomposición de materia orgánica en ausencia de aire y para la fijación de CO<sub>2</sub> en condiciones de metanogénesis, lo que determina cambios globales importantes en los niveles de oxidación del material orgánico en ambientes anóxicos.

No obstante a lo anterior, la caracterización de la biodiversidad en México se ha realizado principal y casi exclusivamente en cuanto a su flora y fauna, mientras que la riqueza biológica y genética microbiana nativa de nuestros ecosistemas ha sido poco descrita (Herrera-Castellanos, 2007<sup>1</sup>).

De hecho, la fracción de los microorganismos conocidos y estudiados, respecto a los existentes en los muy diversos hábitats de nuestro planeta, es extremadamente pequeña. Esto se debe a que la mayoría de los microorganismos más ampliamente estudiados lo han sido principalmente por razones antropocéntricas (microorganismos patógenos o microorganismos de aplicación industrial, farmacéutica o agronómica); ya que los microorganismos estudiados solo son aquéllos que pertenecen al grupo de microorganismos aislables y cultivables por los métodos microbiológicos de laboratorio tradicionalmente utilizados. Sin embargo, la gran mayoría de los microorganismos no son cultivables, por lo que los análisis de diversidad microbiana basados en el aislamiento y cultivo de las especies nativas han descrito de forma muy limitada las comunidades microbianas nativas.

*Como se puede observar en México existe un conocimiento mínimo de la microbiota existente en ecosistemas, tales como las dunas costeras, selvas y manglares, y por consiguiente, es de suma importancia estudiarlas para conocer la riqueza biológica, genética y económica de estos componentes preponderantes en la vida de estos ecosistemas.*

## DE INTERÉS CIENTÍFICO

Justamente por la carencia de información de la microbiota de los diferentes hábitats de México ha llevado a la comunidad científica del país a la aplicación de metodologías de biología molecular e

<sup>1</sup> Herrera-Estrella A. y F. Castellanos (2007). Análisis metagenómico de la microbiota edáfica de la reserva de la biósfera de Calakmul. Ide@s CONCYTEG. 29:802-823.

ingeniería genética, con fines de minimizar el rezago en conocimiento de este tipo de microorganismos.

El estudio de la diversidad microbiana nativa de diferentes hábitats, mediante abordajes moleculares como la secuenciación de RNAs ribosomales (rRNAs), han permitido la detección de especies microbianas no cultivables, y han conducido a la conclusión de que menos del 1% del total de los microorganismos presentes en el ambiente son cultivables (del 0.3% en el caso del suelo (Torsvik, 1990)).

Por otro lado, Los análisis metagenómicos han conducido desde la identificación de novedosos biocatalizadores con potencial biotecnológico (e.g. Rondon et al., Uchiyama et al, 2005), hasta la identificación de numerosas especies (filotipos) nuevos y más de un millón de nuevos genes (Acinas et al., 2004, Venter et al., 2004), el ensamble de genomas enteros incluso de microorganismos no cultivables, la caracterización de la estructura de las comunidades microbianas en ambientes extremos y la caracterización de perfiles metabólicos de la microbiota de ambientes complejos (Tyson et al., 2004; Green et al., 2005).

Un amplio y no previamente imaginado horizonte para estudios de ecología microbiana y la caracterización de su riqueza genética, se extiende a raíz de la aplicación de este nuevo tipo de abordaje metagenómico.

*Como se puede ver al utilizar herramientas de este tipo, se hace obvio el interés científico acerca de este grupo de microorganismos, cuya última finalidad de su hallazgo es la utilización para muy diversos fines, tales como de conocimiento y aplicaciones biotecnológico, en las áreas de la medicina, agricultura, industria, etc.*

## DE INTERÉS BIOTECNOLÓGICO

De acuerdo a la literatura basada en aislamientos microbiológicos tradicionales, la mayor parte de las bacterias del suelo son heterotróficas, siendo los más comunes los bacilos esporulados, actinomicetos, y en la rizósfera especies de los géneros *Rhizobium* y *Pseudomonas*. En más recientes estudios moleculares y metagenómicos, se han logrado detectar la presencia de Acidobacterias, bacterias Gram-positivas de bajo contenido en GC, Cytophagales, o géneros como *Janthinobacterium*, *Xhantomonas* y *Microbulbifer* (Rondon et al., 2000; Voget et al., 2003; Green et al, 2005).

Desde el punto de vista biotecnológico se han estado realizando estudios a nivel laboratorio con fines de conocer las verdaderas potencialidades de ciertos microorganismos para usos futuros a gran escala y de forma comercial. Entre algunos de los organismos que se están estudiando se pueden mencionar a los siguientes:

*Glomus spp* que se utilizó para inocular especies para reforestación en la Reserva de El Eden en Quintana Roo (Allen et al., 2003<sup>2</sup>).

*Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense*, que se utilizaron para inocular plantas de Maíz en Yucatán (Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria, 2006<sup>3</sup>).

<sup>2</sup> Allen B., Allen M., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y A. Gomez-Pompa (2003). Impacts of early- and late-seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Applications*, 13(6):1701–1717.

<sup>3</sup> Uribe-Valle G. y R. Dzib-Echeverria (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y Brassinoesteroide en la producción de Maíz en suelo Luvisol. *Agricultura Técnica de México*. 32(1): 67-76.

*Estos dos ejemplos de estudios solamente han quedado en estudios de ciencia básica y aplicada a pequeña escala, sin una trascendencia importante que termine en un producto o paquete tecnológico con un valor productivo y económico.*

## DE INTERÉS COMERCIAL

Universidades y centros de investigación en todo el mundo han realizado estudios con microorganismos para usos de la ciencia y los aspectos biotecnológicos. Como ejemplos de estos son lo que se mencionan a continuación:

- ✓ **Soley Biotechnology Institute** ha producido y pone al alcance de la sociedad agronómica productos, tales como:

**Bioactive Soil Neutralizer: (Soil Acidity/Alkalinity Regulator):** Regula y estabiliza el nivel de pH del suelo entre 6.5-7.5, puede activarse cerca de 2 años, incrementa la fijación de nitrógeno del suelo, se requiere pequeñas cantidades para grandes extensiones (1gr para 1m<sup>2</sup>), contiene una mezcla y consorcio bacteriano, no es nocivo para el ambiente, reduce la absorción de metales pesados.

La mezcla o consorcio bacteriano contiene en forma de esporas a: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*.

El precio de este producto en el mercado es de **76 USD/kg (\$ 927 /Kg)**.

**Disponible:** <http://www.soley.cn/products/bioactive-soil-neutralizer.html>.

- ✓ **Natural Resource Group Inc** ha producido diversos productos para diferentes fines, tales como los siguientes:

**Biotecnología Agrícola.** Liquid Endo (consorcio bacteriano compuesto por 4 especies de hongos endomicorrizicos, *Glomus intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mosseae* y *G. etunicatum*). Este producto es efectivo para incrementar la habilidad de las raíces para la absorción de agua, nutrientes y mayor producción de las plantas).

**Biorremediación de residuos de petróleo** Activate™ HCT (consorcio bacteriano para la degradación de petróleo y desechos orgánicos en aguas negras).

**Disponible:** <http://www.callnrg.com/agriculture.html>.

*Los 2 ejemplos anteriores dejan visualizar los conocimientos que se tiene sobre ciertos organismos tanto a nivel de laboratorio (ciencia básica), como a nivel de aplicación de campo y a escala mayor (ciencia aplicada). Solamente teniendo estos conocimientos se puede pensar en un aprovechamiento comercial de estos organismos envasados en diferentes presentaciones y para muy diferentes fines como la agricultura, biorremediación, industria alimentaria, etc. y por ende un valor intrínseco de estos productos biotecnológicos.*

Como se puede observar estos conocimientos han sido generados por industrias extranjeras. México actualmente se encuentra en estudios de laboratorio y a escala menor (ciencia básica) para con fines de que en un futuro se pueda generar productos biotecnológicos aplicables al campo mexicano., pero por de pronto no existen estos datos para el país



# CAPITULO III

VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS  
JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA  
AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA  
REGULACION SOBRE USO DEL SUELO



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO III.

<b>CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO .....</b>	<b>2</b>
3.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES .....	2
3.2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)....	14
3.3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	21
3.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	21
3.5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) .....	22
3.6 OTROS INSTRUMENTOS .....	23

## **CAPÍTULO III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO**

### **3.1 ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES**

A continuación se presenta la vinculación del proyecto con los ordenamientos jurídicos federales, como sigue:

- **LEYES DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE YUCATÁN.**

**Artículo 22.** Los impacto ambientales que pudiesen ocasionar las obras o actividades que no sean de competencia Federal, será evaluado por la Secretaría, con la participación de los Municipios respectivos, en los términos de esta Ley y su Reglamento, cuando por su ubicación, dimensiones o características produzcan impactos ambientales significativos sobre el medio ambiente. Las personas físicas o morales, que pretendan realizar obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables en la materia, previo a su inicio, deberán obtener la autorización del Ejecutivo Estatal, por conducto de la Secretaría, en los términos de esta Ley y su Reglamento, así como cumplir con los requisitos que se les impongan.

**Artículo 23.** Requieren la autorización establecida en el artículo anterior, las personas físicas o morales que pretendan realizar las siguientes obras o actividades:

- I. Obra pública estatal y municipal;
- II. La explotación, extracción y tratamiento de minerales o sustancias no reservadas a la Federación;

**Artículo 26.** Una vez evaluado el informe preventivo o la manifestación de impacto ambiental, y en su caso el estudio de riesgo, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

- I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;
- II. Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate...., o,
- III. Negar la autorización solicitada cuando:

**Vinculación con el proyecto.** *En la zona del proyecto se habilitara un banco de materiales en estrato seco hasta 7 metros de profundidad, en el área donde se llevará a cabo el proyecto cuanta con superficies forestales, no obstante el banco de materiales extracción en seco contara con autorización de la Secretaria de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA).*

- **LEYES Y REGLAMENTOS EN MATERIA AMBIENTAL Y FORESTAL (CAMBIO DE USO DE SUELO)**

De la **LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE** en su Título Primero, Capítulo Cuarto, Sección “V” evaluación de impacto ambiental.

**ART 28.-** La evaluación de 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 rebasarlos límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello en los casos que determine el reglamento que al efecto se expida quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, **requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la secretaría:**

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

**FRACCION XIII.-** Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Del **REGLAMENTO LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE:**

**CAPITULO II.** De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental.

**CAPÍTULO III.** Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.

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

**O).-** Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como de selvas y zonas áridas.

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

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

**ART. 9º.-** Los promoventes deberán ante la secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad de la que se solicita autorización.....

**ART. 10.-** Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

- 1.- Regional o
- 2.- Particular

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

- I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;
- II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
- IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**ART. 13.-** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;
- III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;
- IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

**ART. 14.-** Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.

**ART. 17.-** El promovente deberá presentar a la secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

- I.- La manifestación de impacto ambiental.
- II.- Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete.
- III.- Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

**ART. 19.-** La solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, sus anexos y, en su caso, la información adicional, deberán presentarse en un disquete al que se acompañarán cuatro tantos impresos de su contenido.

De la **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE** según lo señala en el Título Quinto, Capítulo primero:

**ART. 117 PRIMER PARRAFO** “La secretaría solo 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 técnico 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 de su captación y que los usos alternativos del uso del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo”.

**ART. 118.-** “Los interesados en el cambio de uso del suelo de terrenos forestales, deberán acreditar que otorgaron depósito ante el fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el reglamento”.

Del **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE** en su Título Cuarto, Capítulo 2:

**ART. 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:

- I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;
- II. Lugar y fecha;
- III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y
- IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.

El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.

**ART. 121.** Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:

- I. Usos que se pretendan dar al terreno;

- II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georeferenciados;
- III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;
- IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;
- V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;
- VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo;
- VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;
- VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;
- IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;
- X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;
- XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;
- XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;
- XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;
- XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y
- XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.

**ART. 122.** La Secretaría resolverá las solicitudes de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, conforme a lo siguiente:

- I. La autoridad revisará la solicitud y los documentos presentados y, en su caso, prevendrá al interesado dentro de los quince días hábiles siguientes para que complete la información faltante, la cual deberá presentarse dentro del término de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación;
- II. Transcurrido el plazo sin que se desahogue la prevención, se desechará el trámite;
- III. La Secretaría enviará copia del expediente integrado al Consejo Estatal Forestal que corresponda, para que emita su opinión dentro del plazo de diez días hábiles siguientes a su recepción;
- IV. Transcurrido el plazo a que se refiere la fracción anterior, dentro de los cinco días hábiles siguientes, la Secretaría notificará al interesado de la visita técnica al predio objeto de la solicitud, misma que deberá efectuarse en un plazo de quince días hábiles, contados a partir de la fecha en que surta efectos la notificación, y
- V. Realizada la visita técnica, la Secretaría resolverá lo conducente dentro de los quince días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que la Secretaría resuelva la solicitud, se entenderá que la misma es en sentido negativo.

**ART. 123.** La Secretaría otorgará la autorización de cambio de uso del suelo en terreno forestal, una vez que el interesado haya realizado el depósito a que se refiere el artículo 118 de la Ley...

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

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

**ART. 126.** La autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales amparará el aprovechamiento de las materias primas forestales derivadas y, para su transporte, se deberá acreditar la legal procedencia con las remisiones forestales respectivas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley y el presente Reglamento. La Secretaría asignará el código de identificación y lo informará al particular en el mismo oficio de autorización de cambio de uso del suelo.

- **ACUERDO PARA UN TRÁMITE UNIFICADO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO (DTU).**

Con fundamento en los artículo 35BIS 3 y 109 Bis de la LGEEPA y 47 de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como 76 de la LGDFS y 127 de su Reglamento, se emitió el ACUERDO que unificó en un solo procedimiento administrativo los trámites relativos a las autorizaciones en materia de evaluación del impacto ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Por su parte, la Evaluación del Impacto Ambiental conforme al artículo 28 de la LGEEPA es el "... procedimiento a través del cual la Secretaría (SEMARNAT), 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 ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.

Dichas obras o actividades, así como sus características, dimensiones, ubicaciones, alcances y las excepciones para cada una, se establecen en el Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En el Artículo 11 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental se indican los casos en que la obra o actividad implica la presentación de una manifestación de impacto ambiental modalidad regional.

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...”.

El ACUERDO por el que se unifica la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la evaluación de impacto ambiental, en trámite unificado 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.

La Modalidad B, corresponde a las obras o actividades señaladas en la fracción VII más las descritas en cualquier otra fracción del artículo 28 de la, excepto la fracción V del propio artículo de la LGEEPA y el trámite de autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales previstos en el artículo 117 de la LGDFS. Lo que implica que a través de esta modalidad se evalúa el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y cualquier otra obra o actividad del proyecto que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especie de difícil regeneración.

El ACUERDO prevé que al trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, se anexará el Documento Técnico Unificado, el cual integra la información de la manifestación de impacto ambiental, en sus modalidades particular o regional, según sea el caso y el estudio técnico justificativo, de conformidad con lo previsto por el artículo Séptimo del mismo instrumento jurídico. Por lo que el DTU Modalidad B- Regional integra la información del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y el impacto ambiental de ese cambio de uso de suelo y de cualquier otra obra o actividad del proyecto, que requiera esa autorización, excepto el aprovechamiento forestal en selvas tropicales y especies de difícil regeneración.

Así mismo, el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, establece que la SEMARNAT pondrá a disposición de los interesados los instructivos para orientar la integración del documento técnico unificado, por lo que con base en el contenido del ACUERDO, así como por lo dispuesto por los artículos 12 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental y el artículo 121 fracciones V, IX, X, XI, XIII y XIV del Reglamento de la LGDFS, se presenta el instructivo del Documento Técnico Unificado (DTU), para el trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal, Modalidad B-Regional, el cual tiene un carácter informativo y de orientación.

La aplicación de este instructivo no es obligatoria, el ACUERDO en su artículo Séptimo, señala la información que deberá contener el Documento Técnico Unificado que deberá acompañarse a la solicitud del trámite unificado de cambio de uso de suelo forestal. Y el instructivo al que hace referencia el artículo Segundo Transitorio del ACUERDO, tiene un carácter informativo para orientar al promovente en la integración ordenada, eficiente y completa de los resultados de los estudios que hubiera realizado para evaluar el impacto ambiental de su iniciativa.

De la **LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (LGPGIR)**.

**Art. 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

**Art. 41.-** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

**Art. 42.-** Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

**Art. 45.-** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierran o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

**Art. 54.-** Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.

La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

**Vinculación con el proyecto.** *En los procedimientos de manejo de residuos (ver anexo 5 de este estudio) que se implementará para el proyecto se incluye la separación de residuos por su tipo (orgánico e inorgánico), evitando su mezcla con residuos peligrosos.*

*Durante las obras que conforman este proyecto se generará una cantidad poco significativa de residuos peligrosos, particularmente restos de aceite y filtros de aceite; así como algunos casos probables de fugas de combustible, estopas y trapos impregnados con tales sustancias. Durante la etapa operación del proyecto, se implementarán medidas adecuadas para el control, manejo, almacenaje y disposición final de tales residuos peligrosos.*

**Reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).**

**Art. 35.-** Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

**I.** Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;  
**II.** Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad,

**III.** Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechado.

**Art. 39.-** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

**Art. 40.-** La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerado como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

**Art. 129.-** Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlos en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.

Lo previsto en el presente artículo no aplica en el caso de derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales ocasionados durante el transporte de materiales o residuos peligrosos.

**Art. 130.-** Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

- I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;
- II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;
- III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y

- IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.

**Vinculación con el proyecto:** *los materiales considerados peligrosos por sus características de ser explosivos y flamables, son el uso de explosivos y el diesel de la maquinaria y vehículos, para los cuales se emplearán las medidas preventivas para evitar derrame del residuo líquido al suelo.*

*Para el almacenamiento de diesel no se almacenarán cantidades grandes, ya que el material necesario será adquirido de los establecimientos permitidos y será utilizado directamente por la maquinaria mediante el transporte de combustible por camionetas de la empresa constructora.*

*Por otro lado, en caso de que haya un derramen accidental hidrocarburos, el promovente deberá realizar las actividades de recolección del mismo lo antes posible para evitar afectaciones al acuífero.*

### **Reglamento de LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera**

**Art. 13.-** Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

- I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país, y
- II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

**Art. 16.-** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas...

**Art. 28.** Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría...

**Vinculación con el proyecto:** *dado que la operación del banco es en estrato húmedo, solo habrá emisiones de partículas durante la habilitación de la primera capa de roca actualmente existente, y en menor escala las emisiones derivadas del funcionamiento de vehículos y maquinaria a utilizar. El proyecto considera la preservación del 40% de la vegetación existente que funcionen como barrera amortiguadora para la dispersión de las partículas suspendidas, adicionalmente, el promovente se compromete a darle el mantenimiento adecuado a los vehículos y maquinaria para garantizar su estado mecánico óptimo y a desarrollar las medidas de prevención y mitigación propuestas en el **capítulo 7** del presente Documento Técnico Unificado.*

### **Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán**

**Art. 58.-** Para la exploración, explotación y/o aprovechamiento a que se refieren los artículos que anteceden, se requiere obtener, previo a su inicio, el permiso que expida el municipio de cuya circunscripción se trate, y la autorización de la Secretaría, en materia de impacto ambiental.

**Art. 105.-** Los propietarios o poseedores de vehículos automotores que circulen en el territorio de la entidad, tendrán la obligación de someter a verificación sus vehículos con el propósito de controlar las emisiones contaminantes, con la periodicidad y con las condiciones que el Poder Ejecutivo establezca. De igual forma será obligatorio el uso del silenciador y demás aditamentos necesarios para evitar contaminación al ambiente, en los términos que establezca el Reglamento de esta Ley.

**Art. 95.-** Las emisiones contaminantes a la atmósfera, tales como, humo, polvos, gases, vapores, olores, ruido, vibraciones y energía lumínica, no deberán rebasar los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales vigentes, en las normas técnicas ambientales que se expidan y en las demás disposiciones locales aplicables en el Estado de Yucatán.

***Vinculación con el proyecto:*** se cuenta con permiso de explotación expedido por la autoridad municipal para la instalación de un banco de materiales. así mismo, se tendrán en consideración las disposiciones marcadas por la presente ley para mitigar la contaminación atmosférica y entorno acústico ocasionados por el proyecto.

### **Reglamento de la Ley de Protección al Medio Ambiente del Estado de Yucatán**

**Art. 82.** No se permitirán trabajos de exploración o explotación de depósitos de los materiales referidos, dentro de los límites urbanos y en las zonas de protección que se señalen en los Programas de Ordenamiento Ecológicos expedidos en el Estado, en los Programas de Desarrollo Urbano ni en Áreas Naturales Protegidas...

**Art. 83.** El área de explotación no excederá del sesenta por ciento de la superficie del área donde se realizará el aprovechamiento. Siempre se dejará una franja de protección de, al menos, el cuarenta por ciento de la superficie del terreno, la cual se distribuirá proporcionalmente a partir de los límites del predio.

**Art. 152.** Las emisiones de gases, partículas sólidas y líquidas a la atmósfera, emitidas por el escape de los vehículos automotores que circulen en el Estado y que utilicen gasolina, diesel, biogás o gas licuado del petróleo como combustible, no deberán exceder los niveles máximos permitidos de emisiones, establecidos en las Normas Oficiales Vigentes.

**Art. 153.** Para efectos de lo establecido en el artículo anterior, los propietarios o poseedores de vehículos que circulen en el Estado, deberán tomar las medidas que señale la Secretaría, para asegurar que las emisiones de éstos no rebasen los niveles máximos permitidos.

***Vinculación con el proyecto:*** en el diseño del banco de materiales en estrato seco, se acataron las especificaciones del reglamento; del total de 3, 019,784.47 m<sup>2</sup> (3, 019,784.47 ha) del área del proyecto, 2, 958,427.75 m<sup>2</sup> (60%) se destinaron para la extracción de escombros y piedra; dejando el 40% restante (2, 013,189. 65 m<sup>2</sup>) como área de amortiguamiento.

Ahora bien, para la operación en el estrato húmedo y motivo por el cual se somete el presente estudio a evaluación ante la SEMARNAT, se tendrá la distribución de las áreas de explotación y amortiguamiento previamente autorizadas. En el caso de esta última, permitirá mitigar y contener las emisiones y ruido a generarse durante la extracción del material, y facilitará la rehabilitación del sitio al término de su vida útil.

Por otra parte los vehículos automotores a usarse durante la implementación de proyecto, recibirán el respectivo mantenimiento para asegurar niveles bajos de emisión de contaminantes.

### **Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos**

**Art. 65.** El almacenamiento de las armas, objetos y materiales aludidos en este título, podrá autorizarse como actividad complementaria del permiso general concedido, o como específico de personas o negociaciones.

**Art. 66.** Las armas, objetos y materiales que amparen los permisos, sólo podrán almacenarse hasta por las cantidades y en los locales autorizados.

**Art. 67.** El almacenamiento de las armas, objetos y materiales a que se refiere este Título, deberá sujetarse a los requisitos, tablas de compatibilidad y distancia-cantidad que señale la Secretaría de la Defensa Nacional.

**Vinculación con el proyecto:** se cuenta con permiso de la secretaria de defensa nacional para el empleo de explosivos.

### **Ley General de Vida Silvestre**

**Art. 4.** Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación...

**Art. 18.** Los propietarios y legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la fauna silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat...

**Art. 30.** Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre...

**Art. 63.** La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de utilidad pública...

**Art. 106:** Señala la obligación de toda persona de reparar los daños a la vida silvestre o su hábitat de acuerdo a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Vinculación con el proyecto:** con la implementación en primera instancia del banco en estrato seco, será removida la vegetación del área de explotación y las poblaciones de fauna silvestre serán desplazadas hacia el área de amortiguamiento y predios colindantes. Tales perturbaciones moderadas al sistema serán provocadas por el banco fueron minimizadas o compensadas con la preservación de áreas de amortiguamiento para dicho proyecto.

Ahora bien, en la fase de operación en estrato húmedo, es posible que la fauna acuática o anfibia pueda ser dañada si no se toman las precauciones necesarias para su cuidado. Por ello previo al desarrollo de las actividades de explotación, se revisará el área de afectación para detectar la fauna presente, que en su caso será capturada y reubicada en áreas adyacentes en que se encuentren fuera de peligro (ver el programa de acciones para la protección y conservación de la fauna silvestre en el **anexo 6** de este estudio). Así mismo, se contará con la supervisión permanente para evitar la afectación excesiva o fuera de áreas no autorizadas para la explotación y que afecte la fauna silvestre de la región.

### 3. 2 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

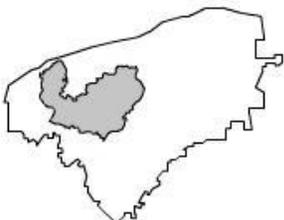
- **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán (POETY).**

El Ordenamiento Ecológico del estado de Yucatán cuyo objetivo es “regular los usos del suelo, el aprovechamiento de los recursos naturales, las actividades productivas y el desarrollo urbano, con el fin de hacer compatible la conservación de la biodiversidad, la protección al ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos y elementos naturales con el desarrollo urbano y rural del Estado de Yucatán, así como con las actividades económicas que se realicen” fue publicado en julio de 2007.

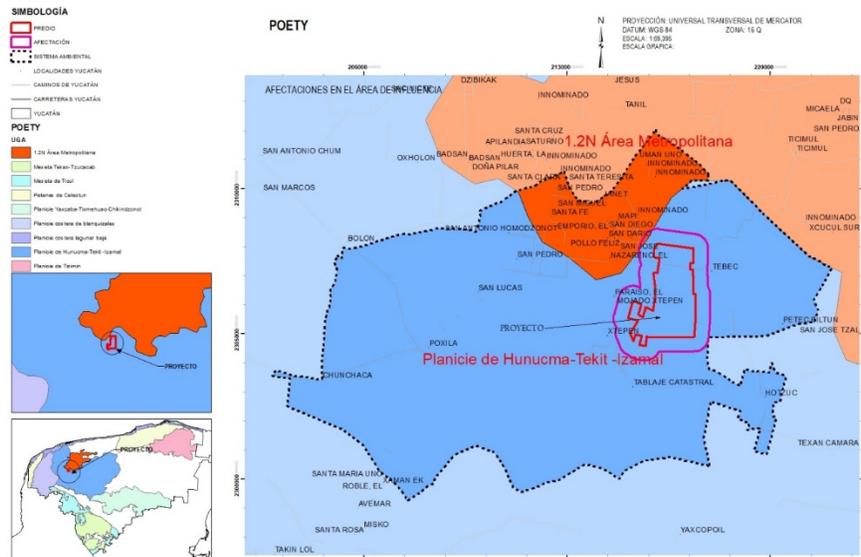
El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY) es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo. Mediante dicho ordenamiento se establece una serie de disposiciones legales con el fin de inducir al empleo de mecanismos de participación pública innovadores, así como al uso de técnicas y procedimientos de análisis geográfico, integración de información y evaluación ambiental, proceso que requiere del desarrollo de nuevas capacidades de gestión y evaluación ambiental en los tres órdenes de gobierno.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial, el proyecto se ubica en las Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada **1.2cA. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal**. La UGA 1.2A es una planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80 %) sobre calizas, con suelos del tipo Litosol y Rendzina, con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, con plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos. Superficie total de la UGA: 5,819.74 km<sup>2</sup>.

**Tabla 3.1.** Características de uso de suelo en la UGA 1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal.

1.2A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal 	Usos	
	<b>Predominantes</b>	Asentamientos Humanos (Suelo Urbano)
	<b>Compatibles</b>	Industria de Transformación, Apicultura, Silvicultura, Turismo alternativo (Ecoturismo), Agricultura de hortalizas.
	<b>Condicionados</b>	Extracción de materiales pétreos, Avicultura, Porcicultura, Agricultura Tecnificada.
	<b>Incompatible</b>	Ganadería Semi-extensiva.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación del proyecto con relación a la UGA 1.2A. y 1.2N, tal como se indica en el POETY.



**Figura 3.3.** Ubicación del banco de material pétreo en el POETY, corresponde a la UGA 1.2 A. Ahora bien, en cuanto a las políticas, criterios y recomendaciones de manejo que se han establecido para cada una de estas Unidades de Gestión Ambiental, éstas se presentan a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 3.1.** Políticas y criterios de las Unidades de Gestión Ambiental del POETY.

Unidades de Gestión Ambiental en las que se ubica el proyecto	
1.2A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal	
Política	Criterios y Recomendaciones
P	1, 2, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16
C	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13
A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16
R	1, 2, 5, 6, 8, 9

A continuación se presenta para cada una de las políticas de la UGA antes mencionada

**Tabla 3.2.** Descripción de los criterios y recomendaciones establecidos por cada una de las políticas.

PROTECCIÓN		
No	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.	<i>El presente proyecto se realizará cumpliendo los criterios y recomendaciones del POETY así como las establecidas por la autoridad competente.</i>
2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	<i>La ejecución del proyecto permitirá la creación de empleos que podrán ser aprovechados por la gente de las cercanías al sitio. Por otra parte, las actividades a desarrollar se harán con apego a las disposiciones del Reglamento de Protección</i>

PROTECCIÓN		
No	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
		<i>Ambiental del Estado de Yucatán.</i>
4	No se permiten los asentamientos humanos en ecosistemas altamente deteriorados con riesgo de afectación a la salud por acumulación de desechos, salvo que hayan sido saneados.	<i>El proyecto no contempla el establecimiento de asentamientos humanos, por lo que este criterio no aplica.</i>
5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	<i>El área del proyecto no será un sitio disposición de materiales y residuos peligrosos.</i>
6	No se permite la construcción a menos de 20 metros de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	<i>En el sitio no existen cuerpos de agua naturales a la respectiva distancia; por lo que no aplica al proyecto.</i>
9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	<i>Para el presente proyecto de explotación en estrato húmedo, no será necesaria la remoción, y por tanto quema de vegetación, ya que el área de explotación será desmontada durante la instalación del banco en estrato seco. Por otro lado, los desechos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto serán dispuestos en los sitios de disposición final autorizados.</i>
10	Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo a las normas vigentes.	<i>El requerimiento de combustible será variable dependiendo del grado de trabajo que se presente; éste será adquirido de las estaciones de servicio cercanas al sitio y transportadas hasta el área del proyecto por un camión de la empresa, por lo que en ningún momento se contempla el almacenamiento de esta sustancia. El combustible deberá ser transportado hasta la obra en un vehículo que cumpla con las medidas de seguridad mínimas que le correspondan, descritas en el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos.</i>
12	Los proyectos a desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	<i>La movilidad entre la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (44.10%) actualmente considerada. Esta área se conformará una franja que bordeará todo el predio. De ésta forma, no se interrumpirá la comunicación de la vegetación remanente en el predio con la vegetación circundante. Adicionalmente, las áreas en las cuales se haya alcanzado la profundidad máxima de explotación se llevarán a cabo una adecuación y reverdecimiento de los taludes en los bordes, de tal forma que se favorecerá la recolonización de vida silvestre y la conectividad de la vegetación entre las áreas circundantes.</i>

PROTECCIÓN		
No	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	<i>El sitio del proyecto no forma parte de ningún corredor biológico.</i>
14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	<i>Se conservarán áreas de vegetación nativas por medio del área de amortiguamiento. Estas áreas de amortiguamiento representan el 44.10% del área total del predio; lo anterior permitirá contar con una cubierta de suelo natural y vegetación que contribuirán a la recarga del acuífero de la zona.</i>
16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	<i>No aplica para el proyecto; ya que este consiste en la extracción en húmedo de materiales pétreos y no un proyecto forestal.</i>

CONSERVACIÓN		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	<i>El diseño del proyecto no requiere de desmonte dado que éste ya fue realizado en el área de explotación en seco. El banco de material contara con conservación de la vegetación nativa en el área de amortiguamiento y con proyectos para la posterior restauración de las áreas de los taludes.</i>
3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	<i>Durante la reforestación del área de taludes se promoverá la plantación con especies nativas y en ningún momento se utilizarán especies exóticas.</i>
4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	<i>El terreno donde se sitúa el banco de material está desprovisto de ecosistemas excepcionales. De hecho se tratara de una superficie previamente impactada dentro del área designada a la extracción de material pétreo en estado seco.</i>
6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	<i>No aplica. El proyecto es un banco extracción de material pétreo y no turístico.</i>
7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	<i>El proyecto no es de tipo turístico. Todos los residuos generados deben manejarse en contenedores cerrados y enviarse a sitios de disposición final.</i>
8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	<i>Los materiales extraídos en el predio serán aprovechados en su totalidad, y por tanto no se dispondrán sobre vegetación nativa, zona federal marítimo terrestre, zonas inundables y/o áreas marinas.</i>

CONSERVACIÓN		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	<i>No aplica al proyecto, ya que este consiste en el establecimiento de un banco de extracción en estrato húmedo y no en la construcción de una vía de comunicación. No obstante a lo anterior el proyecto tiene caminos de acceso rústico no sellado con material asfáltico o de concreto y por lo tanto cuentan con el drenaje del suelo natural lo que impide potenciales inundaciones o encharcamientos en el área de estudio.</i>
10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	<i>El proyecto no consiste en infraestructura de vías de comunicación; por lo tanto, no aplica al proyecto.</i>
12	La exploración y explotación de recursos no renovables por parte de la industria debe garantizar el control de la calidad del agua utilizada, la protección del suelo y de la flora y fauna silvestres.	<i>El proyecto contempla medidas para garantizar la protección del acuífero, y la posterior restauración del área de explotación para el regreso paulatino especies de plantas y animales. Así mismo, el área de amortiguamiento considerada permitirá el establecimiento de las especies desplazadas en primera instancia por la fase de extracción en seco.  Dentro de las medidas para el control de los recursos no renovables se tienen las siguientes medidas:  A. <i>Contra Derrame de Hidrocarburos. Las medidas preventivas para evitar derrames de combustible y aceites consistirán en:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Los vehículos utilizados en el proyecto cargarán combustible exclusivamente en las estaciones de servicio.</i></li> <li>• <i>La maquinaria y equipo sólo deberán abastecerse por personal calificado y en presencia de algún supervisor.</i></li> <li>• <i>Se prohibirá el cambio de aceite de los vehículos y maquinaria u otro equipo en las áreas de trabajo.</i></li> <li>• <i>Los cambios de aceite se realizarán en talleres autorizados.</i></li> <li>• <i>Cualquier derrame accidental, deberá ser removido inmediatamente.</i></li> </ul>  B. <i>Contra Muerte de Fauna Silvestre. Previo al desarrollo de las actividades de explotación, se revisará el área de afectación para detectar la</i></i>

CONSERVACIÓN		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
		<p><i>fauna acuática presente (como anfibios), que en su caso será capturada y reubicada en áreas adyacentes en que se encuentren fuera de peligro. En caso necesario, se aplicará un Programa de acciones para la protección y conservación de la fauna silvestre para el área de afectación (Ver Anexo 6 de este estudio).</i></p> <p><i>C. Contra Contaminación del Manto Freático. Durante los trabajos de extracción de material a nivel y debajo del nivel freático, toda maquinaria y vehículo que pueda tener contacto con el agua estará libre de fugas de cualquier tipo.</i></p>
13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	<i>El proyecto mantendrá la permanencia de 40% de terreno natural con vegetación nativa de la región y que conforman el área del amortiguamiento del proyecto. Esta área permitirá la continuación de la prestación de servicios ambientales de importancia en la región.</i>

APROVECHAMIENTO		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	<i>Se conformarán suelos en los taludes de las áreas explotadas, mismo que serán enriquecido con abonos orgánicos y la trituración de los residuos orgánicos provenientes de la limpieza de las escasas hierbas.</i>
2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	<i>Quedará prohibida la quema de los residuos que se generen.</i>
3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	<i>El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola.</i>
4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	<i>El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola.</i>
5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	<i>El proyecto es un banco de material pétreo y no de producción agrícola. Sin embargo, para la reforestación del área de taludes del banco se efectuará con especies nativas que sean adecuadas para este suelo.</i>
6	Regular las emisiones y fuentes de contaminación de las granjas porcícolas, acuícolas o avícolas, de acuerdo a lo estipulado por la autoridad competente.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>
9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>

APROVECHAMIENTO		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
	sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	
11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material. Sin embargo, se contempla la permanencia de la vegetación circundante como amortiguamiento.</i>
12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>
13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>
14	En áreas productivas para la agricultura deben integrarse los sistemas agroforestales y/o agrosilvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>
15	No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>
16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP's.	<i>No aplica. El proyecto es un banco de material.</i>

RESTAURACIÓN		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	<i>Al término de la extracción del material pétreo, se promoverá la ejecución de un programa de reforestación en el área de taludes.</i>
2	Restaurar las áreas de extracción de materiales pétreos.	<i>Se llevará a cabo la restauración de la superficie explotada, mediante la conformación de taludes y su posterior reforestación con la finalidad de rehabilitar el suelo ya impactado por las actividades extractivas.</i>
5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	<i>Como se mencionó con anterioridad, el proyecto contempla la recuperación de la cobertura vegetal en la superficie destinada para la explotación de material mediante las actividades de rehabilitación en el área de taludes principalmente.</i>
6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	<i>La movilidad entre la fauna actualmente presente en el sitio, y los predios colindantes, se garantizará mediante el área de amortiguamiento (44.10%). Así mismo, una vez sea reforestada en su totalidad el área de taludes del banco de material al término de su vida útil, será más factible la colonización de especies de vegetación y de fauna.</i>
8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	<i>No aplica. No es un proyecto de tipo turístico.</i>
9	Restablecer y proteger	<i>Se mantendrá un área de amortiguamiento que representa el</i>

RESTAURACIÓN		
No.	CRITERIOS	CUMPLIMIENTO
	los flujos naturales de agua.	44.10% del total del terreno con suelo y vegetación natural. Así mismo, los caminos de acceso al banco permitirán el drenaje del suelo natural y mantendrán el equilibrio en el flujo natural del agua.

Las medidas enunciadas anteriormente y contempladas en el programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio deberán verificarse durante las diferentes etapas del proyecto, para permitir el aprovechamiento racional del recurso pétreo.

### 3. 3 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El predio donde estará el proyecto no se encuentra dentro de alguna Área Natural Protegida (ANP) de carácter federal, estatal o municipal, tal como se puede observar.

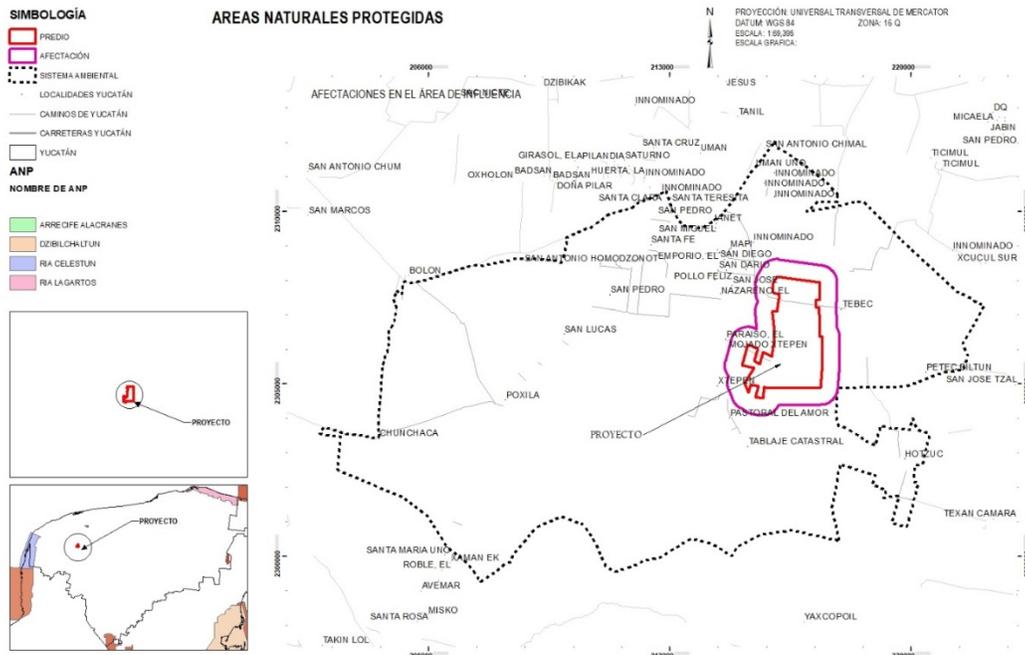


Figura 3.4. . Acercamiento de la zona del proyecto en relación con las ANP.

**Vinculación:** no aplica al proyecto, ya que al no estar inmerso dentro de algún ANP no es necesario e importante tomar en cuenta las políticas y lineamientos planteados en el decreto y los programas de manejo de dichas ANPs. Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de amortiguamiento con 201.318965 ha (40 % respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región.

### 3. 4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

#### NORMAS OFICIALES MEXICANAS

- NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible.
- NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diesel o mezclas que incluyen diesel como combustible.

**Vinculación con el proyecto.** *Se considera en el diseño del proyecto el mantenimiento de la maquinaria y vehículos que se utilizarán en el proyecto con la finalidad de no sobrepasar los límites establecidos.*

- NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

**Vinculación con el proyecto.** *El proyecto generará algunos residuos considerados peligrosos, los cuales serán manejados de forma segura y dispuestos en un almacén fuera del banco de materiales de acuerdo a las especificaciones normativas vigentes.*

- NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

**Vinculación con el proyecto.** *Se registró la presencia de las siguientes especies; *Sceloporus chrysostictus*, *Aspidoscelis angusticeps*, *Myiarchus yucatanensis*, *Vireo pallens*, *Cyanocorax yucatanensis* e *Icterus auratus*. Sin embargo se prevé su desplazamiento durante las actividades constructivas.*

- NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores y su método de medición.

**Vinculación con el proyecto.** *Los automóviles y camionetas utilizados en obra serán objeto de mantenimiento mayor periódico que incluya el ajuste o cambio de piezas sueltas u obsoletas, para minimizar la generación de ruido durante su operación. Como una forma de evidenciar el buen funcionamiento del motor, y en consecuencia la emisión adecuada de ruido a partir del escape, se tomará el tarjetón de verificación vehicular aplicable, ya que no existe en la entidad la infraestructura para realizar la medición conforme a esta norma.*

### 3. 5 PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) de Yucatán 2012-2018 es un instrumento de gobierno construido sumando la voz de todos los ciudadanos; su contenido refleja el estado de cosas, los desafíos y retos que enfrentamos; y sobre esa realidad propone los resultados que juntos vamos a construir para hacer de Yucatán un estado competitivo, incluyente, con educación de calidad, seguro y con un crecimiento ordenado.

Para lograr que el Plan estatal de desarrollo sea verdaderamente el instrumento rector del estado y la guía que defina las principales acciones para Yucatán durante los próximos años, se requiere establecer de manera muy clara y ordenada las prioridades plasmadas en objetivos y estrategias de largo alcance, que de forma directa impacten los sectores con mayor relevancia para la población.

Los ejes del desarrollo (sectores) son el apartado sustantivo que precisamente ordena y sistematiza el PDE y son los siguientes:

1. **El Sector Economía para lograr un Yucatán Competitivo.**
2. El Sector Social en la búsqueda de un Yucatán Incluyente.
3. El Sector Educación con la finalidad de lograr un Yucatán con Educación de Calidad.
4. El Sector Territorio que desarrolle un Yucatán con Crecimiento Ordenado.
5. El Sector Seguridad para preservar un Yucatán Seguro.

El objetivo que envuelve a los cinco ejes de desarrollo es encontrar para el estado las alternativas de crecimiento sostenible en el mediano y largo plazo, para lograr un impacto positivo sobre el ingreso y la calidad del empleo, con el enfoque en la igualdad de oportunidades y la formación educativa integral, en un territorio con servicios sustentables donde se conserve la paz y tranquilidad que lo caracteriza.

Dentro del sector economía del PDE se persigue visiones para el rubro inversiones y desarrollo industrial como:

- Para potencializar a las empresas y llevar sus productos a nuevos mercados, será prioritario incrementar la competitividad, la conectividad y hacer más eficiente la regulación; tales factores son requisitos indispensables para lograr atraer mayores inversiones, particularmente en el sector industrial, y con esto, aumentar el valor agregado de la producción, detonar las exportaciones y la generación de empleos mejor pagados.

***Vinculación con el proyecto.** Con base a la información anteriormente vertida se puede indicar que el proyecto “**Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán.**”, es totalmente congruente con una de las visiones planteadas en el Programa Estatal de Desarrollo de Yucatán para el rubro inversiones y desarrollo industrial. Lo anterior se debe a que a través del proyecto se incrementará el valor agregado de la materia prima a extraer (material pétreo) y generará fuentes de empleo para las localidades próximas al área de estudio.*

### 3.6 OTROS INSTRUMENTOS

- OTROS REGIONES DE IMPORTANCIA.

**REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIA.** El proyecto se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) 102. Anillo de Cenotes, tal como se puede observar a continuación.

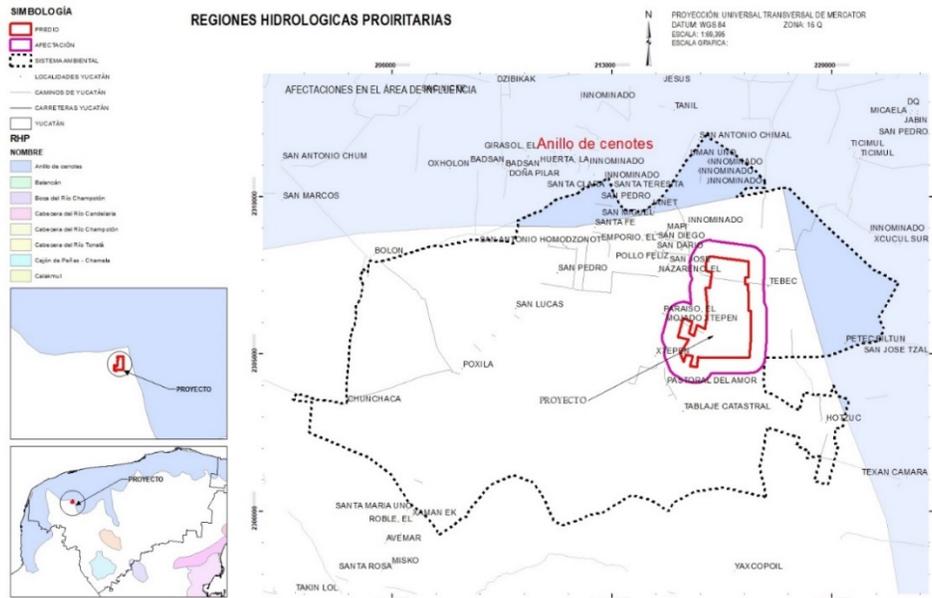


Figura 3.5. Ubicación del proyecto en relación a las Regiones hidrológicas prioritarias.

**Vinculación:** A pesar de que el predio se encuentra en la región RHP 102. Anillo de Cenote (Figura 3.5) que es una región en donde abundan los cenotes. Sin embargo en ningún momento se encontró cenote alguno cercano al área del proyecto. Cabe también recalcar que el proyecto tendrá un adecuado manejo de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles (en las etapas de CUS y construcción de la obra) y un biodigestor por cada una de las villas (en su etapa de operación), por lo que no se afectará el freático. De acuerdo a lo anterior se puede decir que la realización del proyecto no afectara grandemente esta RHP, y es congruente con el desarrollo del proyecto.

**REGIÓN MARINA PRIORITARIA.** El proyecto se encuentra inmerso dentro de la Región Marina Prioritaria RMP-61. Sisal-Dzilam tal como se muestra a continuación

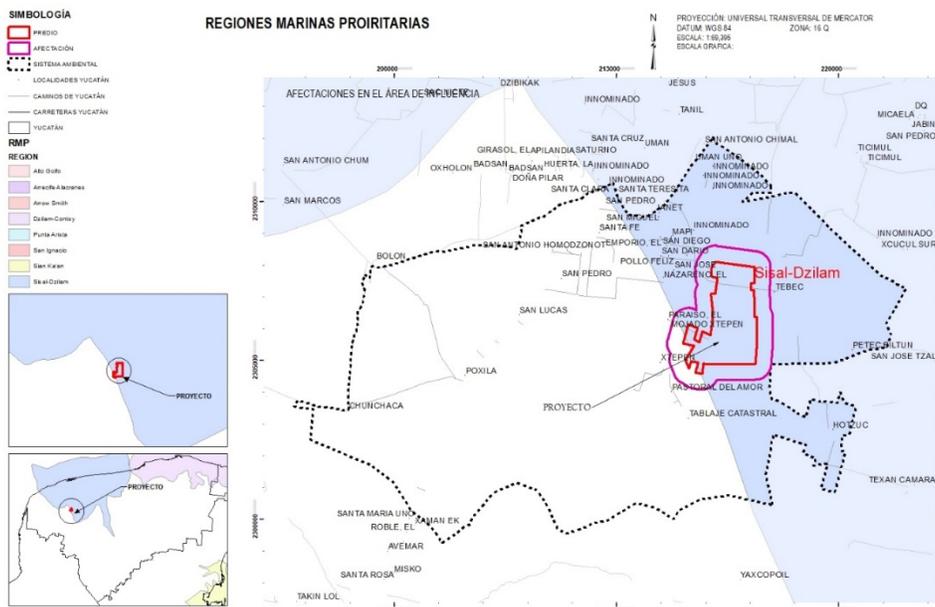
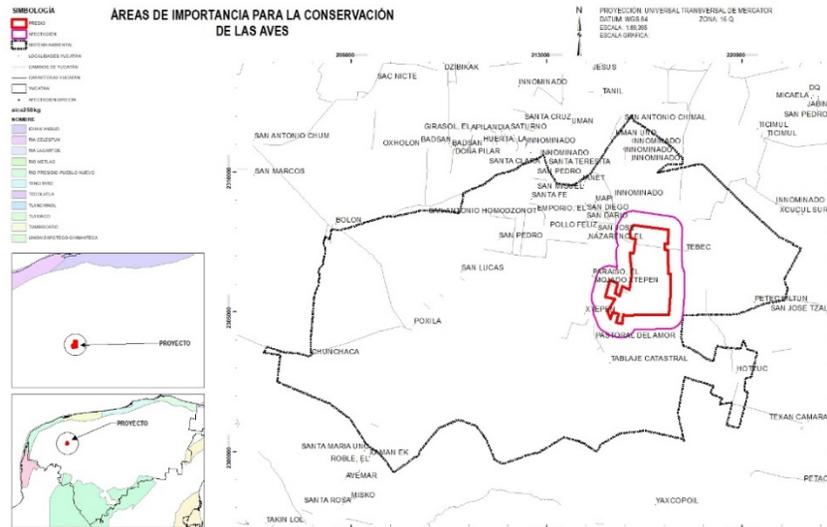


Figura 3.4. Ubicación del área del proyecto en la RMP de la Cuenca RH32 Yucatán Norte



### ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS).

El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna AICAS de la Cuenca, tal como se puede observar a continuación.

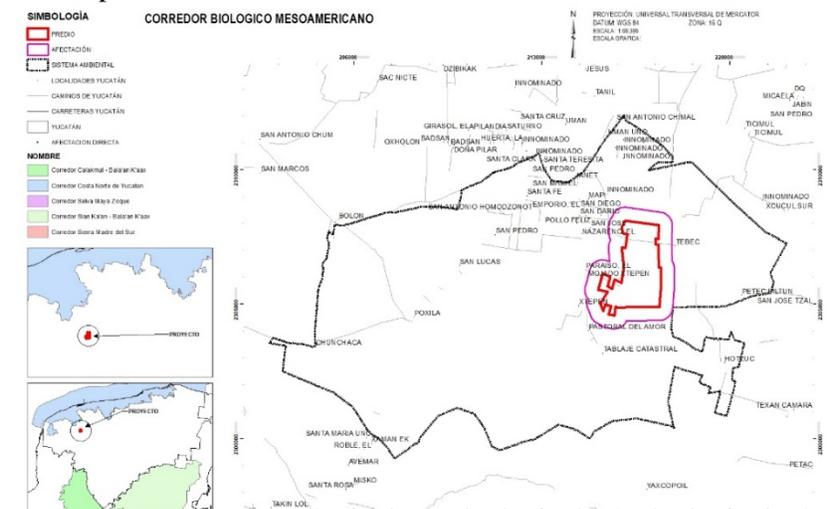


**Figura 3.7.** Ubicación del proyecto en relación a las Áreas de importancia para la conservación de las aves.

**Vinculación:** No aplica al proyecto, ya que al no estar inmerso dentro de alguna AICA no es necesario e importante tomar en cuenta las políticas y lineamientos planteados en el decreto y los programas de manejo de dichas AICA. Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de conservación con 2, 013,189.65 ha (40 %) respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región

### CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO (CBM).

El proyecto no se encuentra inmerso dentro de algún Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) de la cuenca, tal como se puede observar a continuación.



**Figura 3.8.** Ubicación del proyecto en relación al CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO.

Vinculación: No aplica al proyecto, ya que al no estar inmerso dentro de algún corredor biológico no es necesario e importante tomar en cuenta las políticas y lineamientos planteados en el decreto y los programas de manejo de dichos corredores biológicos. Sin embargo, el proyecto tiene contemplado la permanencia de un área de amortiguamiento con 2, 013,189.65 ha (40% respecto al total del predio) con suelo, vegetación natural y en general biodiversidad de la región.

En resumen se presenta la siguiente tabla de cumplimiento:

**Tabla 12.14.** Vinculación del proyecto con las ANP, RTP, AICAS, RMP, RHP y CORREDOR BIOLÓGICO MESOAMERICANO.

REGIONES	AFECTA O ESTÁ DENTRO	CUMPLIMIENTO
Áreas Naturales Protegidas (anp's)	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE
Regiones Terrestres Prioritarias	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE
Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE
Regiones Marinas Prioritarias	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Región Hidrológica Prioritaria	Cuenta con actividades para reducir la problemática	SI CUMPLE
Corredor Biológico Mesoamericano	No está dentro de algún área protegida	SI CUMPLE



# CAPITULO IV

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



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO IV

<b>4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO .....</b>	<b>2</b>
<b>4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA. ....</b>	<b>6</b>
4.2.3 MEDIO BIÓTICO.....	21
TIPO DE VEGETACIÓN .....	21
Tipos de vegetación en toda la zona de estudio y sus colindancias .....	23
<b>usos de vegetación en la zona (especie de uso local y de importación para&lt; etnias o grupos LOCALES Y especies de interés comercial) .....</b>	<b>12</b>
<b>presencia y distribución de especies vegetales bajo el régimen de protección legal, de acuerdo con la normatividad ambiental y otros ordenamientos en el área de estudio y de inlduencia</b>	<b>13</b>
<b>FAUNA .....</b>	<b>14</b>

## **CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

### **4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO**

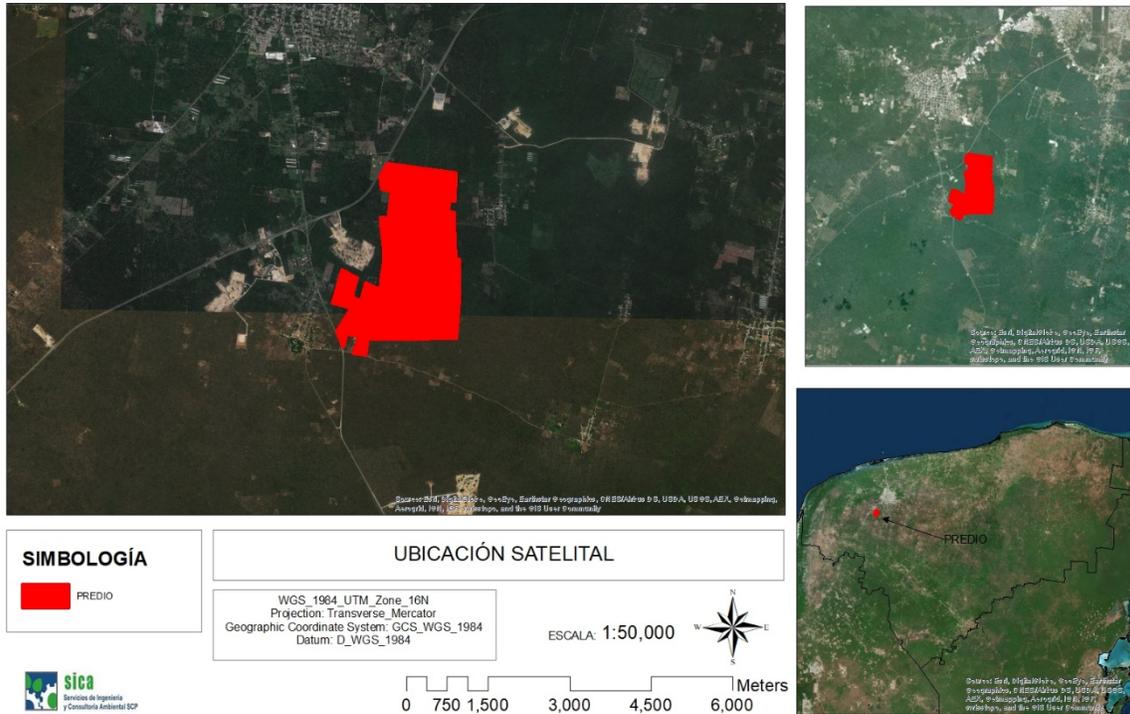
Para poder determinar estos impactos, su generación y repercusiones posteriores, fue necesario determinar un área elemental que pueda ser evaluada, para ello se desarrolló un análisis de las condiciones abióticas y bióticas (aspecto ecológico) del Sistema Ambiental (SA) de estudio en el cual se encuentra inmerso el proyecto.

El aspecto ecológico del medio ambiente se circunscribe a la flora, fauna, agua, tierra y aire, siendo sólo una parte del medio ambiente, por lo que debe tenerse especial atención en tomar en cuenta la totalidad de los impactos. Ante esta situación se describirá y analizará de manera integral el Sistema Ambiental de estudio, en el que se encuentra el Proyecto. En primera instancia, como ya se mencionó, se delimitó el área de estudio sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación, tomando como base los siguientes atributos, entre los que se encuentran las siguientes:

- Dimensiones del proyecto.
- Ubicación.
- Unidades de gestión ambiental
- Unidades Climáticas.
- Unidades Edafológicas.
- Sistema de Topoformas.
- Hidrología Superficial.
- Uso desuelo y Vegetación.
- Subcuenca

Una vez determinado técnicamente los atributos para la delimitación del SA se sobrepusieron todas las capas temáticas para su mejor acotamiento en el programa ArcMap 10.2 y utilizando la información de las capas o shapes obtenidas del portal del INEGI, esto se realizó con el objetivo de poder determinar en base a los criterios anteriormente enlistados y los recorridos de campo, las áreas y temas que deben de quedar incluidas y excluidas para la delimitación del SA.

Una vez analizados todos los atributos se procedió a definir el SA, para ello se observó que todos los atributos físicos y biológicos sobrepasaban el predio, perdiéndose la posibilidad de realizar una evaluación objetiva.



**Figura 4.1.** Ubicación del proyecto.

Por la razón antes mencionada se optó por **delimitar el sistema ambiental** con respecto a los impactos (ruido, emisiones de polvos, dimensiones del proyecto, alcances socioeconómicos, entre otros), resultando el sistema ambiental definido como se muestra en la siguiente figura:



y lagartijas, lo que puede atraer a otro tipo de fauna, ocasionando un incremento en el índice de daño.

- **Afectación visual a 80 m:** en algunas ocasiones por el cambio de horario tiende a anochecer más temprano, y por lo tanto se encenderán las luces de algunos vehículos que maniobran sobre el área de construcción y colindantes, impactando negativamente a la fauna silvestre. Algunos animales tienden a alejarse de las luces artificiales, mientras que otros pueden ser atraídos por las luces (tapacaminos, rapaces nocturnas, insectos, entre otros).
- **Afectación auditiva y olores:** El ruido generado por el tránsito de los vehículos durante el proceso de extracción, así como las emisiones de los mismos, se anticipa, por medio de medidas preventivas, que no rebasen los límites permitidos dentro de las normas oficiales mexicanas, NOM-080-SEMARNAT-1994, NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y posean un rango de afectación máxima entre 100 y 250 metros a la redonda.

Una vez delimitado nuestro Sistema Ambiental en la que se desarrollará el proyecto, en los siguientes puntos se presentará una descripción de las condiciones físicas y bióticas actuales de la zona. Se hará mención de las condiciones imperantes de la zona.



**Figura 4.3.** Afectedación en la delimitación de Sistema Ambiental Regional.

## 4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

### 4.2.1. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS RETROSPECTIVO DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SA.

En términos generales, el SA en donde se encuentra inmerso el predio bajo estudio se encuentra en un nivel bajo-medio en cuanto a calidad ambiental debido entre muchas causas, la afectación permanente de la zona por fenómenos naturales como los huracanes e incendios forestales, principalmente. Sin embargo, el hombre también ha contribuido a la afectación de la calidad ambiental del SA debido a que deforestado la selva mediana caducifolia con la finalidad de establecer la agricultura de temporal y la ganadería, la urbanización (construcción de carreteras, fraccionamientos, etc). La deforestación es una de las principales causas de la calidad ambiental; pues la vegetación junto con el suelo tienen el papel fundamental en la continuidad para la formación de suelos, flujo de materia y energía en este (presencia de microbiota edáfica), captura de carbono, liberación de oxígeno, captación del agua y purificación de la misma, amortiguamiento ante fenómenos naturales como los huracanes, etc.



Lo anterior quiere decir que se trata del clima más seco de los cálidos subhúmedos, con un régimen de precipitación en el verano, con poca oscilación de la temperatura media, con una marcha anual de la temperatura tipo Ganges (mes más caliente antes del solsticio de verano - Junio-) y con canícula intraestival o de medio verano (Orellana, 1999).

## TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

De acuerdo a los registros de Estación Meteorológica 00031019 MERIDA (OBS) que es la más cercana al área de estudio, en el periodo de 1930-1996 (<http://www.bitacoraordenamiento.yucatan.gob.mx/archivos/200605025953.pdf>) se tienen los siguientes datos para el área de estudio.

### A. Temperatura promedio mensuales y anuales (°C).

**Tabla 4.1.** Temperatura mínima, máxima y media histórica del área de estudio.

TEMPERATURA °C			
MES	MÍNIMA	MAXIMA	MEDIA
ENERO	17.3	29.3	<b>23.3</b>
FEBRERO	18.3	30.9	<b>24.6</b>
MARZO	19.5	33.1	<b>26.3</b>
ABRIL	21.7	35.3	<b>28.5</b>
MAYO	23.1	35.6	<b>29.4</b>
JUNIO	22.9	34.7	<b>28.8</b>
JULIO	22.7	34.3	<b>28.5</b>
AGOSTO	22.6	33.9	<b>28.2</b>
SEPTIEMBRE	22.6	33.4	<b>28.0</b>
OCTUBRE	21.2	32.0	<b>26.6</b>
NOVIEMBRE	19.4	30.7	<b>25.1</b>
DICIEMBRE	18.0	29.3	<b>23.6</b>
ANUAL	20.8	32.7	<b>26.7</b>

De acuerdo a la estación meteorológica antes mencionada, la temperatura media anual es de 26.7 °C, teniéndose que la temperatura máxima anual en el área es de 32.7 °C y la temperatura mínima anual es de 20 °C.

### B. Precipitación promedio mensual y anual (mm).

La precipitación media anual histórica para la zona es de 965.0 mm, con una precipitación de hasta 178.5 mm en el mes (Septiembre) más lluvioso y 19.9 mm en el mes (Marzo) más seco, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 4.2.** Precipitación máxima, media y mínima histórica en el área de estudio.

PRECIPITACIÓN (mm)	MESES												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
MEDIA	32.9	24.8	19.9	32.3	85.9	145.6	138	174.8	178.5	136.5	34	40.8	1044.0

### Balance Hídrico (Evaporación y evotranspiración)

Por su parte, la Carta de Evapotranspiración y Déficit del Agua del INEGI, muestra que en la zona existe un déficit medio anual de agua que va de 600 a 700 mm. En cuanto a los datos del balance hídrico, en la región hidrológica RH32 donde se ubica el proyecto, éstos establecen que para el área estudiada existe una evapotranspiración media anual de 1044.0 mm.

La evaporación por lo regular se presenta con mayor intensidad en el mes más seco del año, con valores medios mensuales que van de 250 a 300 mm. En la temporada de lluvias regulares y de nortes, la evaporación puede ser menor de 100 mm mensuales en promedio.

### Humedad relativa y absoluta

Se tienen registros de la península de Yucatán, en la Comisión Nacional del Agua de la región, que la humedad relativa de la Península en general es hasta de 95% en época de lluvias. La humedad relativa que se presenta durante el año, normalmente son bajos en los primeros meses o sea de enero a abril, mientras que de junio a diciembre los porcentajes son mayores, este coincidiendo con los meses con presencia de lluvias. Por otro lado los vientos dominantes que se presenta en el área de influencia son de dirección E-SE en los meses de febrero a septiembre y de octubre a enero predominan los vientos de N-NE.

### Vientos dominantes

De forma general, en el área geográfica donde se ubica la zona de estudio son dominantes los vientos del este. Estos vientos alisos o del este, penetran fuertemente en la Península de Yucatán de mayo a octubre, con mayor incidencia en septiembre y aportan la mayor parte de la lluvia estival. Los vientos alisos provienen de desplazamientos de grandes masas de aire que a su vez provienen del Atlántico Norte y que giran en sentido de las manecillas del reloj, atravesando la parte central del Atlántico y el Mar Caribe cargándose de humedad. De esta manera al sobrecalentarse el mar en el estivo, los vientos se saturan de nubosidad y al chocar con los continentes se enfrían causando las lluvias de verano (UADY, 1999).

De tal forma, los vientos que ocurren durante la temporada primavera-verano en el área de estudio provienen del sureste (22.7%) y son los que predominan en el municipio (Flores y Espejel, 1994; SEGOB, 2002). En esta etapa dichos vientos registran las velocidades más altas que alcanzan una velocidad media de 9.8 km/h. Los vientos del Este (20.9%), alcanzan velocidades medias de 8.5 km/h; los vientos que vienen del noreste predominan en parte del otoño y todo el invierno con velocidades medias más bajas, de 3.2 km/hr; los vientos del noroeste predominan durante la primavera con velocidades medias de 7.9 km/h (Flores y Espejel, 1994).

Dada la naturaleza del proyecto, la generación de polvos que se ocasionarán es algo inevitable, sin embargo, es importante recalcar que debido a que la operación del banco se realizará en el estrato húmedo, solo habrá partículas durante la voladura y habilitación del material pétreo de la primera capa de roca (a aproximadamente 15 metros por debajo del nivel natural del terreno). Además, la influencia del área de amortiguamiento minimizará estos efectos.

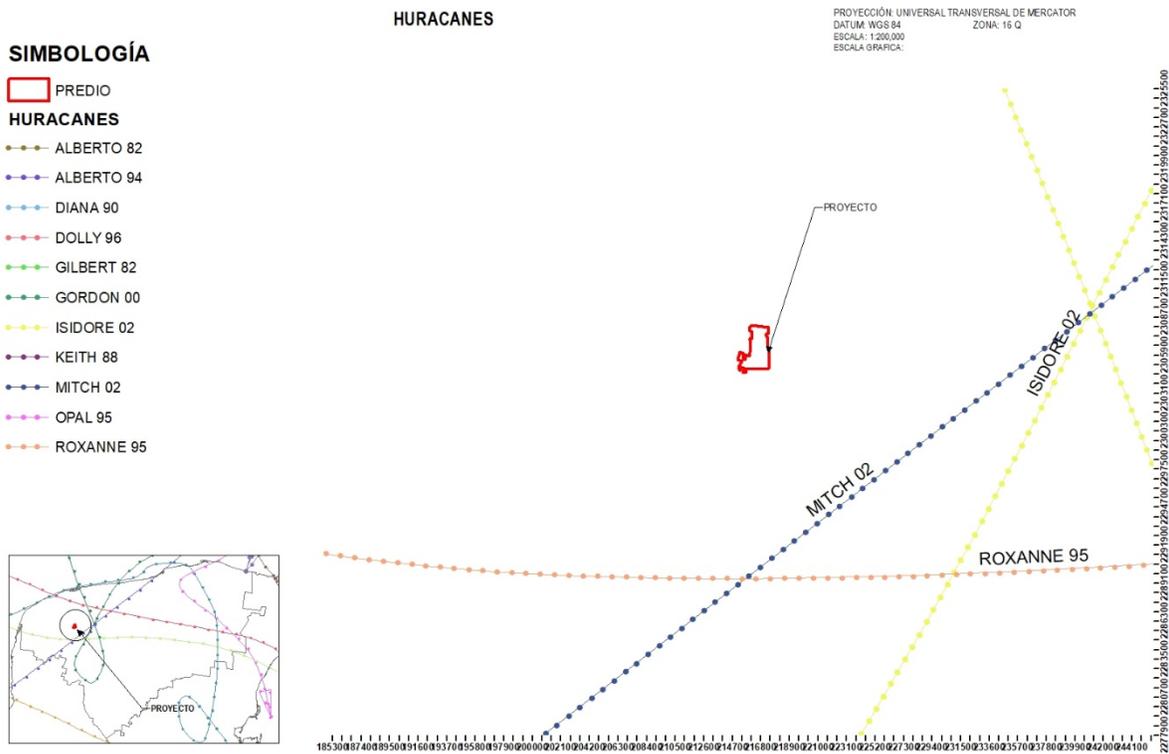
**Vientos alisios y ondas del este.** Los vientos del este o alisios son desplazamientos de grandes masas de aire provenientes de la Celda Anticiclónica o de Alta Presión Bermuda-Azores, localizada en la posición centro-norte del océano atlántico. Estos vientos giran en el hemisferio norte en el sentido de las manecillas del reloj, por efecto del movimiento de rotación del planeta. Atraviesan la porción central del atlántico y el mar Caribe cargándose de humedad.

El sobrecalentamiento del mar en el verano ocasiona que estos vientos se saturen de nubosidad y se enfríen relativamente al chocar con los continentes por lo que provocan las lluvias de verano. Los vientos alisios penetran con fuerza en la Península de Yucatán entre los meses de mayo a octubre y son el principal aporte de lluvia estival. A menudo las ondas del este, perturbaciones tropicales que viajan dentro de la corriente alisia, incrementan la nubosidad y la cantidad de lluvia.

Los principales fenómenos hidrometeorológicos que afectan al Municipio de Umán, son los meteoros tropicales (ciclones tropicales) y frentes fríos. Otros fenómenos de menor incidencia son las sequías, incendios forestales, temperaturas extremas, inundaciones, trombas o turbonadas, granizadas y tormentas eléctricas.

**Huracanes.** Durante el verano cada año, en los mares tropicales como el Caribe y golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión. Esto da lugar a las tormentas tropicales y dependiendo de la energía acumulada se puede llegar a formar un ciclón o huracán. Las tormentas tropicales y huracanes se desplazan en el hemisferio norte en el sentido contrario al de las manecillas del reloj con una trayectoria de este a oeste y posteriormente hacia el norte. Dependiendo del sitio en que se originen tendrá su trayectoria particular pueden llegar a tocar tierra y ocasionar daños de diferente magnitud.

De acuerdo a la regionalización de riesgo de huracanes, desarrollada por SEDESOL en conjunto con el Instituto Nacional de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, el área del proyecto se localiza en una región del estado catalogada con un riesgo de incidencia de medio a bajo con respecto al total de zonas con riesgo de ocurrencia de huracanes.



**Nortes.** Los frentes fríos, comúnmente denominados “nortes”, llegan a Yucatán a través del Golfo de México. Las masas de viento continental se forman en las latitudes altas de Norteamérica (Estados Unidos y Sur de Canadá) y son arrastradas por las fuertes corrientes de chorro que corren de oeste a este desde el Océano Pacífico.

Durante su desplazamiento, la masa de aire frío desplaza al aire más cálido, causa descensos rápidos en las temperaturas en las regiones por donde transcurre el fenómeno. Año con año en la Península de Yucatán se presenta este tipo de fenómeno meteorológico durante la temporada invernal de octubre a marzo.

Los nortes son grandes masas de aire frío que descienden del polo, produciendo al chocar con las masas de aire húmedo tropical, frecuentes chubascos y tormentas eléctricas en la zona intertropical durante el invierno para el hemisferio norte, zona que con frecuencia se desplaza hacia el norte hasta llegar a quedar sobre la Península de Yucatán. Los nortes ocasionan la lluvia invernal, que en algunos años ha llegado a ser tan elevada que abarca el 15% del total de precipitación anual. La duración del efecto de los nortes puede ser en promedio tres días, tiempo en el que cubre su trayectoria.

**Inundaciones.** El área que ocupa el proyecto no se clasifica como área inundable; este tipo de eventos ocurren en las áreas costeras y pantanosas; aunque se deben a las condiciones del medio físico y no causan catástrofes en la población que habita dichas zonas. A pesar de ello, el Municipio en el cual se encuentra inmerso el proyecto es propenso a inundaciones temporales debidas a eventos climáticos extremos como los huracanes, descritos anteriormente.

**Sequia intraestival o canícula.** La sequía de medio verano o canícula es la disminución en la cantidad de lluvia durante el periodo lluvioso, esta merma puede ser de uno, dos o tres meses, este fenómeno varía en su intensidad cada año. Es ocasionado por interferencias de Vaguadas Polares sobre los vientos alisios que disminuyen su fuerza.

Las vaguadas polares son inestabilidades atmosféricas de las capas altas provenientes de los polos y denominadas así por tener forma de >V>, esta condición es conocida en meteorología como retorno al invierno, dependiendo de la fuerza de esta, puede llegar a ocasionar daños en los cultivos.

**Radiación solar.** Otro factor climático de relevancia en la región, es la radiación solar, y está influenciada por condiciones de nubosidad. Los valores más altos de radiación solar total se presentan en los meses comprendidos de abril a julio, con 525 ly/día (ly = Langley = constante solar = 1.4 cal/gr/cm<sup>2</sup>/min).

En cuanto a los valores mínimos absolutos de radiación solar total, se presentan en diciembre y enero con 375 ly/día, debido a la nubosidad provocada por los nortes que llegan al territorio. Lo anterior coincide con los meses de mayor calor y de mayor frío para la zona, como se describe en el apartado B, referente a las temperaturas. En el invierno la radiación solar promedio es de 400 ly/día, en verano 525 ly/día, en otoño 450 ly/día y en primavera 500 ly/día. Estos cambios están dados principalmente por dos factores: a) por la posición solar y b) nubosidad durante las estaciones ambientales.

El predio donde se desarrollará el proyecto está sujeto a ser impactado por cualquiera de los intemperismos mencionados anteriormente, sin embargo, el proyecto no provocará o incidirá en la presencia de estos intemperismos.

## GEOLOGÍA Y OROGRAFÍA

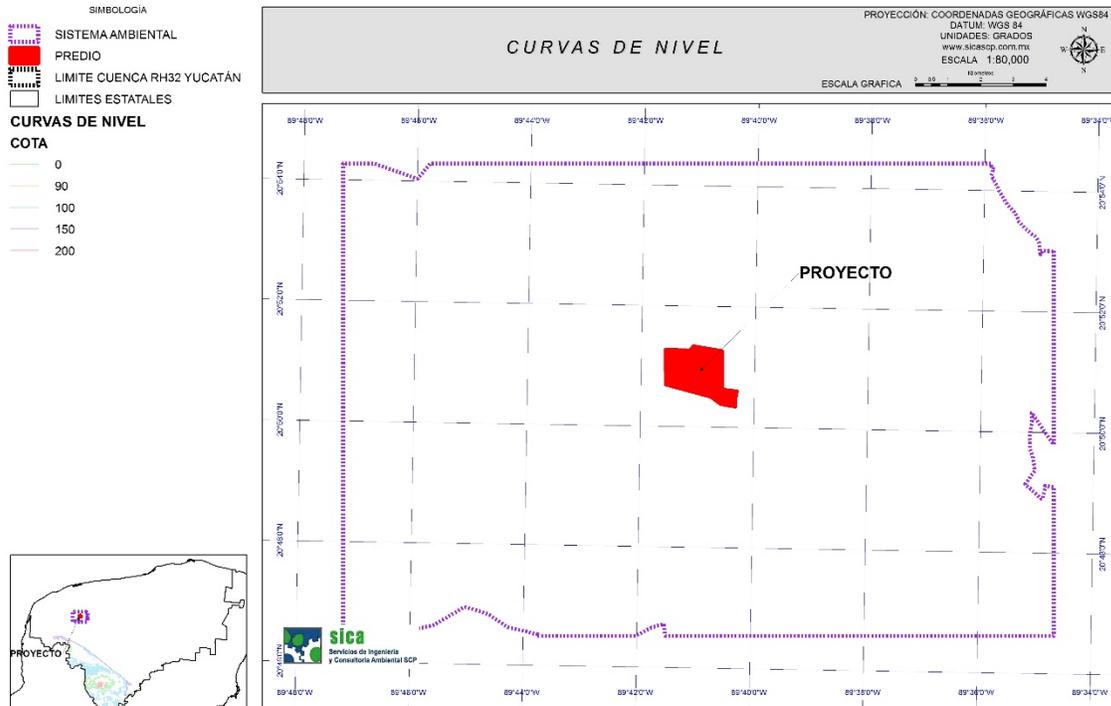
El relieve de la península de Yucatán en general y de la Cuenca Yucatán es el resultado de la interacción de procesos internos o endógenos que han dado lugar al ascenso por encima del nivel del mar de las capas formadas en el piso oceánico y los procesos contrarios, los exógenos o externos, que por medio del intemperismo modifican gradualmente la superficie, controlados por el clima.

La Península de Yucatán se incluye en la provincia fisiográfica denominada Planicie Costera del Golfo de México. Sin embargo, debido a sus características diferentes, se le denomina "Plataforma Calcárea de Yucatán", la cual se caracteriza por las casi nulas inclinaciones que presenta a lo largo de su territorio conformando una superficie sensiblemente plana.

Esta región se encuentra localizada en una planicie estructural marginal a la costa con capas calizas casi horizontales, un intervalo de 5 a 10 metros sobre el nivel del mar y hondonadas incipientes, ya que se trata de la planicie más joven de la Península (UADY, 1999<sup>1</sup>). El accidente orográfico más importante en la península en general y en la Cuenca Yucatán es una cordillera que se conoce

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Yucatán, 1999. Atlas de procesos territoriales de Yucatán. Facultad de Arquitectura, Mérida, Yucatán, México. P 163-182.

localmente como la Sierrita, que va de noroeste a sureste, desde Muna a Ticul y que termina al sur de Peto. Tiene una longitud aproximada de 100 km por unos 5 km de ancho y en ella apenas se alcanzan los 100 m como altitud máxima.



**Figura 4.6.** Curvas de nivel en la cuenca de Yucatán y el área de proyecto.

Como dato adicional se recuerda el hecho de que la Cuenca Yucatán está reconocida como una zona enteramente asísmica.

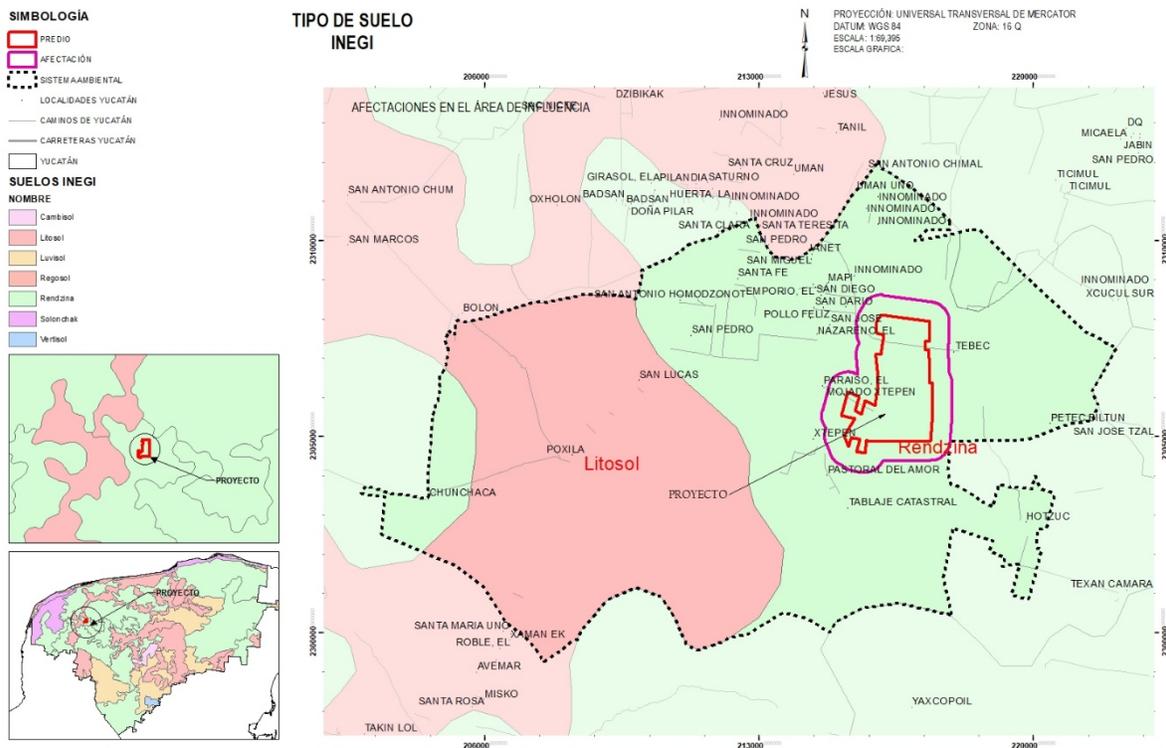
## SUELOS

Desde el punto de vista edáfico el Estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y por regla general la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Asimismo estos suelos muestran por lo general un abundante contenido de fragmentos de roca desde 10 hasta 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su breve perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y frecuentes afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Otra característica que cabe mencionar es que los diferentes tipos de suelos es común encontrarlos dentro de pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los cuales corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar. El Estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

El terreno estudiado presenta las siguientes características edafológicas: de acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO y del INEGI, se caracteriza por ser básicamente de tipo Litosol y Rendzina **Figura 4.7**. Estos suelos se distinguen por tener una profundidad menor a los 10 cm, con características muy variables, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo. Constituyen la etapa primaria de formación del suelo. Particularmente, las rendzinas son suelos conformados por un sólo estrato que se denomina horizonte “A” mólico, que contiene o sobreyace directamente a un material calcáreo, con un equivalente de carbonato de calcio mayor del 40%, carece de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm. Los litosoles son suelos de hasta 10 cm de espesor, limitados por roca dura continua o quebradiza y coherente (Duch, 1988). A continuación se describen brevemente las características fisicoquímicas de este tipo de suelo.

**Tabla 4.3.** Características físicas del suelo presente en el área de estudio.

Tipo de suelo	Profundidad (cm)	Estructura	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Clase textural	Permeabilidad	Materia Orgánica (%)
Leptosol Lítico-Rendzina	0-10	Media o Granular gruesa	61	14	25	Migajón Arenoso	Moderadamente rápida	10



**Figura 4.7.** Tipos de suelos presentes en el SA del proyecto.



En cuanto a la capacidad de saturación, el terreno tiene gran capacidad de infiltración. El 70% del volumen llovido es retenido por las rocas que yacen arriba de la superficie freática y gradualmente extraído por la transpiración de las plantas; el 20% del mismo volumen constituye la recarga efectiva de los acuíferos, la cual transita por el subsuelo y regresa a la superficie por conducto de la vegetación.

**Grado de erosión del suelo.** En lo que respecta a las condiciones naturales del sitio, no presentan problemas de erosión debido ya que no hay pendientes muy pronunciadas, ni escurrimientos provocados por cárcavas o grietas. Sin embargo, las actividades agropecuarias practicadas en décadas pasadas han mermado el suelo del predio bajo estudio, observándose incluso terrenos altamente pedregosos (líticos) en donde anteriormente se practicaron actividades de milpa de temporal.

**Estabilidad edafológica.** Como se mencionó en el apartado anterior el suelo ha sido removido (perdida de la capa de suelo) por las actividades practicadas en décadas pasadas, por lo que no es posible dar una descripción de la estabilidad edafológica. En cuanto a las zonas con vegetación en forestal, éstas presentan una ligera capa de suelo característica del tipo de vegetación que crece en el área.

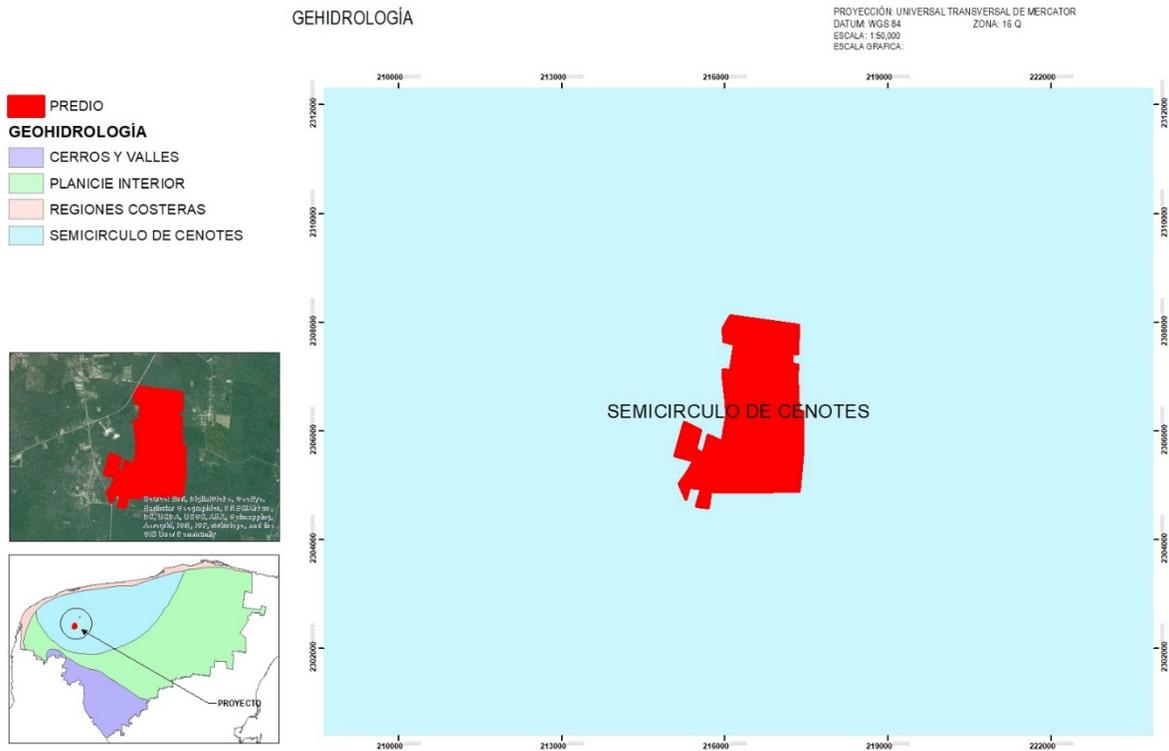
Es importante hacer ahora un análisis de las condiciones del suelo en la zona del proyecto, es de conocimiento general que la erosión del suelo depende, entre otros elementos, de las características del terreno en términos de su pendiente, o el relieve en general.

En la parte alta de las cuencas hidrográficas los ríos remueven materiales del suelo y los arrastran junto a los que han llegado a su cauce por simple deslizamiento. Por ello, pronunciadas pendientes, combinadas con exceso de lluvias que enriquecen el caudal de los ríos se traduce en un mayor poder erosivo (Hovius, 1998). *Esta situación no es la que ocurre en la zona del proyecto, ya que la pendiente del terreno es plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados), lo cual no representa una condición desfavorable para el suelo. La gradiente de la pendiente, tiene una relación directa con la movilización de suelo y una pérdida de cubierta vegetal en zonas con pendientes arriba de 35 grados que con aquellas con pendientes menores. Por lo tanto es importante concluir que dada la ausencia de montículos o pendientes pronunciadas no existe una erodabilidad alta en el predio bajo estudio. Por otro lado, es importante aclarar que la región en la que se encuentra el proyecto es de suelos pobres y recientes. Otra situación al grado de erosión del suelo es la asociación con corrientes hídricas superficiales, situación que en el predio no existe.*

En una región relativamente homogénea en términos de las características litológicas (composición física y química del suelo y las rocas), la erodabilidad depende de la temperatura y la precipitación. En este punto hay que aclarar que no es el promedio anual de precipitación el factor clave en estos procesos. El régimen de lluvias y su estacionalidad es más importante en este sentido, debido a que en zonas donde hay una estación de lluvias muy intensa y prolongada el efecto de éstas sobre la erosión va a ser más pronunciado (Restrepo, 2005). Así mismo, durante la época de sequía las altas temperaturas y el viento ayudan al proceso de desnudación del suelo.

## HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

El área de estudio queda comprendida dentro de la RH 32 Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33.



**Figura 4.8.** Ubicación del proyecto con relación a las regiones hidrológicas del estado de Yucatán

La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permiten delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km<sup>2</sup>. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea. La economía hídrica en la Plataforma Yucateca es eminentemente subterránea.

Del agua meteórica que recibe anualmente la entidad, alrededor del 90% se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, y el 10% complementario es interceptado por la cobertura vegetal retornando después a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración.

El agua que se encuentra en el subsuelo circula a través de las fracturas y conductos de disolución (conductos cársticos) que están a diferentes profundidades en el manto freático. Debido a que no existen otras fuentes de agua en la región, es el agua subterránea la que se utiliza para todos los fines.

En la Península de Yucatán, no se encuentran depósitos superficiales de agua, dadas las características geomorfológicas de la zona, por lo que se cuenta con un sistema hidrológico subterráneo, el cual se

encuentra conformado por 3 mantos freáticos a diferentes profundidades y con características muy particulares. La primera es la zona de agua dulce, que se forma como resultado de la infiltración del agua de lluvia, esta sección del manto acuífero descansa sobre la segunda zona, la de agua salobre, llamada también zona de mezcla o interfase salina, y por último, se encuentra la tercera zona, la de agua salada a profundidad.

El estado de Yucatán es famoso por la presencia de una gran cantidad de los llamados cenotes, que son acuíferos subterráneos expuestos, formados por el hundimiento total o parcial de la bóveda calcárea. También son frecuentes y voluminosos los acuíferos subterráneos no expuestos, que forman un sistema de vasos comunicantes que desembocan al mar, con profundidades de niveles freáticos que varían de dos a tres metros en el cordón litoral, hasta 130 m en el vértice sur del estado. Es importante mencionar que en el territorio yucateco hay una ausencia total de corrientes superficiales de agua, sin embargo, están presentes los cuerpos de agua superficiales Laguna Flamingos y Laguna Rosada, así como los Esteros Celestún, Yucalpetén, Río Lagartos, El Islote y Yolvé.

### **Localización del recurso, profundidad y dirección del flujo subterráneo.**

El manto freático en el área de estudio varía de profundidad encontrándose de 10 m a 15 m aproximadamente. Es importante considerar que el nivel del manto freático sufre variaciones a lo largo del año en función de las precipitaciones pluviales. Incrementa su posición en función de la recarga y lo contrario con la descarga del acuífero en el período de estiaje. La variación de este nivel es exclusiva de la frecuencia de las lluvias que saturan la zona de aireación y permiten que el agua que se infiltra, percolen hasta alcanzar la profundidad del nivel freático.

En la zona de estudio como en la Península de Yucatán el agua subterránea se mueve en dirección norte-noroeste, hacia la costa noroeste. El agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral peninsular.

La zona de estudio posee un acuífero ubicado en la zona geohidrológica de la Península, denominada Semicírculo de Cenotes, la cual está delimitada por una banda de cenotes, que demarca una frontera entre calizas fracturadas fuera de la estructura y no fracturadas dentro de la misma (**Figura 4.8**).

### **Zona Geohidrológica Semicírculo de Cenotes.**

Esta zona geohidrológica tiene una superficie de 12,276 km<sup>2</sup>, y se localiza totalmente en el estado de Yucatán en su parte noroeste; recibe una lámina de precipitación media anual de 900 mm por lo que la recarga vertical es pequeña. El volumen llovido alcanza un valor de 11,000 Mm<sup>3</sup>. El problema principal es debido a que en esta zona se localiza la Ciudad de Mérida, que con una población de 705,055 habitantes, produce una fuerte contaminación de origen antropogénico, ya que las aguas residuales no son tratadas adecuadamente.

Esta zona está delimitada por una banda de cenotes, que demarca una frontera entre calizas fracturadas fuera de la estructura y no fracturadas dentro de la misma; así mismo, contiene aguas de la familia cálcico-bicarbonatadas de muy buena calidad, para todo uso.

Forma una estructura geológica, que propicia la migración lateral del agua subterránea, dando como resultado incrementos de flujo, disolución y colapsos, factores que intervienen en la formación de cenotes (CNA, 199738).

El agua subterránea de la zona se utiliza para uso doméstico e industrial, entre otros. El agua subterránea en la Península se mueve de las zonas de mayor precipitación, hacia la costa en una dirección norte-noroeste, donde se realiza la descarga natural del acuífero por medio de una serie de manantiales ubicados a lo largo del litoral.

### **Usos principales.**

De manera general, el agua subterránea de la zona se utiliza para uso doméstico y agrícola, entre otros usos, tal es el caso de las actividades pecuarias. Por lo tanto, los usos dados a éste recurso en la zona, son principalmente de consumo para los pequeños asentamientos localizados en el área, particularmente viviendas y algunos usos agropecuarios, tales como riego o para consumo de animales (ganado vacuno y ovino en su mayoría).

La extracción de agua subterránea a través de pozos es recargada por el volumen precipitado. La descarga natural, además de efectuarse por evapotranspiración, se realiza a través de manantiales en forma difusa en las costas norte y occidental.

### **Problemática ambiental.**

En el semicírculo de cenotes se tiene concesionado el 43% del agua y se produce el 61% de las aguas residuales. Evidentemente en el semicírculo de cenotes se genera la mayor cantidad de residuos sólidos y residuos peligrosos, así como la mayor concentración de la actividad porcícola.

El acuífero de la zona de estudio se caracteriza por una alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde al área de recarga hasta las costas.

Las características de las aguas subterráneas de la región indican que se trata de aguas duras con alto contenido de  $\text{CaCO}_2$  (mayor de 300 ppm) y una temperatura de alrededor de los  $25^\circ\text{C}$ . En lo que respecta a los minerales disueltos como el hierro (Fe), manganeso (Mn), sodio (Na) y a los sulfatos, las concentraciones son bajas con 0.3 ppm, 0.05 ppm, <400 ppm y <250 ppm, respectivamente (CNA, 2000). El acuífero de la zona del proyecto no se encuentra dentro de alguna categoría de protección de la CNA, y no existen por el momento restricciones de uso.

A pesar de que el agua subterránea de la zona es de muy buena calidad respecto del resto de la Península, la calidad sanitaria del agua subterránea en los municipios, se ha venido deteriorando debido al inadecuado e ineficiente tratamiento de aguas sanitarias e industriales que se descargan al manto freático y las infiltraciones al freático de contaminantes provenientes de las actividades agrícolas y pecuarias.

El proyecto no modificará ninguna de las características del sistema hídrico, no modificará patrones de flujo subterráneo. Es muy importante mencionar que.

Es importante considerar que el proyecto consiste en un complejo habitacional de tipo social, donde se generarán volúmenes considerables de aguas residuales.

*El proyecto no modificará ninguna de las características (captación, flujo subterráneo y calidad) del sistema hídrico. El flujo superficial representado principalmente por las escorrentías locales se mantendrá aún con la presencia de áreas verdes, así como también en las vialidades que tendrán una pendiente que permitirá que el agua circule por ambos lados de las mismas. Por otro lado, aun de que se afectara vegetación derivada de selva baja caducifolia con vocación forestal también contempla el establecimiento de áreas de verdes, donde solamente se realizaran actividades de socoleo, donde se mantendrán ejemplares de especies de flora nativa de tallas grandes y solamente serán limpiadas las herbáceas, por lo que dichas áreas no serán afectadas y podrán ser capaces de seguir llevando a cabo servicios ambientales como la recarga del acuífero.*

*La calidad del agua no se verá afectada por el proyecto, puesto que durante la construcción de las vialidades se aplicara un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos, procedimientos de residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.*

## **REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP).**

Dentro de la Cuenca Yucatán se encuentra 4 de las 18 regiones hidrológicas prioritarias (RHP) de la península de Yucatán, mismas que se observan en la **Figura 4.9**.

Las RHP registradas en la cuenca son:

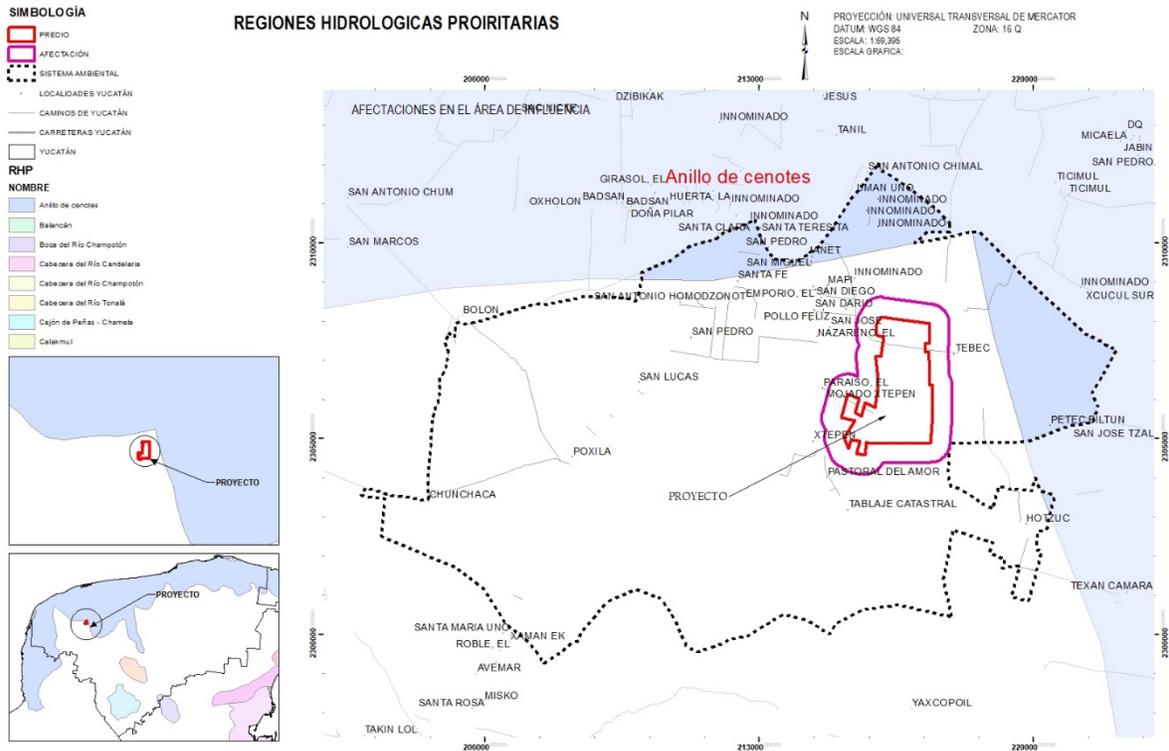
**RHP 99.** Laguna de Chichancanab.

**RHP 100.** Cono Sur-Peto.

**RHP 101.** Zona Citrícola.

**RHP 102.** Anillo de Cenotes.

Cada una de estas RHP presenta una problemática y una descripción acerca de los aspectos abióticos y bióticos que la hacen prioritaria e importante en la región hidrológica de la península de Yucatán.



**Figura 4.9.** Ubicación del proyecto con relación a las RHP de la Cuenca Yucatán (Arriaga Cabrera *et al*, 1998, en CONABIO, 1998).

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **RHP 102 Anillos de Cenotes**, aunque es importante señalar que dentro del predio no se encuentran cuerpos de agua de ningún tipo, ni cenotes.

**REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP).**

Dentro de la Cuenca Yucatán se encuentran únicamente 3 RMP de las 16 registradas para la Región XII de la Península de Yucatán las cuales se mencionan a continuación y se visualizan en la **Figura 4.10**:

- RMP 60.** Champotón- El Palmar.
- RMP 61.** Sisal-Dzilam.
- RMP 62.** Dzilam-Contoy.

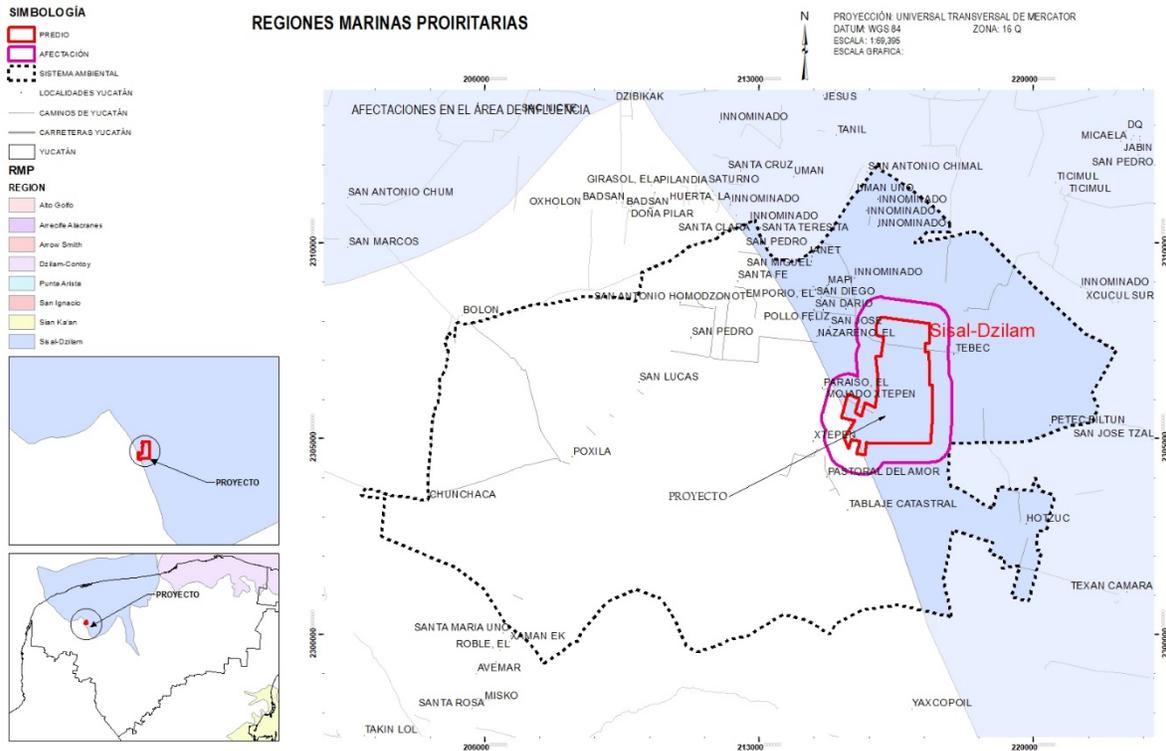


Figura 4.10. Ubicación de las RMP de la Cuenca Yucatán (Arriaga Cabrera *et al*, 1998, en CONABIO, 1998).

Como se puede observar en la figura anterior el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **RMP 61 Sisal-Dzilam**, la distancia a la zona costera es de 22 kilómetros.

### 4.2.3 MEDIO BIÓTICO

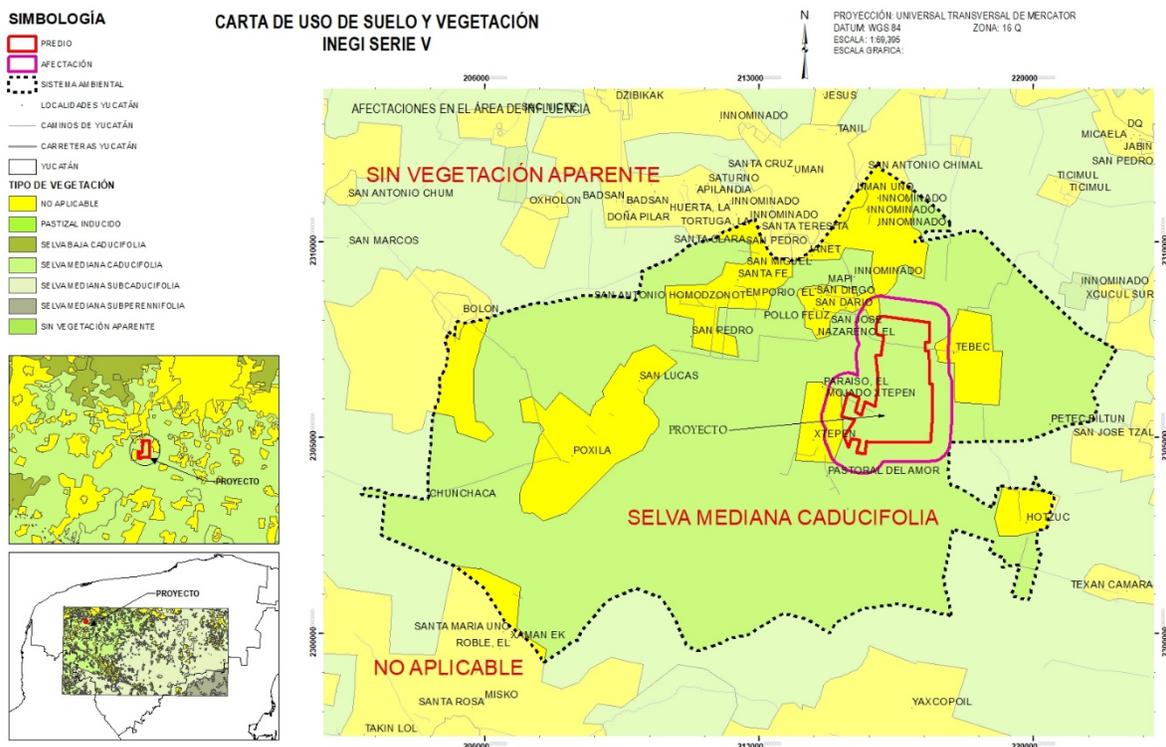
#### TIPO DE VEGETACIÓN

La vegetación de la Península está influenciada principalmente por el clima local, de tal forma que las selvas bajas se localizan hacia la porción occidental de la entidad y las medianas hacia la oriental (Duch, 1991). Por otro lado, la mayor parte del Estado de Yucatán está cubierta por selvas de tipo caducifolio y subcaducifolio, mientras que las selvas subperennifolias y perennifolias ocupan un área muy reducida.

Dentro de la Cuenca Yucatán se delimitaron los diferentes tipos de vegetación usando conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación SERIE IV del INEGI (2009) y a través del Programa Esri ArcMap Versión 10.0 (Esri Inc, 1999-2010). Como resultado de esta delimitación se obtuvieron diferentes de paisaje y tipos de vegetación con sus respectivas superficies y representatividad dentro de la Cuenca Yucatán, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 4.4.** Tipos de vegetación presentes dentro de la Cuenca Yucatán.

TIPOS DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)	PORCENTAJE (%)
Manglar	141697.6925	3.35
No aplicable	1111893.766	26.30
Palmar inducido	291.4503	0.01
Pastizal halofilo	2615.6634	0.06
Pastizal inducido	36768.9727	0.87
Sabana	9335.1424	0.22
Selva baja caducifolia	240475.1029	5.69
Selva baja espinosa caducifolia	35048.0269	0.83
Selva baja espinosa subperennifolia	53400.0279	1.26
Selva baja subcaducifolia	12191.4782	0.29
Selva mediana caducifolia	781542.68	18.49
Selva mediana subcaducifolia	1630981.36	38.58
Selva mediana subperennifolia	52911.943	1.25
Sin vegetación aparente	31184.275	0.74
Tular	36965.7261	0.87
Vegetación de dunas costeras	5232.1212	0.12
Vegetación de peten	44526.5952	1.05
Vegetación halofila hidrofila	852.5658	0.02
<b>TOTAL</b>	<b>4227914.59</b>	<b>100.00</b>



**Figura 4.11.** Usos del suelo y vegetación presente en el área del proyecto.



Como se puede observar, la vegetación original del predio ha sido removida con anterioridad como consecuencia de diversas actividades que se han realizado en la zona y por la cercanía de las poblaciones, en particular con la población de Tebec.

En la actualidad la zona está rodeada por construcciones o por desarrollos inmobiliarios. Sin embargo, de acuerdo a las observaciones de campo, los muestreos de la vegetación y el inventario forestal realizados en el predio se pudo observar que la vegetación ciertamente es secundaria derivada Selva Mediana Caducifolia; pero, con un grado importante de sucesión que convierte al terreno poseedor de una vocación forestal. Aún de que la vocación del terreno es forestal, la fisonomía de la vegetación observada en el predio consiste en una vegetación predominantemente arbustiva con la presencia de algunos elementos arbóreos de mayor porte.

Las especies arbustivas y arbóreas registradas dentro del predio son de amplia distribución en la región y están compuestos principalmente por: *Alvaradoa amorphoides*, *Apoplanesia paniculata*, *Bourreria pulchra*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Chloroleucon mangense*, *Diospyros tetrasperma*, *Gymnopodium floribundum*, *Havardia albicans*, *Leucaena leucocephala*, *Lonchocarpus xuul*, *Lysiloma latisiliquum*, *Mimosa bahamensis*, *Neomillspaughia emarginata*, *Piscidia piscipula*, *Pisonia aculeata*, *Randia obcordata*, *Senegalia gaumeri*, *Senegalia riparia*, *Senna atomaria*, *Senna racemosa* y *Thouinia paucidentata*.

En general dentro del predio bajo estudio se observó una vegetación principalmente arbustiva-arbórea con una altura promedio de 6.0 metros, en donde se registraron algunos individuos arbóreos (*Piscidia piscipula* y *Lysiloma latisiliquum*) de hasta 15 metros de altura y con un DAP de hasta 63 cm en especies como la *Havardia albicans*.

La vegetación secundaria presente en el terreno posee una edad sucesional de entre 10 y 15 años desde que se abandonó el trabajo henequenal en la zona, milpa y pecuario del área.

La altura de la vegetación estudiada presentó un promedio de 6.0 metros; sin embargo, debido a que las condiciones de DAP y de número de árboles ha alcanzado la condición para considerarla forestal, tal y como lo define el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

## TIPOS DE VEGETACIÓN EN TODA LA ZONA DE ESTUDIO Y SUS COLINDANCIAS

Como se indicó anteriormente el área bajo estudio se caracteriza por poseer un uso NO APLICABLE (uso agropecuario y urbano) y vegetación de selva mediana caducifolia. No obstante en el área de amortiguamiento del banco se observa vegetación generalmente secundaria derivada de selva mediana caducifolia; mientras que en el área donde se efectuarán las actividades de extracción en seco y húmedo se encuentran pequeños parches con vegetación predominantemente herbácea con algunos ejemplares arbustivos y arbóreos ampliamente dispersos por todo el terreno.

En general las colindancias del área de estudio como se menciona anteriormente está compuesto por desarrollos inmobiliarios tales como el municipio de Umán y la localidad de Tebec al este del predio, al norte y oeste se verifican pequeños desarrollos inmobiliarios y al sur con la comisaría de San José Tzal

En lo que respecta con las áreas no habitadas por algún desarrollo se puede observar agricultura de temporal permanente y vegetación secundaria predominantemente arbustiva y arbórea con vocación forestal. Es decir en el área de influencia es común observar vegetación con un corte similar al que se afectará por el presente proyecto. A continuación se presenta algunas fotografías que permiten visualizar los usos presentes en las colindancias inmediatas del área de estudio.



**Figura 4. 12** Usos y vegetación en el área de estudio y sus colindancias. **A)** Zona oeste del predio en la que se observaron fragmentos de vegetación con arbolado. **B)** Brecha por la que se accedió al predio y se realizaron los muestreos. **C)** Reminiscencias del pasado agrícola del predio, en esta fotografía se observa un individuo de henequén. **D)** Zona donde se entremezcla la vegetación arbustiva y herbácea con algunos árboles.

## Descripción de la flora dentro del predio del proyecto

### Muestreo florístico

Se desarrolló un muestreo del estado actual que presenta la vegetación de la zona, estos muestreos se realizaron en 20 cuadrantes (Inventario forestal), ver resultado en el Capítulo V de este documento y 15 subcuadrantes dentro del predio.

El objetivo de trazar los subcuadrantes fue el de identificar las especies presentes, la composición, estructura y diversidad de las especies por estratos de la comunidad vegetal del área a afectar por el proyecto. Durante el recorrido, se registró el nombre común, el nombre científico y la familia botánica a la que pertenece cada especie reconocida en el área de estudio.

Se realizaron recorridos para el inventario florístico, con ayuda de los siguientes manuales y claves de identificación:

- a) La Flora de Yucatán (Standley, 1930);
- b) La Flora de Guatemala (Standley, et. al. 1946-1977);
- c) Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán (Arellano et al., 2003)
- d) El listado Etnoflora Yucatanense (Sosa, et. al. 1985).

Durante los recorridos de campo, con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de los especialistas en botánica, se elaboró un listado en el cual se incluyeron las especies observadas directamente, mismas que fueron identificadas en campo al menos hasta el nivel de género; cuando no fue posible la identificación en campo, los ejemplares fueron colectados para su posterior reconocimiento.

### UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Los muestreos fueron realizados en 35 subcuadrantes de 5x5m dentro del predio, de los cuales 20 de ellos corresponden al área de cambio de uso de suelo. Dentro de estos cuadrantes se localizaron 15 subcuadrantes dentro del predio los cuales eran de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m), que sirvieron para la estimación de la composición, estructura y diversidad de las especies por estratos de la comunidad vegetal a afectar por el presente proyecto (Ver resultados del muestreo realizado en los subcuadrantes en los párrafos posteriores de este Capítulo).

Producto del levantamiento de campo sirvió realizar un análisis estructural por estrato del ecosistema a afectar y con las especies registradas dentro del predio. Por lo que se analizó con base en los valores de densidad, frecuencia y cobertura o área basal (AB). Los valores relativos de cada uno de ellos se combinaron en el Valor de Importancia Relativa (VIR) de Müeller-Dombois y Ellenberg [1974]. Adicionalmente se obtuvieron los Índices de Equidad de Pielou e Índice de Diversidad de Shannon-Wiener por estratos.

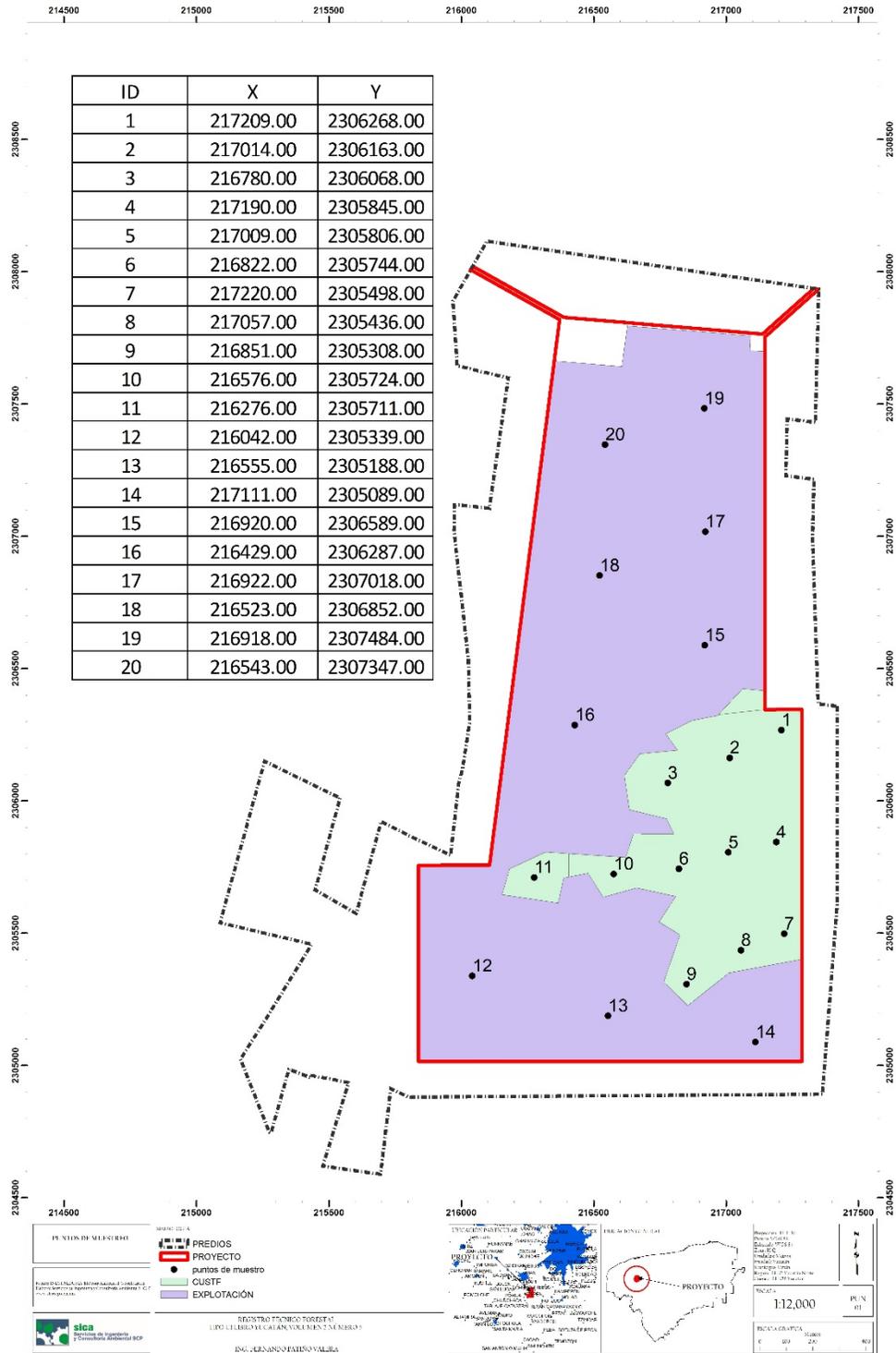
Es importante mencionar que los sitios de muestreo se concentraron en las áreas en donde se llevará a cabo la obra, sin dejar de lado la realización de recorrido por todo el predio.

Cada sitio de muestreo se referenció registrando el punto centro con un GPS Garmin eTrex Vista HCx con Datum WGS84 expresando los datos en Universal Transversal de Mercator (UTM) de la zona 16 Q. La ubicación central de los sitios de muestreo (cuadrantes y subcuadrantes) se pueden observar en la **Figura 4.13** y en la **Tabla 4.5**.

Se registraron todas las especies posibles presentes en el área del proyecto, y se clasificaron en los diferentes estratos en donde fueron registrados: Herbáceo (0 cm-100 cm de altura), Arbustivo (100 cm-300 cm de altura) y Arbóreo (de 300 cm de altura en adelante). Se realizó una comparación de las especies identificadas con la lista de especies mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 4.5.** Coordenadas centrales UTM de los sitios de muestreo

ID	X	Y
1	217209.00	2306268.00
2	217014.00	2306163.00
3	216780.00	2306068.00
4	217190.00	2305845.00
5	217009.00	2305806.00
6	216822.00	2305744.00
7	217220.00	2305498.00
8	217057.00	2305436.00
9	216851.00	2305308.00
10	216576.00	2305724.00
11	216276.00	2305711.00
12	216042.00	2305339.00
13	216555.00	2305188.00
14	217111.00	2305089.00
15	216920.00	2306589.00
16	216429.00	2306287.00
17	216922.00	2307018.00
18	216523.00	2306852.00
19	216918.00	2307484.00
20	216543.00	2307347.00



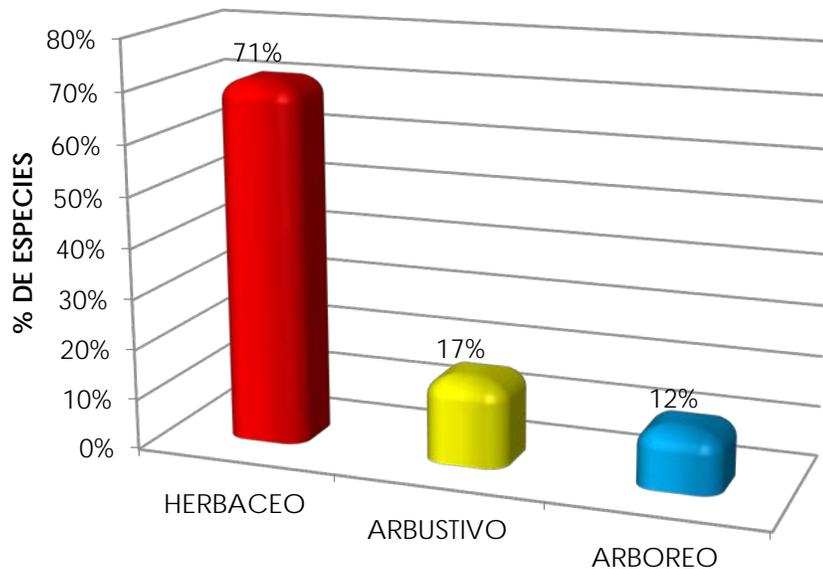
**Figura 4.13.** Distribución de los sitios de muestreo (cuadrantes, subcuadrantes) en el predio bajo estudio

No obstante a lo anterior, se realizaron recorridos en las colindancias de los sitios de muestreo con la finalidad de tener un listado florístico general más completa del predio (Ver **Anexo 8** de este estudio).

## LISTADO DE ESPECIES OBSERVADAS Y REGISTRADAS

Los resultados más importantes en cuanto a la composición, estructura y diversidad de la flora silvestre registrada en los sitios de muestreo (subcuadrantes) en el predio es el siguiente:

Dentro del área de estudio se registró que la riqueza de especies de flora silvestre fue de 89 especies de plantas pertenecientes a 81 géneros y 34 familias. Estas especies están contempladas en el estrato herbáceo (71 especies) 71%, arbustivo (27 especies) 17% y arbóreo (25 especies) 12%. Es importante indicar que existen especies que se repiten entre los diferentes estratos; lo anterior se debe a las especies se encuentran en diferentes estadios de crecimiento (es decir una especie con forma de vida arbórea puede aparecer a manera de plántulas o ejemplares juveniles en el estrato herbáceo o arbustivo) como parte de los procesos de sucesión de la vegetación. La representatividad de las especies registradas por estratos son las que a continuación se presentan:



**Gráfica 4.14.** Representatividad de las especies de flora silvestre registrada por estratos dentro del polígono del predio bajo estudio.

A continuación se presenta la distribución de las especies registradas por estratos en el área de estudio:

### Especies del estrato HERBÁCEO.

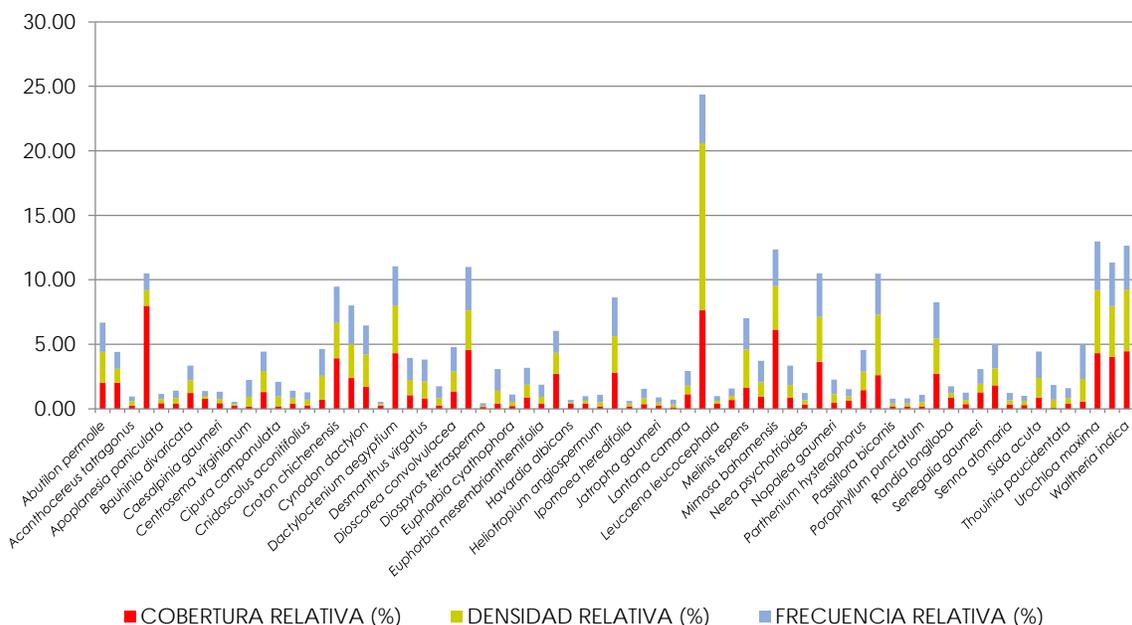
En el estrato herbáceo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 49 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.6.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato HERBÁCEO del área de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Abutilon permolle</i>	2.01	2.40	2.26	6.66
<i>Acacia collinsii</i>	2.01	1.09	1.32	4.41
<i>Acanthocereus tatragonus</i>	0.24	0.33	0.38	0.95
<i>Agave fourcroydes</i>	7.99	1.20	1.32	10.51
<i>Apoplanesia paniculata</i>	0.44	0.33	0.38	1.14
<i>Arrabidaea floribunda</i>	0.38	0.44	0.56	1.39
<i>Bauhinia divaricata</i>	1.22	0.98	1.13	3.33
<i>Bromelia karatas</i>	0.78	0.22	0.38	1.38
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.44	0.33	0.56	1.33
<i>Capsicum annuum</i>	0.24	0.11	0.19	0.54
<i>Centrosema virginianum</i>	0.15	0.76	1.32	2.23
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	1.30	1.64	1.51	4.44
<i>Cipura campanulata</i>	0.20	0.76	1.13	2.09
<i>Cissampelos pareira</i>	0.39	0.44	0.56	1.39
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	0.27	0.44	0.56	1.27
<i>Commelina erecta</i>	0.71	1.85	2.07	4.63
<i>Croton chichenensis</i>	3.92	2.73	2.82	9.47
<i>Croton flavens</i>	2.38	2.62	3.01	8.01
<i>Cynodon dactylon</i>	1.69	2.51	2.26	6.46
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	0.24	0.11	0.19	0.54
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	4.31	3.71	3.01	11.03
<i>Dalechampia scandens</i>	1.04	1.20	1.69	3.93
<i>Desmanthus virgatus</i>	0.81	1.31	1.69	3.82
<i>Desmodium tortuosum</i>	0.26	0.55	0.94	1.74
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	1.36	1.53	1.88	4.77
<i>Diospyros anisandra</i>	4.56	3.05	3.39	11.01
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.14	0.11	0.19	0.43
<i>Elytraria imbricata</i>	0.41	0.98	1.69	3.08
<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.21	0.33	0.56	1.10

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	0.87	0.98	1.32	3.17
<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	0.38	0.55	0.94	1.86
<i>Gymnopodium floribundum</i>	2.70	1.64	1.69	6.03
<i>Havardia albicans</i>	0.38	0.11	0.19	0.67
<i>Helicteres baruensis</i>	0.38	0.22	0.38	0.97
<i>Heliotropium angiospermum</i>	0.18	0.33	0.56	1.07
<i>Hyptis pectinata</i>	2.79	2.84	3.01	8.64
<i>Ipomoea heredifolia</i>	0.19	0.22	0.19	0.59
<i>Jacquemontia pentatha</i>	0.35	0.44	0.75	1.54
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.27	0.22	0.38	0.87
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.12	0.22	0.38	0.72
<i>Lantana camara</i>	1.13	0.65	1.13	2.92
<i>Lasiacis divaricata</i>	7.63	12.98	3.77	24.37
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.38	0.22	0.38	0.97
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.68	0.33	0.56	1.57
<i>Melinis repens</i>	1.63	2.94	2.45	7.02
<i>Merremia aegyptia</i>	0.93	1.09	1.69	3.72
<i>Mimosa bahamensis</i>	6.14	3.38	2.82	12.34
<i>Morinda royoc</i>	0.87	0.98	1.51	3.36
<i>Neea psychotrioides</i>	0.33	0.33	0.56	1.22
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.63	3.49	3.39	10.51
<i>Nopalea gaumeri</i>	0.47	0.65	1.13	2.25
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	0.62	0.33	0.56	1.51
<i>Parthenium hysterophorus</i>	1.45	1.42	1.69	4.56
<i>Paspalum langei</i>	2.59	4.69	3.20	10.48
<i>Passiflora bicornis</i>	0.19	0.22	0.38	0.78
<i>Piscidia piscipula</i>	0.20	0.22	0.38	0.79
<i>Porophyllum punctatum</i>	0.18	0.33	0.56	1.07
<i>Randia aculeata</i>	2.71	2.73	2.82	8.27
<i>Randia longiloba</i>	0.86	0.33	0.56	1.75
<i>Ruellia nudiflora</i>	0.35	0.33	0.56	1.24
<i>Senegalia gaumeri</i>	1.28	0.65	1.13	3.07

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Senegalia riparia</i>	1.81	1.31	1.88	5.00
<i>Senna atomaria</i>	0.33	0.33	0.56	1.22
<i>Serjania adiantoides</i>	0.29	0.33	0.38	0.99
<i>Sida acuta</i>	0.84	1.53	2.07	4.44
<i>Tetramerium nervosum</i>	0.06	0.65	1.13	1.84
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.39	0.44	0.75	1.58
<i>Tragia yucatanensis</i>	0.56	1.74	2.64	4.94
<i>Urochloa maxima</i>	4.30	4.91	3.77	12.97
<i>Viguiera dentata</i>	4.03	3.93	3.39	11.34
<i>Waltheria indica</i>	4.45	4.80	3.39	12.64
	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>



**Grafica 4.15.** Valores de VIR de las especies del estrato herbáceo registrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo fueron: *Agave fourcroydes* 7.99 %, *Lasiacis divaricata* (7.63%) y *Waltheria indica* (4.45%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Lasiacis divaricata* (3.77%) y *Urochloa maxima* (3.77%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Lasiacis divaricata* (24.37%), *Urochloa maxima* (12.97 %) y *Mimosa bahamensis* (12.34%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato herbáceo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.7.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	ABUND REL (PI)	LN (PI)	-(PI) X LN (PI)
<i>Abutilon permolle</i>	2.40	0.0240	-3.7301	0.0895
<i>Acacia collinsii</i>	1.09	0.0109	-4.5185	0.0493
<i>Acanthocereus tataragonus</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Agave fourcroydes</i>	1.20	0.0120	-4.4232	0.0531
<i>Apoplanesia paniculata</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Arrabidaea floribunda</i>	0.44	0.0044	-5.4348	0.0237
<i>Bauhinia divaricata</i>	0.98	0.0098	-4.6239	0.0454
<i>Bromelia karatas</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Capsicum annuum</i>	0.11	0.0011	-6.8211	0.0074
<i>Centrosema virginianum</i>	0.76	0.0076	-4.8752	0.0372
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	1.64	0.0164	-4.1131	0.0673
<i>Cipura campanulata</i>	0.76	0.0076	-4.8752	0.0372
<i>Cissampelos pareira</i>	0.44	0.0044	-5.4348	0.0237
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	0.44	0.0044	-5.4348	0.0237
<i>Commelina erecta</i>	1.85	0.0185	-3.9879	0.0739
<i>Croton chichenensis</i>	2.73	0.0273	-3.6022	0.0982
<i>Croton flavens</i>	2.62	0.0262	-3.6431	0.0953
<i>Cynodon dactylon</i>	2.51	0.0251	-3.6856	0.0924
<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	0.11	0.0011	-6.8211	0.0074
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	3.71	0.0371	-3.2947	0.1222
<i>Dalechampia scandens</i>	1.20	0.0120	-4.4232	0.0531
<i>Desmanthus virgatus</i>	1.31	0.0131	-4.3362	0.0567
<i>Desmodium tortuosum</i>	0.55	0.0055	-5.2117	0.0284
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	1.53	0.0153	-4.1821	0.0638
<i>Diospyros anisandra</i>	3.05	0.0305	-3.4889	0.1065
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.11	0.0011	-6.8211	0.0074
<i>Elytraria imbricata</i>	0.98	0.0098	-4.6239	0.0454
<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Euphorbia hypericifolia</i>	0.98	0.0098	-4.6239	0.0454

NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	ABUND REL (PI)	LN (PI)	-(PI) X LN (PI)
<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	0.55	0.0055	-5.2117	0.0284
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.64	0.0164	-4.1131	0.0673
<i>Havardia albicans</i>	0.11	0.0011	-6.8211	0.0074
<i>Helicteres baruensis</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Heliotropium angiospermum</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Hyptis pectinata</i>	2.84	0.0284	-3.5630	0.1010
<i>Ipomoea heredifolia</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Jacquemontia pentatha</i>	0.44	0.0044	-5.4348	0.0237
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Lantana camara</i>	0.65	0.0065	-5.0293	0.0329
<i>Lasiacis divaricata</i>	12.98	0.1298	-2.0420	0.2650
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Melinis repens</i>	2.94	0.0294	-3.5253	0.1038
<i>Merremia aegyptia</i>	1.09	0.0109	-4.5185	0.0493
<i>Mimosa bahamensis</i>	3.38	0.0338	-3.3871	0.1145
<i>Morinda royoc</i>	0.98	0.0098	-4.6239	0.0454
<i>Neea psychotrioides</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	3.49	0.0349	-3.3554	0.1171
<i>Nopalea gaumeri</i>	0.65	0.0065	-5.0293	0.0329
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Parthenium hysterophorus</i>	1.42	0.0142	-4.2562	0.0603
<i>Paspalum langei</i>	4.69	0.0469	-3.0599	0.1435
<i>Passiflora bicornis</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Piscidia piscipula</i>	0.22	0.0022	-6.1280	0.0134
<i>Porophyllum punctatum</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Randia aculeata</i>	2.73	0.0273	-3.6022	0.0982
<i>Randia longiloba</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Ruellia nudiflora</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Senegalia gaumeri</i>	0.65	0.0065	-5.0293	0.0329
<i>Senegalia riparia</i>	1.31	0.0131	-4.3362	0.0567
<i>Senna atomaria</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Serjania adiantoides</i>	0.33	0.0033	-5.7225	0.0187
<i>Sida acuta</i>	1.53	0.0153	-4.1821	0.0638
<i>Tetramerium nervosum</i>	0.65	0.0065	-5.0293	0.0329
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.44	0.0044	-5.4348	0.0237
<i>Tragia yucatanensis</i>	1.74	0.0174	-4.0485	0.0706

NOMBRE CIENTIFICO	DENSIDAD RELATIVA (%)	ABUND REL (PI)	LN (PI)	-(PI) X LN (PI)
<i>Urochloa maxima</i>	4.91	0.0491	-3.0144	0.1479
<i>Viguiera dentata</i>	3.93	0.0393	-3.2376	0.1271
<i>Waltheria indica</i>	4.80	0.0480	-3.0369	0.1457
	100	1.0000		3.6964

**Tabla 4.8.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato herbáceo del predio bajo estudio.

ESTRATO HERBACEO	
RIQUEZA (S)	71
H' CALCULADA	3.6964
H' MAXIMA=Ln (S)	4.2627
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8671
H MAX-H CAL	0.5663

El estrato herbáceo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 71 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8671, con el cual se afirma que existen pocas especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *Lasiacis divaricata* (12.98%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 4.2627 y la H' calculada fue de 3.6964, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

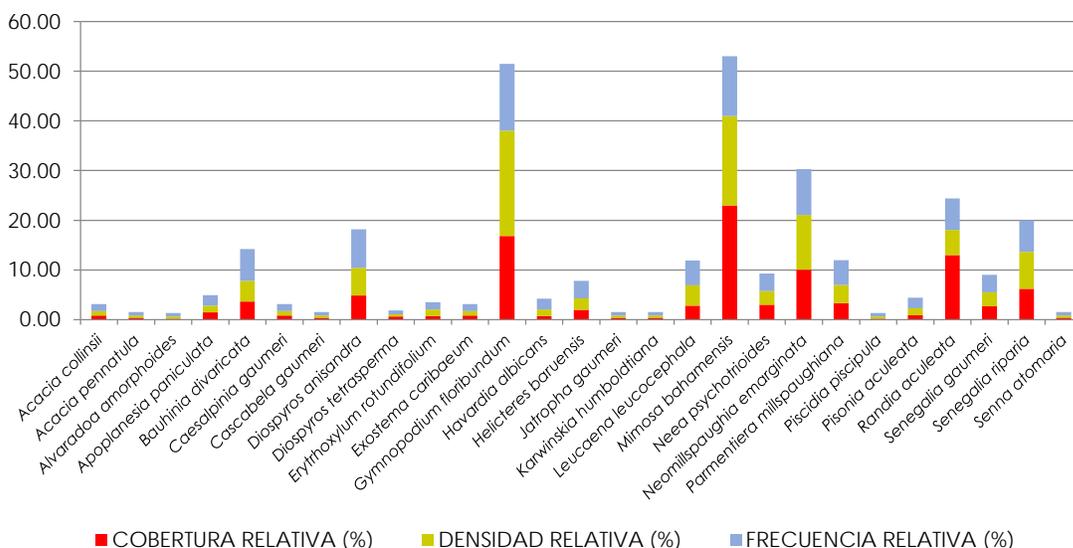
### Especies del estrato ARBUSTIVO.

En el estrato arbustivo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 27 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.9.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbustivo del área de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Acacia collinsii</i>	0.79	0.92	1.42	3.13
<i>Acacia pennatula</i>	0.36	0.46	0.71	1.53
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	0.16	0.46	0.71	1.33
<i>Apoplanesia paniculata</i>	1.43	1.38	2.13	4.94
<i>Bauhinia divaricata</i>	3.65	4.15	6.38	14.18
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	0.79	0.92	1.42	3.13
<i>Cascabela gaumeri</i>	0.36	0.46	0.71	1.53

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Diospyros anisandra</i>	4.88	5.53	7.80	18.21
<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.63	0.46	0.71	1.80
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	0.67	1.38	1.42	3.47
<i>Exostema caribaeum</i>	0.79	0.92	1.42	3.13
<i>Gymnopodium floribundum</i>	16.85	21.20	13.48	51.52
<i>Havardia albicans</i>	0.67	1.38	2.13	4.18
<i>Helicteres baruensis</i>	1.94	2.30	3.55	7.79
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.36	0.46	0.71	1.53
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.36	0.46	0.71	1.53
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.77	4.15	4.96	11.89
<i>Mimosa bahamensis</i>	22.99	17.97	12.06	53.02
<i>Neea psychotrioides</i>	2.97	2.76	3.55	9.28
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	10.03	11.06	9.22	30.31
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	3.29	3.69	4.96	11.94
<i>Piscidia piscipula</i>	0.16	0.46	0.71	1.33
<i>Pisonia aculeata</i>	0.87	1.38	2.13	4.38
<i>Randia aculeata</i>	12.96	5.07	6.38	24.41
<i>Senegalia gaumeri</i>	2.70	2.76	3.55	9.01
<i>Senegalia riparia</i>	6.22	7.37	6.38	19.98
<i>Senna atomaria</i>	0.36	0.46	0.71	1.53
	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>



**Grafica 4.16.** Valores de VIR de las especies del estrato arbustivo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbustivo fueron la *Mimosa bahamensis* (22.99 %), *Gymnopodium floribundum* (16.85%) y *Randia aculeata* (12.96 %). Así mismo, *Gymnopodium floribundum* (21.20 %), *Mimosa bahamensis* (17.97%) y *Neomillspaughia emarginata* (11.06%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Gymnopodium floribundum* (13.48%) y *Mimosa bahamensis* (12.06%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Mimosa bahamensis* (53.02%) y *Gymnopodium floribundum* (51.52%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbustivo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.10.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Acacia collinsii</i>	2	0.0092	-4.6868	0.0432
<i>Acacia pennatula</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Apoplanesia paniculata</i>	3	0.0138	-4.2813	0.0592
<i>Bauhinia divaricata</i>	9	0.0415	-3.1827	0.1320
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2	0.0092	-4.6868	0.0432
<i>Cascabela gaumeri</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Diospyros anisandra</i>	12	0.0553	-2.8950	0.1601
<i>Diospyros tetrasperma</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	3	0.0138	-4.2813	0.0592
<i>Exostema caribaeum</i>	2	0.0092	-4.6868	0.0432
<i>Gymnopodium floribundum</i>	46	0.2120	-1.5513	0.3288
<i>Havardia albicans</i>	3	0.0138	-4.2813	0.0592
<i>Helicteres baruensis</i>	5	0.0230	-3.7705	0.0869
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Leucaena leucocephala</i>	9	0.0415	-3.1827	0.1320
<i>Mimosa bahamensis</i>	39	0.1797	-1.7163	0.3085
<i>Neea psychotrioides</i>	6	0.0276	-3.5881	0.0992
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	24	0.1106	-2.2018	0.2435
<i>Parmentiera millspaughiana</i>	8	0.0369	-3.3005	0.1217
<i>Piscidia piscipula</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
<i>Pisonia aculeata</i>	3	0.0138	-4.2813	0.0592
<i>Randia aculeata</i>	11	0.0507	-2.9820	0.1512
<i>Senegalia gaumeri</i>	6	0.0276	-3.5881	0.0992

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Senegalia riparia</i>	16	0.0737	-2.6073	0.1922
<i>Senna atomaria</i>	1	0.0046	-5.3799	0.0248
	<b>217.00</b>			<b>2.6200</b>

**Tabla 4.11.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbustivo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBUSTIVO	
RIQUEZA (S)	27
H' CALCULADA	2.6200
H' MAXIMA=Ln (S)	3.2958
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.7949
H MAX-H CAL	0.6759

El estrato arbustivo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 27 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7949, con el cual se afirma que hay pocas especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo dentro del predio son las siguientes: *Mimosa bahamensis* (53.02%) y *Gymnopodium floribundum* (51.52%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 3.2958 y la H' calculada fue de 2.6200, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

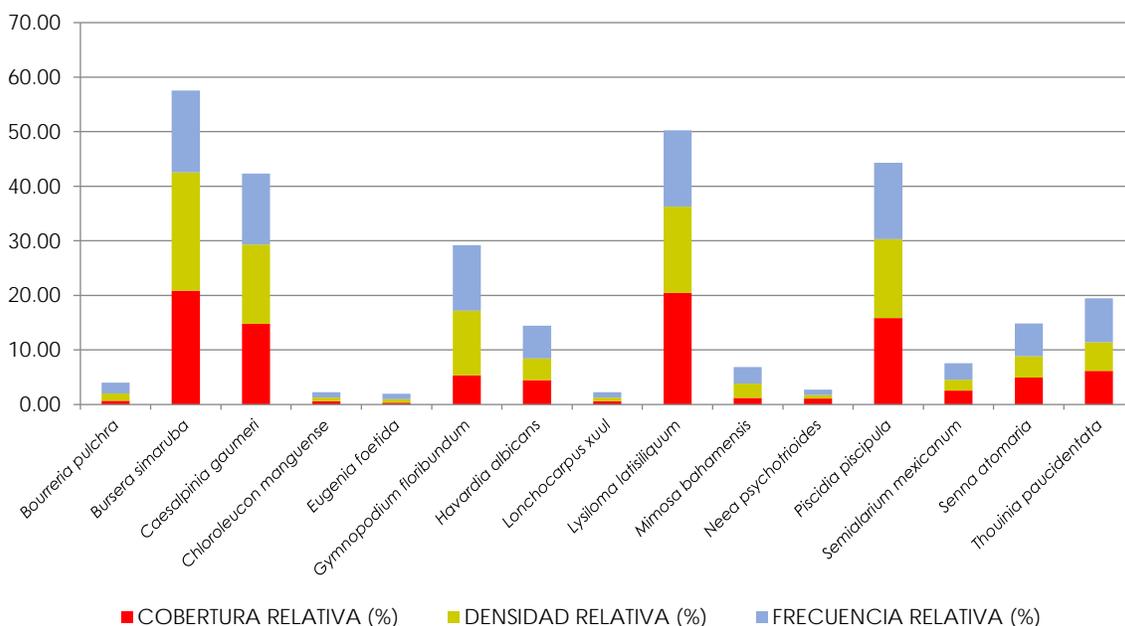
### Especies del estrato ARBÓREO.

En el estrato arbóreo del predio bajo estudio y en donde se llevará a cabo el CUSTF se registraron 25 especies. Estas especies presentaron los siguientes valores de VIR:

**Tabla 4.12.** Estimación del VIR de las especies presentes en el estrato arbóreo del área de estudio.

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Bourreria pulchra</i>	0.69	1.32	2.00	4.01
<i>Bursera simaruba</i>	20.84	21.71	15.00	57.55
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	14.83	14.47	13.00	42.30
<i>Chloroleucon manguense</i>	0.61	0.66	1.00	2.26
<i>Eugenia foetida</i>	0.34	0.66	1.00	2.00
<i>Gymnopodium floribundum</i>	5.34	11.84	12.00	29.18
<i>Havardia albicans</i>	4.50	3.95	6.00	14.45
<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.61	0.66	1.00	2.26
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	20.45	15.79	14.00	50.24
<i>Mimosa bahamensis</i>	1.22	2.63	3.00	6.85
<i>Neea psychotrioides</i>	1.08	0.66	1.00	2.73

NOMBRE CIENTÍFICO	COBERTURA RELATIVA (%)	DENSIDAD RELATIVA (%)	FRECUENCIA RELATIVA (%)	V. I. R.
<i>Piscidia piscipula</i>	15.83	14.47	14.00	44.30
<i>Semialarium mexicanum</i>	2.57	1.97	3.00	7.55
<i>Senna atomaria</i>	4.92	3.95	6.00	14.87
<i>Thouinia paucidentata</i>	6.18	5.26	8.00	19.44
	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>



**Grafica 4.17.** Valores de VIR de las especies del estrato arbóreo encontrado dentro del predio bajo estudio.

De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbóreo fueron *Bursera simaruba* (20.84 %) y *Lysiloma latisiliquum* (20.45%) y *Piscidia piscipula* (15.83%).

Así mismo, *Bursera simaruba* (21.71%), *Gymnopodium floribundum* (11.84 %) y *Lysiloma latisiliquum* (15.79 %) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Bursera simaruba* (15.0%) y *Caesalpinia gaumeri* (13.0%).

De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Bursera simaruba* (57.55%), *Lysiloma latisiliquum* (50.24%) y *Caesalpinia gaumeri* (42.30%).

En cuanto a la estimación de los **índices de diversidad** y de equidad de Pielou se tienen los siguientes resultados para el estrato arbóreo dentro del predio bajo estudio:

**Tabla 4.13.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del estrato arbóreo del predio bajo estudio

NOMBRE CIENTÍFICO	DENSIDAD	ABUND REL (pi)	Ln (pi)	-(pi) x Ln (pi)
<i>Bourreria pulchra</i>	2	0.0132	-4.3307	0.0570
<i>Bursera simaruba</i>	33	0.2171	-1.5274	0.3316
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	22	0.1447	-1.9328	0.2798
<i>Chloroleucon manguense</i>	1	0.0066	-5.0239	0.0331
<i>Eugenia foetida</i>	1	0.0066	-5.0239	0.0331
<i>Gymnopodium floribundum</i>	18	0.1184	-2.1335	0.2527
<i>Havardia albicans</i>	6	0.0395	-3.2321	0.1276
<i>Lonchocarpus xuul</i>	1	0.0066	-5.0239	0.0331
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	24	0.1579	-1.8458	0.2914
<i>Mimosa bahamensis</i>	4	0.0263	-3.6376	0.0957
<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.0066	-5.0239	0.0331
<i>Piscidia piscipula</i>	22	0.1447	-1.9328	0.2798
<i>Semialarium mexicanum</i>	3	0.0197	-3.9253	0.0775
<i>Senna atomaria</i>	6	0.0395	-3.2321	0.1276
<i>Thouinia paucidentata</i>	8	0.0526	-2.9444	0.1550
	<b>152</b>			<b>2.2077</b>

**Tabla 4.14.** Resumen de parámetros e indicadores de la riqueza, estructura y diversidad del estrato arbóreo del predio bajo estudio.

ESTRATO ARBOREO	
RIQUEZA (S)	15
H' CALCULADA	2.2077
H' MAXIMA=Ln (S)	2.7081
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8152
H MAX-H CAL	0.5003

El estrato arbóreo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 25 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8152, con el cual se afirma la existencia de pocas especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato arbóreo dentro del predio son las siguientes: *Bursera simaruba* (57.55%), *Lysiloma latisiliquum* (50.24%) y *Caesalpinia gaumeri* (42.30%).

La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbóreo dentro del predio es de 2.7081 y la H' calculada fue de 2.2077, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

#### USOS DE VEGETACIÓN EN LA ZONA (ESPECIE DE USO LOCAL Y DE IMPORTACIÓN PARA < ETNIAS O GRUPOS LOCALES Y ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL)

La mayor parte de las especies vegetales registradas en este estudio, son comunes en la región. Algunas de las especies registradas son de importancia local o regional, y son aprovechadas por los pobladores de la zona. Entre los principales usos que se observan en la zona es el de la leña, melíferas, medicinales, estructura habitacional (horcones y soportes) y cerco vivo, principalmente.

**Tabla 4.15.** Usos de algunas especies de plantas registradas dentro del predio bajo estudio.

ESPECIE	USOS
<i>Tetramerium nervosum</i>	Melífera y medicinal
<i>Bursera simaruba</i>	Ritual; melífera; artesanal; aromático, entre otros.
<i>Lasiacis divaricata</i>	Forraje, ornamental y artesanía.
<i>Mimosa bahamensis</i>	Medicinal, melífera, y leña
<i>Acacia pennatula</i>	Forraje; melífera; combustible.
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Medicinal; maderable; melífera; forrajera.
<i>Piscidia piscipula</i>	Medicinal; maderable; melífera.
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Forrajera; melífera; maderable.
<i>Elytraria imbricata</i>	Medicinal (para curar cólicos, para detener hemorragias del embarazo, para los nervios, lavados, fiebre, mal de ojo y menstruación).
<i>Cascabela gaumeri</i>	Sus semillas son utilizadas como amuleto de la buena suerte y se deben cargar como un collar o en los bolsillos.

## PRESENCIA Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES VEGETALES BAJO EL RÉGIMEN DE PROTECCIÓN LEGAL, DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL Y OTROS ORDENAMIENTOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO Y DE INLDUENCIA

En el predio bajo estudio no se observó alguna especie enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, se registraron 13 especies endémicas como (*Bourreria pulchra*, *Diospyros anisandra*, *Diospyros tetrasperma*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Diphysa carthagenensis*, *Havardia albicans*, *Lonchocarpus xuul*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Senegalia gaumeri*, *Neomillspaughia emarginata*, *Colubrina greggii* var. *yucatanensis*, *Randia longiloba*, *Thouinia paucidentata*) de amplia distribución en todo la península de Yucatán. No obstante a lo anterior, el presente proyecto plantea realizar un programa de acciones de rescate y reubicación de las especies forestales de la vegetación a afectar por el CUSTF usando técnicas de reforestación (Ver **Anexo 7** de este estudio técnico).

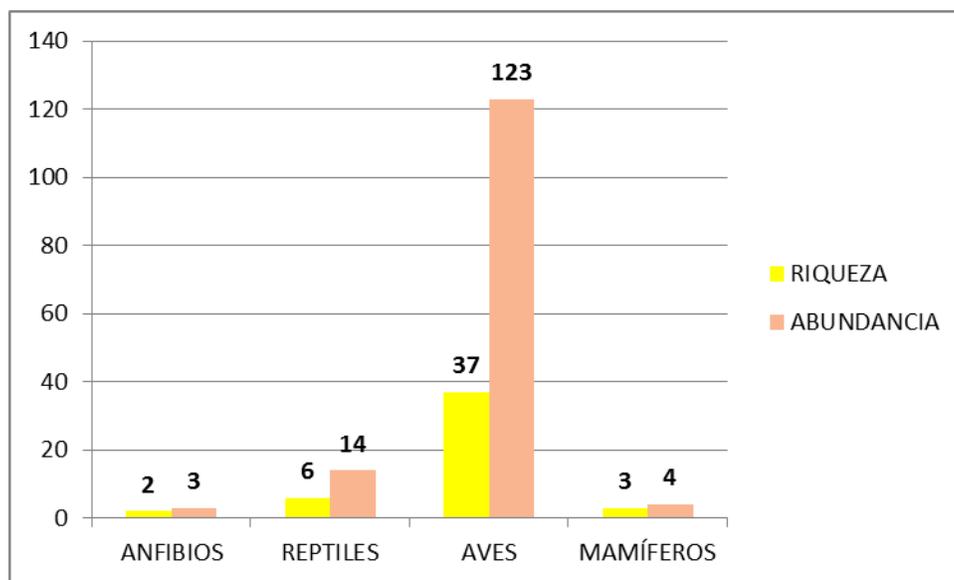
### CONCLUSIONES PARTICULARES.

- La superficie del polígono bajo estudio donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, corresponde a una zona anteriormente impactada por las actividades del sector primario como una zona agrícola y ganadera.
- La totalidad del predio presenta vegetación secundaria, aunque en recuperación.
- Las principales actividades de la zona son agropecuarias, no obstante en las colindancias inmediatas las principales actividades es de construcción de otros desarrollos inmobiliarios.

- Las especies endémicas encontradas son de amplia distribución y comunes para la zona.
- El proyecto no afectará ni comprometerá el ecosistema presente en la zona.
- No se considera que en el sitio sea un área o zona crítica para la conservación.
- De manera general, se concluye que las especies vegetales presentes en los sitios de muestreo son típicas de la vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia principalmente, cuya presencia es una característica en las áreas impactadas antropogénicamente. Por lo que se considera que la implementación del proyecto no modificará significativamente la composición estructural de las comunidades de las especies vegetales del área del proyecto.

## FAUNA

Como RESULTADO de los muestreos realizados dentro del predio, se pudo verificar la presencia de 48 especies, pertenecientes a 29 familias de vertebrados terrestres, donde el grupo más abundante fue el de las aves. La riqueza específica registrada en el predio se encuentra conformada por dos anfibios, seis reptiles, 37 aves y tres mamíferos, tal como a continuación se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 4.18.** Distribución de la riqueza y abundancia dentro de los grupos de fauna silvestre registrada en el predio bajo estudio.

Dentro de los grupos de fauna silvestre registrados dentro del predio se tienen los siguientes resultados acerca de los **índices de diversidad y equidad**:

**Anfibios.** En el predio bajo estudio se registraron 2 especies de anfibios, lo cual representa el 4% del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 4.49.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) de las especies del grupo de anfibios del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDA NIA	ABUN REL	LN(PI)	V=- $\frac{PI}{LN(PI)}$ X
<i>Incilius valliceps</i>	2	.6666	- 0.40546511	0.27031007
<i>Rhinella marina</i>	1	.3333	- 1.09861229	0.3662041
TOTAL	3			0.63651417

El grupo faunístico de los anfibios en el predio, posee una riqueza específica de 2 especies, las cuales poseen una distribución de 0.98, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 0.69 y la H' calculada fue de 0.63, lo que indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad alcanzada dentro del predio. El bajo porcentaje de individuos de este grupo puede deberse a que dentro del área de estudio no se encuentran cuerpos de agua.

**Reptiles.** Para el caso de los reptiles se registraron un total de seis especies, lo cual representa el 13 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 4.50.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de reptiles del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUN DANI CIA	ABUN REL	LN(PI )	V=- $\frac{PI}{LN(PI)}$ X
<i>Aspidoscelis angusticeps</i>	3	0.2142	1.5404	0.3300
<i>Basiliscus vittatus</i>	2	0.1428	1.9459	0.2779
<i>Ctenosaura similis</i>	1	0.07142	2.6390	0.1885
<i>Drymarchon melanurus</i>	1	0.07142	2.6390	0.1885
<i>Holcosus undulata</i>	2	0.14285	1.9459	0.2779
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	5	0.35714	1.0296	0.3677
TOTAL	14			1.6307

El grupo faunístico de los reptiles en el predio, posee una riqueza específica de seis especies, las cuales poseen una distribución de 0.91, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los reptiles en nuestra área de estudio es de 1.79 y la H' calculada fue de 1.63, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico se encuentra cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada dentro del predio.

**Aves.** En total se verificaron 37 especies de aves que representan el 77 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio. La mayoría de estas especies se registraron descansando en los árboles de mayor tamaño presentes dentro del predio, alimentándose en el suelo y en los caminos presentes en el mismo.

**Tabla 4.51.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de las aves del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUN REL	LN(PI)	$V = -\frac{(PI)}{X \cdot LN(PI)}$
<i>Amazilia rutila</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Amblycercus holosericeus</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Arremonops rufivirgatus</i>	6	0.04878049	-3.02042489	0.14733 7799
<i>Cardinalis cardinalis</i>	3	0.02439024	-3.71357207	0.09057 4928
<i>Colinus nigrogularis</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Columbina talpacoti</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	9	0.07317073	-2.61495978	0.19133 852
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	7	0.05691057	-2.86627421	0.16312 1296
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	5	0.04065041	-3.20274644	0.13019 2945
<i>Dives dives</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Empidonax minimus</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Eumomota superciliosa</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Euphonia hirundinacea</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Geococcyx velox</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Icterus cucullatus</i>	5	0.04065041	-3.20274644	0.13019 2945
<i>Icterus gularis</i>	6	0.04878049	-3.02042489	0.14733 7799
<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	0.02439024	-3.71357207	0.09057 4928
<i>Mimus gilvus</i>	3	0.02439024	-3.71357207	0.09057 4928
<i>Molothrus aeneus</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Myiarchus yucatanensis</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214

ESPECIE	ABUNDA NCIA	ABUN REL	LN(PI)	V=-(PI) X LN (PI)
<i>Myiozetetes similis</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Ortalis vetula</i>	7	0.05691057	-2.86627421	0.16312 1296
<i>Picoides scalaris</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Polioptila caerulea</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Quiscalus mexicanus</i>	9	0.07317073	-2.61495978	0.19133 852
<i>Saltator coerulescens</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Setophaga dominica</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Sporophila torqueola</i>	4	0.03252033	-3.42588999	0.11141 1057
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	3	0.02439024	-3.71357207	0.09057 4928
<i>Troglodytes aedon</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Turdus grayi</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Uropsila leucogastra</i>	2	0.01626016	-4.11903717	0.06697 6214
<i>Vireo griseus</i>	1	0.00813008	-4.81218436	0.03912 345
<i>Zenaida asiatica</i>	3	0.02439024	-3.71357207	0.09057 4928
TOTAL	123			3.42377 7375

El grupo faunístico de los aves del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia por afectar dentro del predio, posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.94, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es muy reducida.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de las aves en nuestra área de estudio es de 3.61 y la  $H'$  calculada fue de 3.42, lo que nos indica que nuestro grupo faunístico está cerca de alcanzar la máxima diversidad esperada.

**Mamíferos medianos y grandes.** Con la ayuda de guías específicas para la identificación de la mastofauna y los trabajos en campo, se logró identificar la presencia de 3 especies de mamíferos que representan el 6 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio.

**Tabla 4.52.** Estimación del Índice de Shannon-Wiener (H') de las especies del grupo de los mamíferos del predio bajo estudio.

ESPECIE	ABUNDANCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	LN(PI)	$V = -(PI) \times LN(PI)$
<i>Sciurus yucatanensis</i>	1	0.25	- 1.386294 36	0.34657359
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	0.50	- 0.693147 18	0.34657359
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0.25	- 1.386294 36	0.34657359
TOTAL	4			1.039720771

El grupo faunístico de los mamíferos del ecosistema de vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia como hábitat por afectar en el predio, posee una riqueza específica de tres especies de mamíferos, las cuales poseen una distribución de 0.94, con el cual se afirma que la presencia de especies dominantes dentro de este grupo es reducida. Lo anterior se puede atribuir al registro de pocas especies de mamíferos dentro del predio bajo estudio derivado de la fuerte presencia humana en el polígono, debido a que los predios colindantes están habitados o fueron incluidos dentro de actividades agrícolas y ganaderas.

La máxima diversidad que puede alcanzar el grupo de los mamíferos en nuestra área de estudio es de 1.099 y la H' calculada fue de 1.040, lo que indica que nuestro grupo faunístico está cerca de la máxima diversidad esperada dentro del predio.

Dentro del área de estudio (sitios de muestreo) se registró una sola especie catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2010: *Ctenosaura similis* (Amenazada). Asimismo, también fueron registradas 5 especies endémicas de la región (*Sceloporus chrysostictus*, *Aspidoscelis angusticeps*, *Colinus nigrogularis*, *Myiarchus yucatanensis* y *Cyanocorax yucatanicus*).

Con respecto a las especies prioritarias de conservación y que se encuentran catalogadas en la NOM-059 SEMARNAT-2010. Estas especies corresponden a especies que están ampliamente distribuidas en toda la península de Yucatán y que en muchos de los casos resultan ser especies muy abundantes en comparación con otras especies de abundancia moderada para cierto tipo de ambientes. Así mismo, resultan ser especies muy comunes de las selvas tropicales. En el caso de especies como *C. similis* algunos autores reportan que esta especie se ve favorecida por la transformación de selvas para el establecimiento de potreros, áreas urbanas (caso particular de *C. similis*) (Juniper y Parr, 1998; Howell y Webb, 1998, Lee, 2000, Chable, *et al.*, 2006), por lo que la implementación de programas de conservación para esta especie puede ser sencilla.

Adicionalmente a lo anterior, el proyecto plantea la aplicación de un Programa de acción para la protección y conservación de la fauna silvestre (Ver Anexo 6 de este estudio).

A través del análisis de cada uno de los servicios ambientales arriba mencionados se puede indicar que dichos servicios serán afectados en un grado mínimo, y se puede afirmar que el proyecto es ambientalmente viable.



# CAPITULO V

IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y  
EVALUACION DE LOS IMPACTOS  
AMBIENTALES



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO V.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	2
5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	2
5.1.1 INDICADORES DE IMPACTO .....	2
5.1.2 LISTA INDICATIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO.....	3
5.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN .....	5
5.1.3.1 Criterios .....	5
<b>5.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada .....</b>	<b>8</b>
5.2 caracterización de los impactos .....	11
5.3 valoración de los impactos .....	12
<b>GENERACIÓN DE RUIDO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA .....</b>	<b>14</b>
<b>AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA.....</b>	<b>15</b>
<b>PÉRDIDA DE SUELO .....</b>	<b>15</b>
<b>PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL .....</b>	<b>15</b>
<b>AFECTACIÓN DE LA FAUNA .....</b>	<b>16</b>
<b>MODIFICACIÓN DEL PAISAJE .....</b>	<b>16</b>
<b>GENERACIÓN DE EMPLEOS Y REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS .....</b>	<b>16</b>
5.4. conclusiones .....	17

## **CAPÍTULO V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

### **5.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.**

La metodología utilizada para la evaluación de los impactos de este proyecto se menciona a continuación:

- Metodología de Conesa Fdez.-Vítora (1997).

Para el presente capítulo se utilizará la metodología de Conesa (1997), que establece que en el proceso de evaluación del impacto ambiental es necesario primero identificar las acciones que pueden causar impactos sobre uno o más factores del medio susceptibles de recibirlos; en segundo término se procede a valorar los impactos para determinar su grado de importancia y, en el capítulo siguiente, se establecen las medidas preventivas, correctivas o compensatorias necesarias.

Por lo tanto, en el proceso de evaluación del impacto ambiental únicamente se está interesado en identificar y mitigar aquellas modificaciones imputables al proyecto que potencialmente puedan ser causantes de contingencia ambiental, desequilibrio ecológico, emergencia ecológica o daño ambiental irreversible, puesto que son éstas y no otras las que se consideran significativas para determinar la viabilidad del proyecto.

#### **5.1.1 INDICADORES DE IMPACTO**

De entre toda la gama de acciones que intervienen en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental, susceptibles de producir impactos concretos en cualquiera de las etapas del proyecto, se deben seleccionar aquellas que sean relevantes, excluyentes/independientes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables, ya que algunas de ellas no son significativas desde el punto de vista ambiental porque no modifican o alteran el ambiente o los recursos naturales, o bien porque su efecto es bajo o se puede anular con la adecuada y oportuna aplicación de medidas de prevención o mitigación.

Por otro lado, para la identificación de acciones, se deben diferenciar los elementos del Proyecto de manera estructurada, atendiendo entre otros los siguientes aspectos:

- Acciones que modifican el uso del suelo.
- Acciones que implican emisión de contaminantes.
- Acciones derivadas de almacenamiento de residuos.
- Acciones que implican sobreexplotación de recursos.
- Acciones que implican sub-explotación de recursos.
- Acciones que actúan sobre el medio biótico.
- Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje.

- Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.
- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.
- Acciones derivadas del incumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

Tales acciones y sus efectos deben quedar determinados al menos en intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad y momento en que intervienen en el proceso.

### 5.1.2 LISTA INDICATIVA DE LOS INDICADORES DE IMPACTO

Los factores ambientales, son los elementos y procesos del medio que suele diferenciarse en dos Sistemas: Medio Físico y Medio Socioeconómico.

El **Medio Físico** incluye tres subsistemas que son el Medio Inerte o Físico propiamente dicho, el Medio Biótico y el Medio Perceptual; en tanto que el Medio Socioeconómico incluye el Medio Socio-Cultural y el Medio Económico.

A cada uno de los subsistemas pertenece una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, entendidos como elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden ser afectados por el proyecto. La afectación, puede ser negativa o positiva.

Para seleccionar los componentes ambientales, deben considerarse los siguientes criterios:

- Ser representativos del entorno afectado, y por tanto del impacto total producido por la ejecución del proyecto sobre el medio.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, es decir, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación tanto en su concepto como en su apreciación sobre información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- De fácil cuantificación, dentro de lo posible, ya que muchos de ellos serán intangibles o inconmensurables.

La valoración de los componentes ambientales, toman en cuenta la importancia y magnitud del mismo. Sin embargo, en muchos casos no es posible medir objetivamente tales parámetros y es necesario aplicar criterios subjetivos en su valoración. Cuando este es el caso, se puede adoptar el valor ambiental de un factor o de una unidad de inventario es directamente proporcional al grado cualitativo enumerado a continuación:

- **Extensión:** área de influencia en relación con el entorno.
- **Complejidad:** compuesto de elementos diversos.
- **Rareza:** no frecuente en el entorno.
- **Representatividad:** carácter simbólico. Incluye carácter endémico.
- **Naturalidad:** natural, no artificial.

- **Abundancia:** en gran cantidad en el entorno.
- **Diversidad:** abundancia de elementos distintos en el entorno.
- **Estabilidad:** permanencia en el entorno.
- **Singularidad:** valor adicional por la condición de distinto o distinguido.
- **Irreversibilidad:** imposibilidad de que cualquier alteración sea asimilada por el medio debido a mecanismos de autodepuración.
- **Fragilidad:** endeblez, vulnerabilidad y carácter perecedero de la cualidad del factor.
- **Continuidad:** necesidad de conservación.
- **Insustituibilidad:** imposibilidad de ser reemplazado.
- **Clímax:** proximidad al punto más alto de valor ambiental de un proceso.
- **Interés ecológico:** por su peculiaridad ecológica.
- **Interés histórico-cultural:** Por su peculiaridad histórico-monumental-cultural.
- **Interés individual:** por su peculiaridad a título individual (carácter epónimo, mutante).
- **Dificultad de conservación:** dificultad de subsistencia en buen estado.
- **Significación:** importancia para la zona del entorno.

Los distintos factores del medio presentan importancias distintas de unos respecto a otros, en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación ambiental. Considerando que cada factor representa sólo una parte del medio ambiente, es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se puedan contemplar en conjunto, y además ofrezcan una imagen coherente de la situación al hacerlo, o sea, ponderar la importancia relativa de los factores en cuanto a su mayor o menor contribución a la situación del medio ambiente.

**Tabla 4. 1.** Impactos ambientales generados por el proyecto

<b>MEDIO</b>	<b>FÍSICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contaminación acústica (generación de ruido)</li> <li>▪ Calidad de aire (Generación de emisiones a la atmósfera)</li> <li>▪ Agua subterránea (Afectación en la calidad del agua)</li> <li>▪ Suelo (Pérdida de suelo)</li> </ul>
	<b>BIÓTICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Afectación a la Flora (Pérdida de cobertura vegetal, especies endémicas y protegidas)</li> <li>▪ Afectación de la Fauna (Pérdida y desplazamiento de fauna)</li> <li>▪ Modificación del paisaje (Calidad escénica)</li> </ul>
	<b>PERCEPTUAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Modificación del paisaje (valor estético de la vista)</li> </ul>
	<b>SOCIOECONÓMICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Generación de empleos y servicios (Demanda de bienes)</li> </ul>

### 5.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

#### 5.1.3.1 CRITERIOS

El estudio de impacto ambiental es una herramienta fundamentalmente analítica de investigación prospectiva de lo que puede ocurrir, por lo que la clarificación de todos los aspectos que lo definen y en definitiva de los impactos (Interrelación Acción del Proyecto-Factor del medio), es absolutamente necesaria.

Por lo tanto, no es válido pasar a un proceso de evaluación de impactos sin un análisis previo en el que se enuncien, describan y examinen los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración. En esta fase se cruzan las dos informaciones (factores del medio / acciones del proyecto), con el fin de prever las incidencias ambientales derivadas tanto de la ejecución del proyecto, como de su operación, para poder valorar su importancia.

La valoración cualitativa se efectúa a partir de la matriz de impactos en la que en cada casilla de cruce se anota la importancia del impacto determinada. Con esta matriz se mide el impacto ambiental generado por una acción simple de una actividad sobre un factor ambiental considerado, es decir, que se medirá el impacto con base al grado de manifestación cualitativa del efecto que quedará reflejado en lo que definimos como importancia del impacto.

La importancia del impacto es pues, el valor mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cuantitativo. El valor de importancia del impacto, se establece en función de 11 características.

La primera de ellas se refiere a la naturaleza del efecto (positivo o negativo), en tanto que la segunda representa el grado de incidencia o intensidad del mismo y los nueve restantes (extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad), los atributos que caracterizan a dicho efecto. Dichas características se representan por símbolos que ayudan a visualizar e identificar rápidamente a cada una y forman parte de una ecuación que indica la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental. A saber:

**Tabla 5. 2.** Simbología de la ecuación

<b><math>I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)</math></b>	
<b>Dónde:</b>	
<b>I</b>	= Importancia del impacto
<b>±</b>	= Signo
<b>IN</b>	= Intensidad
<b>EX</b>	= Extensión
<b>MO</b>	= Momento
<b>PE</b>	= Persistencia

<b><math>I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)</math></b>	
<b>RV</b>	= Reversibilidad
<b>SI</b>	= Sinergia
<b>AC</b>	= Acumulación
<b>EF</b>	= Efecto
<b>PR</b>	= Periodicidad
<b>MC</b>	= Recuperabilidad

La importancia del impacto se representa por un número que se deduce de dicha ecuación, en función del valor asignado a los símbolos considerados, según se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 5.3.** Importancia del Impacto.

<b>Naturaleza</b>		<b>Momento (MO)</b>	
Impacto beneficioso	+	Largo plazo	1
Impacto perjudicial	-	Medio plazo	2
<b>Intensidad (IN)</b>		Inmediato	4
Baja	1	Critico	(+4)
Media	2	<b>Persistencia (PE)</b>	
Alta	4	Fugaz	1
Muy alta	8	Temporal	2
Total	12	Permanente	4
<b>Extensión (EX)</b>		<b>Reversibilidad (RV)</b>	
Puntual	1	Corto plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Irreversible	4
Total	8	<b>Sinergia (SI)</b>	
Critica	+4)	Sin sinergismo	1
<b>Acumulación (AC)</b>		Sinérgico	2
Simple	1	Muy sinérgico	4
Acumulativo	4	<b>Periodicidad (PR)</b>	
<b>Efecto (EF)</b>		Irregular y discontinuo	1
Indirecto	1	Periódico	4
Directo	4	<b>Importancia (I)</b>	
<b>Recuperabilidad (MC)</b>		$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
De manera inmediata	1		
A mediano plazo			
Mitigable			
Irrecuperable			

A fin de clarificar el significado de las características expresadas y sus valores, se describe a continuación cada una de ellas.

**Signo.** El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

**Intensidad.** Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12

<expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

**Extensión.** Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. Esta característica se valora con escala entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

**Momento.** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo.

Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

**Persistencia.** Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

**Reversibilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

**Recuperabilidad.** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana. Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el

valor de 8. Si el efecto es irrecuperable pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

**Sinergia.** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que acabaría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinérgico moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

**Acumulación.** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

**Efecto.** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

**Periodicidad.** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición irregular y a los discontinuos con 1.

### 5.1.3.2 METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA

Una vez determinada la importancia de los impactos y efectuada la ponderación de los distintos factores del medio, se está en la posibilidad de desarrollar el modelo de valoración cualitativa, con base en la importancia  $I_i$  de los efectos que cada Acción  $A_i$  de la actividad produce sobre cada factor del medio  $F_j$ .

El modelo contempla el análisis de los impactos negativos mediante el empleo de una matriz, en las que las filas indican los factores ambientales que recibirían las alteraciones más significativas; y las columnas las acciones relevantes causantes de éstos. Se omiten las acciones cuyo efecto no es relevante y los factores que son inalterados o lo son débilmente o de manera temporal, capaces de retornar a las condiciones previas.

La suma ponderada de la importancia del impacto negativo de cada elemento tipo, por columnas (**IRi**), identificará las acciones más agresivas (altos valores negativos) y las poco agresivas (bajos valores negativos), pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos subsistemas.

Así mismo, la suma ponderada de la importancia del efecto de cada elemento tipo, por filas (**IRj**), indicará los factores ambientales que reciben en mayor o menor medida, las consecuencias del funcionamiento de la actividad considerando su peso específico, o lo que es lo mismo, el grado de participación que dichos factores tienen en el deterioro del medio ambiente.

El impacto neto de una nueva actividad, en cada una de las fases o situaciones temporales estudiadas, es la diferencia entre la situación del medio ambiente modificado por causa del proyecto, considerando las medias de mitigación aplicables y la situación tal y como habría evolucionado sin la presencia de aquel.

Ahora bien, la calidad final del medio ambiente es debida, no sólo a la consecuencia de las acciones impactantes en la propia fase de funcionamiento del proyecto, sino también a la existencia previa de alguna acción causante de efectos irreversibles o de efectos continuos producidos y estudiados en otra fase anterior.

Este tipo de efectos (**IRPj**), se destacan y su importancia total ponderada se indica en la columna correspondiente de la matriz de importancia.

En la última columna de la matriz se relacionan las importancias totales de los efectos finales sobre los factores ambientales (**IRj**) obtenidas como suma algebraica de la importancia relativa del impacto en la fase de funcionamiento del proyecto y la importancia relativa del impacto de las acciones cuyo efecto es irreversible o permanece durante largo plazo o a lo largo de la vida del proyecto.

La importancia total de los efectos causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos (**IRi**) se calcula como la suma ponderada por columnas de los efectos de cada uno de los elementos tipo correspondientes a los componentes y subsistemas estudiados. No es válida la suma algebraica.

### Valoración absoluta

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas (**Ii**), constituye otro modo, aunque menos representativo y sujeto a sesgos importantes, de identificar la mayor o menor agresividad de las acciones.

De la misma manera que la establecida previamente, la suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento por filas (**Ij**), indica los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la actividad.

De forma análoga a la dispuesta para la valoración relativa, se incluye una columna en la matriz de importancia para reflejar la importancia absoluta del efecto causado durante la fase de construcción o funcionamiento, y otra columna en la que se reflejan los efectos totales permanentes (**IP<sub>j</sub>**), obtenidos en este caso por suma algebraica.

Se incluye una tercera columna para indicar la importancia de los efectos absolutos totales (**I<sub>j</sub>**), sobre cada uno de los factores considerados, mediante suma algebraica de todas las columnas.

No debe olvidarse que los valores obtenidos de la importancia del impacto en los elementos tipo de la matriz, no son comparables entre sí, o sea, en la proporción que sus valores numéricos lo indican puesto que se trata de variables no proporcionales.

Sin embargo, el hecho que una importancia sea mayor que otra, sí implica que el impacto de la primera acción sobre el factor considerado es mayor que el de la segunda sobre el mismo factor, pues se trata de variables ordinales.

### Análisis del modelo

Siguiendo con Conesa Fdez.-Vítora (1997), una vez realizada la valoración cualitativa por los dos métodos descritos quedan definidas:

La importancia total **I<sub>i</sub>**, de los efectos debidos a cada acción **i**

$$I_i = \sum_j I_{ij}$$

La importancia total ponderada **IR<sub>i</sub>**, de los mismos

$$IR_i = \sum_j I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total **I<sub>j</sub>**, de los efectos causados a cada factor **j**

$$I_j = \sum_i I_{ij}$$

La importancia total ponderada **IR<sub>j</sub>**, de los mismos

$$IR_j = \sum_i I_{ij} \cdot P_j / \sum_j P_j$$

La importancia total **I**, de los efectos debidos a la actuación

$$I = \sum_i I_j = \sum_i I'_{i} + IP = I' + IP$$

La importancia total ponderada **IR**, de los mismos

$$IR = \sum_j IR_j = \sum_j I'_{R} + IPR = I'R + IPR$$

Con esta metodología el modelo de la suma ponderada en función del peso específico de un factor sobre los demás, se aproxima suficientemente a la realidad medioambiental estudiada, haciendo siempre la salvedad que, en esta valoración cualitativa, se consideran aspectos de los efectos con un

grado de manifestación cualitativo y por tanto sujeto a errores de mayor magnitud que los que se podrían cometer al llevar a cabo una valoración cuantitativa. En la tabla siguiente se muestra gráficamente la estructura de la matriz de importancia resultante del análisis descrito.

**Tabla 5.4.** Esquema ejemplificado de la Importancia del impacto

Factores	UIP	Situación 1								Situación 2										
		Acciones				n + 1		Total		Acciones				n + 1		n + 2		n + 3		
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
		A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Ab.	Rel.	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Ab.	Rel.	Ab.	Rel.	Ab.
F <sub>1</sub>	P <sub>1</sub>																			
F <sub>2</sub>	P <sub>2</sub>																			
F <sub>j</sub>	P <sub>j</sub>			I <sub>1j</sub>		I <sub>2j</sub>	I <sub>j</sub>	I <sub>2j</sub>			I' <sub>1j</sub>		I' <sub>2j</sub>	I' <sub>j</sub>	I' <sub>2j</sub>	I <sub>2j</sub>	I <sub>2j</sub>	I <sub>j</sub>	I <sub>2j</sub>	
F <sub>m</sub>	P <sub>m</sub>																			
Total	Absoluto			I <sub>1</sub>		I	-				I' <sub>1</sub>			-	I'	-	I	-		
	Relativo			I <sub>m</sub>		-	I <sub>n</sub>				I' <sub>m</sub>		-		I' <sub>n</sub>	-	I <sub>n</sub>	-		I <sub>n</sub>

Fuente: Conesa Fernández, 1997.

Ab. = Importancia absoluta;

Rel. = Importancia relativa

$$I_1 = \sum I_{1j} I_{2j} = \sum I_{1j} \cdot P_j / \sum P_j$$

$$I_j = \sum I_{1j} I_{2j} = \sum I_{1j} \cdot P_j / \sum P_j$$

$$I_{2j} = \sum_{n < n} I_{2j}$$

$$I'_{2j} = \sum_{n < n} I'_{2j}$$

$$I_j = I'_j + I_{2j}$$

$$I_{2j} = I'_{2j} + I_{2j}$$

## 5.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Una vez identificados los impactos potenciales y siguiendo la metodología de Conesa (1997), se califica el valor de importancia de los impactos ambientales potenciales identificados para el proyecto. La metodología utilizada presenta una escala de valores que permiten calificar los impactos identificados, donde los valores inferiores a 25 son compatibles, aquellos que se encuentren entre 25 y 50 se consideran moderados, entre 50 y 75 severos y superiores a 75 deben considerarse críticos.

**Tabla 5.5.** Valores de importancia del Impacto.

Niveles de Impacto	
Ambiental Compatible	(<25)
Ambiental Moderado	(25-50)
Ambiental Severo	(50-75)
Ambiental crítico	(> 75)

La puesta en marcha del proyecto modificará la situación actual del área donde se ubicará, debido a la:

- Generación de ruido.
- Generación de emisiones a la atmosfera.
- Afectación en la calidad del agua.
- Impermeabilización del suelo.
- Generación de residuos.
- Afectación flora y fauna.
- Generación de aguas residuales.
- Proveer de empleos a los pobladores cercanos.

### 5.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación se muestran los valores obtenidos de la matriz de impacto.

**Tabla 5.6** Impactos ambientales generados por el proyecto

Tipología de impactos	Criterios de Evaluación de Impactos		Impactos Ambientales Durante la Obra						
			Generación de ruido y emisiones a la atmósfera	Afectación de la calidad del Agua	Pérdida de suelo	Pérdida de la cobertura vegetal	Afectación de la fauna	Modificación del paisaje	Empleos
Intensidad (IN)	Baja	1							
	Media	2	2						
	Alta	4		4	4		4		
	Muy alta	8				8		8	8
	Total	12							
Extensión (EX)	Puntual	1	1						1
	Parcial	2		2	2		2	2	
	Extenso	4				4			
	Total	8							
	Critica	(+4)							
Momento (MO)	Largo plazo	1							
	Medio plazo	2							
	Inmediato	4	4	4	4	4	4	4	4
	Critico	(+4)							
Persistencia (PE)	Fugaz	1							
	Temporal	2	2	2		2	2		2
	Permanente	4			4			4	
Reversibilidad (RV)	Corto plazo	1	1						1
	Medio plazo	2		2		2	2	2	
	Irreversible	4			4				
Sinergia (SI)	Sin sinergismo	1							
	Sinérgico	2	2	2	2	2	2	2	2
	Muy sinérgico	4							
Acumulación (AC)	Simple	1	1						
	Acumulativo	4		4	4	4	4	4	4
Efecto (EF)	Indirecto	1	1				1		
	Directo	4		4	4	4		4	4
Periodicidad (PR)	Irregular y discontinuo	1	1	1	1	1	1	1	1

Tipología de impactos	Criterios de Evaluación de Impactos		Impactos Ambientales Durante la Obra						
			Generación de ruido y emisiones a la atmósfera	Afectación de la calidad del Agua	Pérdida de suelo	Pérdida de la cobertura vegetal	Afectación de la fauna	Modificación del paisaje	Empleos
	Periódico	4							
Recuperabilidad (MC)	De manera inmediata	1							1
	A mediano plazo	2							
	Mitigable	4	4	4	4	4	4	4	
	Irrecuperable	8							
Naturaleza	Impacto beneficioso	+							+
	Impacto perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	
Importancia (I)	$I = \pm (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$		24	39	43	55	36	53	45
Característica	Ambiental crítico (> 75)								
	Ambiental Severo (51-75)					☐		☐	
	Ambiental Moderado (25-50)			☐	☐		☐		☐
	Ambiental Compatible (<25)		☐						

Como se puede observar, los impactos identificados fueron siete, de estos 6 son negativos en los que 1 es de intensidad ambiental compatible, 3 son de intensidad ambiental moderada, y 2 severos; de la misma manera se generará un único impacto positivo que se considera moderado. En las siguientes gráficas se señala el porcentaje de los impactos ambientales generados por el proyecto bajo estudio durante la etapa constructiva.

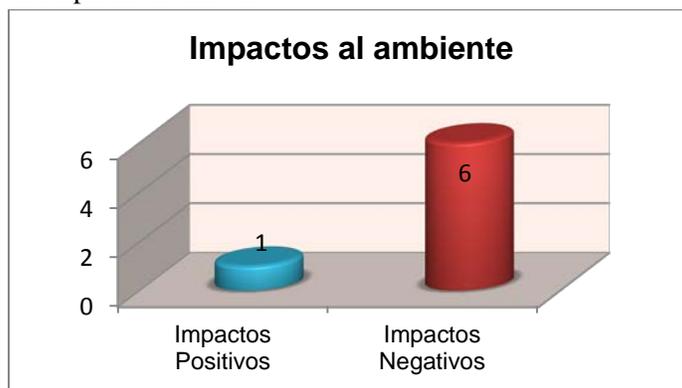
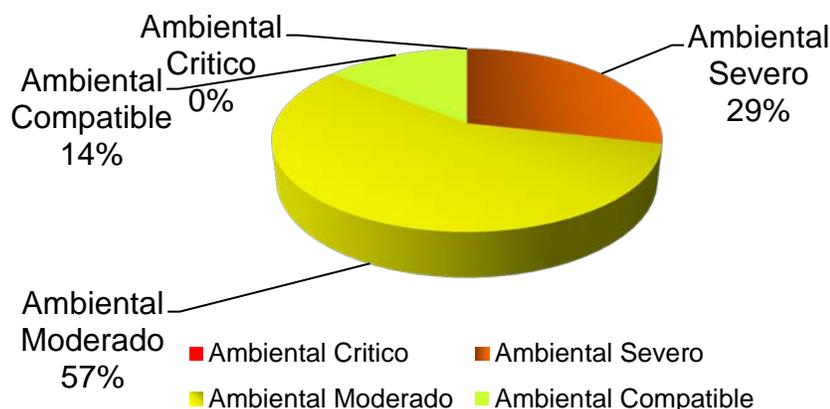


Figura 5.1. Representatividad de los impactos ambientales generados por el proyecto



**Figura 5.2.** Clasificación de los impactos ambientales generados por el proyecto

Las afectaciones directas del proyecto al ambiente son principalmente sobre el área de construcción así como sus colindancias inmediatas.

Los impactos potenciales que se generarán durante esta etapa se describen a continuación:

## GENERACIÓN DE RUIDO Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El funcionamiento de maquinaria pesada en el área del proyecto durante el desarrollo de la obra y su operación de extracción de material en seco y posteriormente en húmedo, incrementará de manera temporal los **niveles de ruido** existentes de manera local. No obstante, estos niveles sonoros adicionales no afectarán viviendas o vialidades importantes ya que no existen éstas en puntos cercanos al área del proyecto. Los niveles generados por el proyecto se incluirán en el ruido ambiental generado por la operación del banco tanto en estrato seco como en el húmedo.

Considerando que la maquinaria contará con mantenimiento y que los vehículos estarán verificados, además del área de amortiguamiento con que se contará, las actividades del proyecto sobre el componente ambiental serán de manera puntual y en su mayoría poco significativas. Por otra parte es importante mencionar que la calidad del aire en el sitio será impactada durante la operación del banco.

Por otra parte, las afectaciones por **emisiones a la atmósfera** (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>) serán temporales y se deberán a la actividad de fuentes móviles, tales como maquinarias y vehículos. No se espera dispersión de polvos debido a movimientos del sustrato ya que éste se encontrará húmedo durante su extracción y manejo (en el caso de la extracción en húmedo); por otra parte durante la extracción en seco el material será mojado y para el transporte se verificará el uso de lonas para evitar la contaminación por dispersión de polvos. En este sentido la emisión de partículas contaminantes serán poco significativas. Las emisiones de gases contaminantes derivadas del proyecto se consideran mínimas dada la baja cantidad de fuentes emisoras que serán utilizadas. Los impactos antes mencionados serán de manera temporal y puntual, considerando que una vez terminado el tiempo de vida útil del banco, se dará lugar a las acciones de rehabilitación.

## AFECTACIÓN EN LA CALIDAD DEL AGUA

Durante la extracción en húmedo el agua subterránea será una de las variables ambientales más impactadas por el desarrollo del proyecto. Las actividades extractivas de material provocarán el afloramiento del primer manto freático, creando una laguna artificial en el sitio. El contacto directo del agua con la maquinaria pesada, así como con el exterior, provocaría alteraciones en la calidad del agua.

Las probables fugas de aceite o combustible a partir de la maquinaria, así como el contacto con los lubricantes de la misma, alcanzarán el agua del freático. Particularmente las fases de trabajo con mayor permanencia de maquinaria inmersa en la laguna artificial resultan potencialmente más contaminantes: el raspado de la roca caliza y la perforación con martillo hidráulico.

Otro impacto tanto para las actividades de extracción en seco como en húmedo sobre el recurso podría ser la contaminación directa mediante el depósito clandestino de residuos sólidos municipales y/o peligrosos, tanto en el cuerpo de agua como en los bordes, generándose en este último caso, probables lixiviados contaminantes.

Por otra parte, durante la etapa de abandono del sitio se plantea la rehabilitación de la zona, lo cual aumentará el nivel de estrato edáfico y vegetal en el perímetro inmediato del área de explotación, facilitando los procesos de recarga del acuífero.

## PÉRDIDA DE SUELO

Durante la primera fase (extracción en seco), la explotación de material pétreo deshabilitará la capa de suelo natural en el sitio y parte del estrato calizo. Durante la segunda fase de aprovechamiento continuará la extracción de roca caliza pero en estrato húmedo. Dicho lo anterior, durante la operación del banco los impactos generados sobre el suelo serán negativos debido a que el estrato edáfico será afectado. Sin embargo, durante la etapa de abandono del sitio, las acciones de restauración que se llevarán a cabo en los taludes del área de explotación, permitirán la gradual restauración de la calidad del suelo en el sistema ambiental

## PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL

La eliminación de la vegetación en el área de explotación del proyecto durante la habilitación del banco de materiales, contribuirá a la pérdida de cobertura vegetal en ciertas zonas del predio. Dicho lo anterior, la fase que impactará en primera instancia será cuando se efectuó la operación del banco y se comiencen las actividades de extracción en seco, generando menor impacto durante la operación en estrato húmedo, sin embargo, durante la fase de abandono del sitio, se impactará positivamente sobre el rubro al rehabilitar de manera parcial la flora con que originalmente se contaba en el sitio; sobre todo en el área de talud del banco. También es importante resaltar la presencia de vegetación en el área de explotación (área de amortiguamiento), que se presenta como un aspecto positivo para la conservación de la vegetación en la zona.

## AFECTACIÓN DE LA FAUNA

La eliminación de la cobertura vegetal en el área de explotación durante la fase de extracción en seco, traerá como consecuencia al desplazamiento de la fauna potencialmente presente en tal fragmento. Por tal razón la operación del proyecto de extracción en estrato húmedo, no generará, salvo dos excepciones, impactos adicionales sobre el componente ambiental.

La primera excepción, es que durante las actividades de tronado para habilitación de material en el estrato húmedo, el ruido generado por las voladuras será factor de perturbación para desplazar a la fauna terrestre potencialmente presente en el área de amortiguamiento del banco hacia los predios colindantes. Este impacto generado será temporal, solo durante el aprovechamiento. Sin embargo, se considerará como sinérgico debido a que en la primera fase de extracción la fauna original será desplazada del sitio y consecuentemente debido al seguimiento de las actividades de explotación en estrato húmedo el ruido nuevamente generado ahuyentará al sobrante.

La segunda excepción, es que durante las actividades de rehabilitación del sitio, se recuperará parcialmente la cobertura vegetal en los taludes del área de explotación, lo cual impactará de manera positiva a la fauna, al permitirle utilizar la zona rehabilitada como zona de paso o hábitat.

## MODIFICACIÓN DEL PAISAJE

La estructura del paisaje modificará totalmente la zona del banco de material en estrato seco, debido a que la vegetación será eliminada de manera permanente y consigo al sustrato orgánico. De manera que la creación de una depresión o vaso de explotación contrasta significativamente con la composición de ambientes naturales en la zona. Esta característica negativa será reforzada en la segunda fase, durante la extracción en húmedo con la implementación del presente proyecto, puesto que se hará más profundo el vaso y se aflorará agua subterránea, introduciendo un elemento que no existe en la zona de forma previa.

La extracción de roca caliza del sustrato provocará inevitablemente la conformación de una depresión en el terreno, alterando el relieve natural del sitio. De hecho, esta afectación existe actualmente y será reforzada por la excavación para explotación en estrato húmedo, incluso conformándose una laguna artificial. De tal forma, el impacto sobre el componente será negativo-y sinérgico.

Esta alteración podrá ser mitigada durante la etapa de abandono del sitio, ya que las actividades de restauración del sitio permitirán reverdecer los taludes el área de explotación, y por tanto que haya conectividad entre el área de amortiguamiento y el área de explotación rehabilitada.

## GENERACIÓN DE EMPLEOS Y REQUERIMIENTOS DE SERVICIOS

Todos los impactos serán positivos pero temporales sobre estos componentes. Las actividades de operación del proyecto y abandono del sitio generarán empleos y requerirán servicios diversos. Serán impactos puntuales debido a que los requerimientos adicionales solo serán generados por el

proyecto y afectarán al área específica del mismo. Se espera la generación de empleos adicionales con impacto positivo y moderado en el medio socioeconómico.

#### **5.4. CONCLUSIONES**

Durante el desarrollo del proyecto, basándonos en la matriz de impactos expuesta anteriormente, se observa que el sistema se encontrará generalmente en un ambiente moderado, esto es debido a que habrán impactos negativos sobre los componentes bióticos y abióticos mencionados anteriormente, sin embargo los componentes socioeconómicos se verán impactados de manera positiva, ya que se crearán empleos temporales y se requerirá de servicios por lo que aumentará la derrama económica en la zona de influencia al proyecto.

De igual forma, los impactos ocasionados por el cambio de uso de suelo durante este proyecto serán en gran medida atenuados durante las diferentes etapas del proyecto con la aplicación y ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuesta, por lo que las actividades que se realizarán no pondrán en riesgo la estabilidad del sistema ambiental, por lo que considera compatible y ambientalmente viable la realización del presente proyecto.



# CAPITULO VI

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO



**sica**  
Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO VI

<b>CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....</b>	<b>2</b>
6.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	2
6.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.....	25
6.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	26
<b>DEMOGRAFIA.....</b>	<b>27</b>
<b>VIVIENDA .....</b>	<b>27</b>
<b>SALUD.....</b>	<b>27</b>
<b>ECONOMÍA.....</b>	<b>28</b>

## CAPÍTULO VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO

### 6.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

**Uso del suelo de acuerdo a los programas de ordenamiento ecológico aplicables.** El polígono bajo estudio se encuentra inmerso dentro del POETY, con los siguientes usos planteados:

El proyecto se encuentra inmerso dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Yucatán (POETY), la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) donde se localiza el proyecto es la **1.2 A. Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal**. Esta UGA es una planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80 %) sobre calizas, con suelos del tipo Litosol y Rendzina, con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, con plantaciones de henequén en abandono, pastizal para ganadería extensiva y asentamientos humanos. Superficie total de la UGA: 5,819.74 km<sup>2</sup>. Su uso predominante es el Asentamientos Humanos (Suelo Urbano), con usos compatibles como la Industria de Transformación, Apicultura, Silvicultura, Turismo alternativo (Ecoturismo), Agricultura de hortalizas. Los usos condicionados son la Extracción de materiales pétreos, Avicultura, Porcicultura y Agricultura Tecnificada.

La política de uso de esta UGA es el de **APROVECHAMIENTO** con uso predominante de Suelo urbano. Entre los usos condicionados se encuentra las actividades relacionadas a la extracción de material pétreo por lo que el proyecto es totalmente congruente con las políticas de uso del suelo de la región y su desarrollo es totalmente factible y viable.

*Como puede visualizarse a través del análisis de la información vertida en párrafos anteriores el proyecto cumple cabalmente con lo planeado en POETY. Por lo que la realización del proyecto es totalmente congruente con los objetivos, estrategias planteadas en los programas ordenamiento antes mencionados; Así mismo, el proyecto es totalmente congruente con el uso sustentable de los recursos.*

El proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna Área natural protegida (ANP), Región Terrestre Prioritaria (RTP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) y Corredor Biológico Mesoamericano.

Mediante un Estudio Geohidrológico en el área del proyecto y sondeos exploratorios del suelo (con la barrenación de un pozo de 4" de diámetro, procediendo al muestreo de los materiales encontrados y a la determinación de los espesores de las capas) llevados a cabo por la empresa Ingeniería y Planeación Peninsular S. de R.L. de C.V. indicaron que el sitio del proyecto aflora la roca caliza dura color crema, continuando este estrato hasta una profundidad de 3.5 m, bajo la cual continua una roca sascabosa hasta los 18 m de profundidad. El nivel freático se encontró a los 8 m. de profundidad.

La calidad del material muestreado corresponde a una grava mal graduada con presencia de abundante arena y finos de naturaleza limosa. El valor relativo soporte (VRS) de este material es de 96 % lo cual lo identifica con calidad excelente aunado a la poca plasticidad y nula contracción lineal hallada.

La roca superficial posee una resistencia a la compresión superior a 400 kg/cm<sup>2</sup>, degradándose hasta una profundidad de 5.0 m donde la roca sascabosa encontrada solo tiene una resistencia a la compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup>. Es importante señalar que en la zona se observó la existencia de varios bancos de materiales donde se pudo corroborar la estratigrafía observada en los pozos de muestreo.

Dentro del predio en estudio, se perforó hasta 18 m. de profundidad un pozo con ademe de PVC de 4" encontrando el nivel freático a los 8 m. de profundidad desde el nivel del terreno. Pasada una semana de la perforación, se procedió al muestro del agua, tiempo estimado para la sedimentación. Se tomó la muestra de agua a una profundidad de 16 m mediante el empleo de botella muestreadora y frasco hermético, debidamente descontaminados de cualquier impureza. Esta muestra fue conservada en hielo durante el traslado al laboratorio de la ciudad de Mérida.

En general, la calidad del agua es aceptable, cumpliendo la mayor parte de los lineamientos impuestos por las normativas para su extracción para la potabilización para el consumo humano. Únicamente no se cumple las características de color y contenido de bicarbonatos probablemente por la cercanía de la fecha de muestreo con la barrenación del pozo.

### **USO QUE SE PRETENDE DAR AL PREDIO.**

Tal como se mencionó en el capítulo 2, se pretende usar el Cambio de Uso del Suelo para la apertura y operación de un banco de extracción de material en el área de estudio para la habilitación de un banco de material pétreo en húmedo.

Uno de los objetivos del proyecto es obtener insumos para la industria de la construcción de tal manera que se pueda satisfacer la creciente demanda en la región. La estrategia en este ramo es de gran impacto ya que su promoción, además de mejorar la calidad de vida de la población, promueve la industria de la construcción, que tiene un alto nivel de encadenamientos con sectores productivos del Estado, generando un incremento en la actividad económica.

*La ejecución del CUSTF para la apertura y operación del banco de extracción de material pétreo en húmedo ubicado en la zona de las comisariías de Tebec, del municipio de Umán, Yucatán con las especificaciones señaladas en el programa de trabajo y los estándares de calidad proyectados; así como el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas en cada una de las etapas del proyecto permitirá reducir los impactos al aire, suelo, agua, así como a la flora y fauna silvestre, permitirán que no se comprometan las condiciones biológicas de la zona. Las características topográficas y de ubicación del polígono bajo estudio, junto con las disposiciones acerca de la planeación ordenada del uso del territorio (POETY), determinan que existen las bases técnicas para el CUSTF e implementación del proyecto.*

*No obstante a la importancia del proyecto y dado que se ocupará vegetación secundaria derivada de selva mediana caducifolia y siendo un terreno forestal se elabora el siguiente documento técnico unificado (DTU).*

*Asimismo, el análisis que se hace en este DTU para el proyecto y del cambio de uso del suelo tiene por objeto justificar la necesidad del CUSTF de dicha superficie solicitada, para lo cual se describen las condiciones generales del terreno, sus características físicas y biológicas, las características generales del proyecto y las medidas de protección, prevención y mitigación de los impactos ambientales que se generaran.*

Se presenta para su evaluación ante la SEMARNAT el presente DTU para solicitar el CUSTF teniendo en cuenta los puntos estipulados en el artículo 12 del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y artículo 121 del reglamento de la ley general de desarrollo forestal sustentable y con los datos técnicos para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el artículo 117 de la ley general de desarrollo forestal sustentable que a la letra dice:

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.**

De manera particular los datos técnicos presentados para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que en resumen son como sigue:

Con base a la lectura de la disposición anteriormente citada, se desprende que la SECRETARIA sólo le está permitido autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, cuando se demuestre a través de su Estudio Técnico Justificativo (ETJ), que se cumplen los supuestos siguientes:

- No se compromete la biodiversidad.
- No se provocará la erosión de los suelos.
- No se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación.
- Los usos alternativos de suelo que se propongan serán más productivos a largo plazo.

A continuación se da una justificación de la obra desde los cuatro puntos de vista importantes:

*1. Por lo que corresponde al primero de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que **NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD**, se observó lo siguiente:*

La flora y fauna silvestre, son elementos de la biodiversidad, representan valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano de Haro, 2009<sup>1</sup>).

A continuación se presenta la comparación entre los resultados de la composición, estructura y diversidad de la flora y la fauna registrada en el predio donde se llevará a cabo el CUSTF y la Cuenca B Yucatán.

<sup>1</sup> Zamorano de Haro, P. (2009) La flora y fauna silvestres en México y su regulación. *Procuraduría Agraria*. 159-167 pp.

## FLORA SILVESTRE.

La flora silvestre analizada y dividida por estratos permite visualizar lo siguientes resultados:

### *Estrato Herbáceo*

En el estrato herbáceo de la Cuenca se registró un total de 128 especies y en el área de CUSTF únicamente 71. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. Asimismo, 80 especies de flora silvestre registradas para la cuenca no fueron observadas en el estrato herbáceo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. En su contraparte en el predio pretendido para el CUSTF se registraron una especie no registrada en la cuenca en este estrato de la cuenca como puede observarse posteriormente.

Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.1.** Especies registradas en el **ESTRATO HERBÁCEO** de la cuenca y del predio.

ESPECIE		CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Abutilon permolle</i>	3.62	6.66
2	<i>Acacia collinsii</i>	1.42	4.41
3	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	0.87	0.95
4	<i>Achyranthes aspera</i>	2.39	<b>0.00</b>
5	<i>Agave angustifolia</i>	1.56	<b>0.00</b>
6	<i>Agave fourcroydes</i>	3.12	10.51
7	<i>Amaranthus hybridus</i>	1.26	<b>0.00</b>
8	<i>Amaranthus spinosus</i>	1.79	<b>0.00</b>
9	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	1.26	<b>0.00</b>
10	<i>Aphelandra scabra</i>	2.77	<b>0.00</b>
11	<i>Apoplanesia paniculata</i>	<b>0.00</b>	1.14
12	<i>Arrabidaea floribunda</i>	3.57	1.39
13	<i>Bauhinia divaricata</i>	1.83	3.33
14	<i>Bidens pilosa</i>	1.79	<b>0.00</b>
15	<i>Bonellia macrocarpa</i>	1.29	<b>0.00</b>
16	<i>Bromelia karatas</i>	0.13	1.38
17	<i>Bromelia pinguin</i>	1.88	<b>0.00</b>
18	<i>Bunchosia swartziana</i>	0.14	<b>0.00</b>
19	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.27	1.33
20	<i>Capsicum annuum</i>	0.95	0.54
21	<i>Cascabela gaumeri</i>	0.55	<b>0.00</b>
22	<i>Catasetum integerrimum</i>	0.92	<b>0.00</b>
23	<i>Cenchrus ciliaris</i>	3.30	<b>0.00</b>
24	<i>Cenchrus echinatus</i>	2.26	<b>0.00</b>
25	<i>Centrosema virginianum</i>	1.63	2.23
26	<i>Chamaecrista flexuosa</i>	1.44	4.44

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
27	<i>Chamaecrista glandulosa</i>	2.36	<b>0.00</b>
28	<i>Cipura campanulata</i>	1.83	2.09
29	<i>Cissampelos pareira</i>	1.07	1.39
30	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	1.56	1.27
31	<i>Coccoloba spicata</i>	1.27	<b>0.00</b>
32	<i>Commelina erecta</i>	1.52	4.63
33	<i>Conyza canadensis</i>	0.56	<b>0.00</b>
34	<i>Cordia gerascanthus</i>	0.12	<b>0.00</b>
35	<i>Croton chichenensis</i>	6.46	9.47
36	<i>Croton flavens</i>	2.95	<b>8.01</b>
37	<i>Croton fragilis</i>	1.16	<b>0.00</b>
38	<i>Croton glabellus</i>	3.51	<b>0.00</b>
39	<i>Croton humilis</i>	3.66	<b>0.00</b>
40	<i>Croton reflexifolius</i>	3.69	<b>0.00</b>
41	<i>Cynodon dactylon</i>	6.43	6.46
42	<i>Cyperus ligularis</i>	0.52	<b>0.00</b>
43	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	0.88	0.54
44	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	5.65	11.03
45	<i>Dalbergia glabra</i>	0.16	<b>0.00</b>
46	<i>Dalechampia scandens</i>	1.38	3.93
47	<i>Desmanthus virgatus</i>	1.16	3.82
48	<i>Desmodium tortuosum</i>	2.03	1.74
49	<i>Dioscorea convolvulacea</i>	4.00	4.77
50	<i>Diospyros anisandra</i>	3.56	11.01
51	<i>Diospyros tetrasperma</i>	0.31	0.43
52	<i>Elytraria imbricata</i>	5.34	3.08
53	<i>Euphorbia cyathophora</i>	0.98	1.10
54	<i>Euphorbia hypericifolia</i>	0.56	3.17
55	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	0.62	1.86
56	<i>Galactia striata</i>	0.26	<b>0.00</b>
57	<i>Guettarda combsii</i>	0.18	<b>0.00</b>
58	<i>Gymnopodium floribundum</i>	12.47	6.03
59	<i>Hampea trilobata</i>	0.90	<b>0.00</b>
60	<i>Havardia albicans</i>	<b>0.00</b>	0.67
61	<i>Helicteres baruensis</i>	<b>0.00</b>	0.97
62	<i>Heliotropium angiospermum</i>	0.65	1.07
63	<i>Heliotropium procumbens</i>	1.92	<b>0.00</b>
64	<i>Hibiscus tubiflorus</i>	1.98	<b>0.00</b>
65	<i>Hyptis pectinata</i>	12.68	8.64

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
66	<i>Indigofera suffruticosa</i>	1.45	<b>0.00</b>
67	<i>Ipomoea carnea</i>	1.11	<b>0.00</b>
68	<i>Ipomoea hederifolia</i>	0.66	0.59
69	<i>Ipomoea nil</i>	2.97	<b>0.00</b>
70	<i>Jacquemontia pentantha</i>	0.69	1.54
71	<i>Jatropha gaumeri</i>	<b>0.00</b>	0.87
72	<i>Justicia carthaginensis</i>	2.49	<b>0.00</b>
73	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.67	0.72
74	<i>Lantana camara</i>	2.73	2.92
75	<i>Lantana hirta</i>	0.83	<b>0.00</b>
76	<i>Lasiacis divaricata</i>	25.89	24.37
77	<i>Leucaena leucocephala</i>	1.58	0.97
78	<i>Lippia stoechadifolia</i>	0.81	<b>0.00</b>
79	<i>Malpighia emarginata</i>	0.28	<b>0.00</b>
80	<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.43	1.57
81	<i>Melanthera nivea</i>	3.27	<b>0.00</b>
82	<i>Melinis repens</i>	3.45	7.02
83	<i>Melochia pyramidata</i>	2.90	<b>0.00</b>
84	<i>Mentzelia aspera</i>	2.00	<b>0.00</b>
85	<i>Merremia aegyptia</i>	7.09	3.72
86	<i>Mimosa bahamensis</i>	11.31	12.34
87	<i>Morinda royoc</i>	3.85	3.36
88	<i>Neea choriophylla</i>	0.63	<b>0.00</b>
89	<i>Neea psychotrioides</i>	2.13	1.22
90	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	5.19	10.51
91	<i>Nopalea gaumeri</i>	0.93	2.25
92	<i>Ocimum campechianum</i>	2.58	<b>0.00</b>
93	<i>Oeceoclades maculata</i>	1.72	<b>0.00</b>
94	<i>Oncidium cebolleta</i>	0.91	<b>0.00</b>
95	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	1.34	1.51
96	<i>Parthenium hysterophorus</i>	2.18	4.56
97	<i>Paspalum langei</i>	1.25	10.48
98	<i>Passiflora bicornis</i>	0.46	0.78
99	<i>Passiflora foetida</i>	2.17	<b>0.00</b>
100	<i>Pilosocereus gaumeri</i>	0.75	<b>0.00</b>
101	<i>Piscidia piscipula</i>	1.29	0.79
102	<i>Porophyllum ruderale</i>	1.64	<b>0.00</b>
103	<i>Porophyllum punctatum</i>	1.59	1.07
104	<i>Pteridium caudatum</i>	0.48	<b>0.00</b>

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
105	<i>Randia aculeata</i>	3.94	8.27
106	<i>Randia longiloba</i>	2.00	1.75
107	<i>Randia obcordata</i>	2.00	<b>0.00</b>
108	<i>Ruellia nudiflora</i>	1.90	1.24
109	<i>Sabal yapa</i>	0.13	<b>0.00</b>
110	<i>Salvia coccinea</i>	1.81	<b>0.00</b>
111	<i>Salvia micrantha</i>	0.64	<b>0.00</b>
112	<i>Selenicereus grandiflorus</i>	0.69	<b>0.00</b>
113	<i>Senegalia gaumeri</i>	0.45	3.07
114	<i>Senegalia riparia</i>	0.61	5.00
115	<i>Senna atomaria</i>	<b>0.00</b>	1.22
116	<i>Senna racemosa</i>	0.38	<b>0.00</b>
117	<i>Serjania adiantoides</i>	3.95	0.99
118	<i>Sida acuta</i>	3.27	4.44
119	<i>Simarouba amara</i>	0.16	<b>0.00</b>
120	<i>Smilax mollis</i>	1.75	<b>0.00</b>
121	<i>Solanum tridynamum</i>	1.13	<b>0.00</b>
122	<i>Swartzia cubensis</i>	0.16	<b>0.00</b>
123	<i>Tetramerium nervosum</i>	4.02	<b>0.00</b>
124	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.33	1.84
125	<i>Tillandsia balbisiana</i>	0.85	<b>0.00</b>
126	<i>Tillandsia fasciculata</i>	1.97	<b>0.00</b>
127	<i>Tithonia diversifolia</i>	0.46	1.58
128	<i>Tragia yucatanensis</i>	2.46	4.94
129	<i>Tridax procumbens</i>	2.12	<b>0.00</b>
130	<i>Urochloa maxima</i>	5.84	12.97
131	<i>Viguiera dentata</i>	7.27	11.34
132	<i>Waltheria indica</i>	4.96	12.64
133	<i>Zamia loddigesii</i>	0.65	<b>0.00</b>

**Nota:** Los valores en negrita indican la ausencia de las especies en la cuenca o bien en el predio de CUSTF en el estrato correspondiente.

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato herbáceo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H' = 4.0286$ ) que el área de CUSTF ( $H' = 3.6963$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 6.2.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato herbáceo

ESTRATO HERBACEO	CUENCA	PREDIO
<b>RIQUEZA (S)</b>	128	71
<b>H' CALCULADA</b>	4.0286	3.6963

ESTRATO HERBACEO	CUENCA	PREDIO
H' MAXIMA=Ln (S)	4.8520	4.2626
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8302	0.8671
H MAX-H CAL	0.8234	0.5663

Así mismo, tanto en la cuenca como en el área de CUSTF presentan una equidad similar siendo el de la cuenca de 0.8302 y en el área objeto de CUSTF de solo 0.8671, esto nos dice que la distribución de los individuos por especie tiende a ser homogénea.

*Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato herbáceo de la cuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.*

#### *Estrato Arbustivo*

En el estrato arbustivo de la cuenca se registró un total de 66 especies y en el área de CUSTF únicamente 27. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. No obstante a lo anterior en el estrato arbustivo del predio donde se llevará a cabo el CUSTF todas las especies registradas están dentro de las 66 especies registradas dentro de la cuenca.

Es importante mencionar que 37 especies de flora silvestre registradas para la cuenca no fueron registradas en el estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbustivo de la Cuenca B Yucatán posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato arbustivo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.3.** Especies registradas en el **ESTRATO ARBUSTIVO** de la cuenca y del predio.

ESPECIE		CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acacia collinsii</i>	7.54	3.13
2	<i>Acacia pennatula</i>	3.42	1.53
3	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	6.05	1.33
4	<i>Apoplanesia paniculata</i>	4.64	4.94
5	<i>Bauhinia divaricata</i>	7.86	14.18
6	<i>Bonellia macrocarpa</i>	4.38	0.00
7	<i>Bourreria pulchra</i>	2.05	0.00
8	<i>Bunchosia swartziana</i>	1.94	0.00
9	<i>Bursera simaruba</i>	1.34	0.00
10	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	4.64	3.13
11	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	0.46	0.00
12	<i>Cascabela gaumeri</i>	2.86	1.53
13	<i>Cecropia peltata</i>	1.95	0.00
14	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	3.89	0.00
15	<i>Chloroleucon mangense</i>	0.87	0.00

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
16	<i>Cnidocolus aconitifolius</i>	0.87	0.00
17	<i>Coccoloba spicata</i>	7.07	0.00
18	<i>Colubrina greggii</i>	1.78	0.00
19	<i>Cordia gerascanthus</i>	1.37	0.00
20	<i>Croton chichenensis</i>	0.82	0.00
21	<i>Croton reflexifolius</i>	12.02	0.00
22	<i>Dalbergia glabra</i>	0.92	0.00
23	<i>Diospyros anisandra</i>	13.72	18.21
24	<i>Diospyros tetrasperma</i>	4.43	1.80
25	<i>Diphysa carthagenensis</i>	3.47	0.00
26	<i>Erythrina standleyana</i>	1.82	0.00
27	<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	4.40	3.47
28	<i>Exostema caribaeum</i>	1.50	3.13
29	<i>Gliricidia sepium</i>	1.21	0.00
30	<i>Guettarda combsii</i>	5.94	0.00
31	<i>Gymnopodium floribundum</i>	41.07	51.52
32	<i>Hampea trilobata</i>	0.91	0.00
33	<i>Havardia albicans</i>	2.15	4.18
34	<i>Helicteres baruensis</i>	1.28	7.79
35	<i>Hibiscus tubiflorus</i>	1.82	0.00
36	<i>Indigofera suffruticosa</i>	0.51	0.00
37	<i>Jatropha gaumeri</i>	3.71	1.53
38	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1.28	1.53
39	<i>Leucaena leucocephala</i>	6.48	11.89
40	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.51	0.00
41	<i>Lonchocarpus xuul</i>	0.58	0.00
42	<i>Luehea speciosa</i>	2.14	0.00
43	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.97	0.00
44	<i>Malpighia emarginata</i>	0.41	0.00
45	<i>Mimosa bahamensis</i>	28.07	53.02
46	<i>Neea choriophylla</i>	4.94	0.00
47	<i>Neea psychotrioides</i>	9.65	9.28
48	<i>Neomillspaughia emarginata</i>	11.67	30.31
49	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	9.57	11.94
50	<i>Piscidia piscipula</i>	1.02	1.33
51	<i>Pisonia aculeata</i>	6.27	4.38
52	<i>Pithecellobium dulce</i>	1.67	0.00
53	<i>Plumeria obtusa</i>	1.48	0.00
54	<i>Psidium sartorianum</i>	5.37	0.00
55	<i>Randia aculeata</i>	11.93	24.41

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
56	<i>Randia longiloba</i>	6.73	0.00
57	<i>Randia obcordata</i>	8.34	0.00
58	<i>Sabal yapa</i>	1.99	0.00
59	<i>Semialarium mexicanum</i>	0.41	0.00
60	<i>Senegalia gaumeri</i>	3.13	9.01
61	<i>Senegalia riparia</i>	2.87	19.98
62	<i>Senna atomaria</i>	1.50	1.53
63	<i>Senna racemosa</i>	1.57	0.00
64	<i>Simarouba amara</i>	0.46	0.00
65	<i>Thouinia paucidentata</i>	1.89	0.00
66	<i>Vitex gaumeri</i>	0.41	0.00

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbustivo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H' = 3.3993$ ) que el área de CUSTF ( $H' = 2.6200$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.4.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbustivo.

ESTRATO ARBUSTIVO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	66	27
H' CALCULADA	3.3993	2.6200
H' MAXIMA=Ln (S)	4.1897	3.2958
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8114	0.7949
H MAX-H CAL	0.7903	0.6759

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una mayor equidad de 0.8114 que el área objeto de CUSTF de solo 0.7949, esto nos dice que además de una mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca, la distribución de los individuos por especie es más homogénea que en el área del proyecto, por lo que se puede afirmar que la presencia de especies dominantes es reducida.

**Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbustivo de la cuenca es más diverso que en el área pretendida para el CUSTF.**

#### *Estrato arbóreo*

En el estrato arbóreo de la cuenca se registró un total de 59 especies y en el área de CUSTF únicamente 15. Lo anterior indica que en la cuenca hay una mayor riqueza específica con respecto al predio. No obstante a lo anterior en el estrato arbóreo del predio donde se llevará a cabo el CUSTF todas las especies registradas están dentro de las 59 especies registradas dentro de la cuenca.

Es importante mencionar las especies de flora silvestre registradas para la cuenca no fueron registradas en el estrato arbóreo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF.

Lo anterior refuerza lo manifestado anteriormente en el sentido de que el estrato arbóreo de la Cuenca B Yucatán posee una mayor riqueza específica en comparación al estrato arbóreo del predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF. Todo lo anteriormente mencionado se puede observar en la siguiente tabla comparativa.

**Tabla 6.5.** Especies registradas en el **ESTRATO ARBÓREO** de la cuenca y del predio.

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
1	<i>Acacia collinsii</i>	0.89	<b>0.00</b>
2	<i>Acacia pennatula</i>	7.32	<b>0.00</b>
3	<i>Alvaradoa amorphoides</i>	3.94	<b>0.00</b>
4	<i>Apoplanesia paniculata</i>	9.44	<b>0.00</b>
5	<i>Astronium graveolens</i>	1.91	<b>0.00</b>
6	<i>Bauhinia divaricata</i>	1.63	<b>0.00</b>
7	<i>Bonellia macrocarpa</i>	0.46	<b>0.00</b>
8	<i>Bourreria pulchra</i>	3.94	4.01
9	<i>Bunchosia swartziana</i>	0.91	0.00
10	<i>Bursera simaruba</i>	27.93	57.55
11	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	23.59	42.30
12	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	1.58	<b>0.00</b>
13	<i>Cascabela gaumeri</i>	5.14	<b>0.00</b>
14	<i>Cecropia peltata</i>	3.54	<b>0.00</b>
15	<i>Chloroleucon mangense</i>	6.77	2.26
16	<i>Coccoloba spicata</i>	10.41	<b>0.00</b>
17	<i>Colubrina greggii</i>	0.48	<b>0.00</b>
18	<i>Cordia gerascanthus</i>	7.53	<b>0.00</b>
19	<i>Croton reflexifolius</i>	5.75	<b>0.00</b>
20	<i>Diospyros anisandra</i>	0.95	<b>0.00</b>
21	<i>Diospyros tetrasperma</i>	3.20	<b>0.00</b>
22	<i>Diphysa carthagenensis</i>	3.48	<b>0.00</b>
23	<i>Erythrina standleyana</i>	1.38	<b>0.00</b>
24	<i>Eugenia foetida</i>	5.07	2.00
25	<i>Gliricidia sepium</i>	1.88	<b>0.00</b>
26	<i>Guettarda combsii</i>	2.98	<b>0.00</b>
27	<i>Gymnopodium floribundum</i>	12.47	29.18
28	<i>Hampea trilobata</i>	2.02	<b>0.00</b>
29	<i>Havardia albicans</i>	18.49	14.45
30	<i>Jatropha gaumeri</i>	0.92	<b>0.00</b>
31	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.92	<b>0.00</b>
32	<i>Leucaena leucocephala</i>	1.40	<b>0.00</b>
33	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7.32	<b>0.00</b>
34	<i>Lonchocarpus xuul</i>	6.83	2.26

	ESPECIE	CUENCA VIR (%)	PREDIO VIR (%)
35	<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	0.91	<b>0.00</b>
36	<i>Luehea speciosa</i>	5.32	<b>0.00</b>
37	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	17.82	50.24
38	<i>Malpighia emarginata</i>	1.61	<b>0.00</b>
39	<i>Metopium brownie</i>	8.23	<b>0.00</b>
40	<i>Mimosa bahamensis</i>	2.25	6.85
41	<i>Neea choriophylla</i>	0.43	<b>0.00</b>
42	<i>Neea psychotrioides</i>	3.53	2.73
43	<i>Parmentiera millspaughiana</i>	0.48	<b>0.00</b>
44	<i>Piscidia piscipula</i>	12.78	44.30
45	<i>Pithecellobium dulce</i>	3.35	<b>0.00</b>
46	<i>Plumeria obtusa</i>	1.17	<b>0.00</b>
47	<i>Psidium sartorianum</i>	5.70	<b>0.00</b>
48	<i>Randia longiloba</i>	0.99	<b>0.00</b>
49	<i>Randia obcordata</i>	1.17	<b>0.00</b>
50	<i>Sabal yapa</i>	4.55	<b>0.00</b>
51	<i>Semialarium mexicanum</i>	1.31	7.55
52	<i>Senegalia gaumeri</i>	4.57	<b>0.00</b>
53	<i>Senegalia riparia</i>	0.43	<b>0.00</b>
54	<i>Senna atomaria</i>	1.73	14.87
55	<i>Senna racemosa</i>	2.48	<b>0.00</b>
56	<i>Simarouba amara</i>	6.00	<b>0.00</b>
57	<i>Swartzia cubensis</i>	1.37	<b>0.00</b>
58	<i>Thouinia paucidentata</i>	9.63	19.44
59	<i>Vitex gaumeri</i>	9.71	<b>0.00</b>

Por otro lado de acuerdo a las estimaciones del índice de Shannon-Wiener realizadas para el estrato arbóreo de la cuenca y el predio donde se pretende llevar a cabo el CUSTF confirman que la Cuenca B. Yucatán es más diversa ( $H' = 3.5616$ ) que el área de CUSTF ( $H' = 2.2077$ ), tal como se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 6.6.** Riqueza y diversidad en el predio y cuenca del estrato arbóreo.

ESTRATO ARBOREO	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	59	15
H' CALCULADA	3.5616	2.2077
H' MAXIMA=Ln (S)	4.0775	2.7081
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.8735	0.8152
H MAX-H CAL	0.5159	0.5003

Así mismo, tanto en la cuenca como en el área de CUSTF presentan una equidad similar siendo el de la cuenca de 0.8735 y en el área objeto de CUSTF de solo 0.8152, esto nos dice que la distribución de los individuos por especie tiende a ser homogénea.

*Con base en la información anteriormente vertida se determina que el estrato arbóreo de la Cuenca es más diverso que el área pretendida para el CUSTF.*

De **MANERA GENERAL**, se puede indicar todas las especies de flora silvestre registradas en el área de CUSTF fueron registradas en los sitios de muestreo trazados en la cuenca. Asimismo, todas las especies registradas en el área de CUSTF son muy comunes de observar en diferentes ecosistemas de la península de Yucatán (e incluso en otros estados de la república y otras provincias florísticas) y todas son de atención menor. Es decir ninguna de las especies tiene algún problema serio en cuanto a amenaza que ponga en peligro su conservación. De hecho, varias de dichas especies (*Commelina erecta*, *Melanthera nivea*, *Melinis repens* y *Urochloa maxima*) son consideradas como malezas del país (<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/paginas/lista-plantas-generos.htm>).

No obstante dentro del área de CUSTF se registraron 11 especies endémicas (*Bourreria pulchra*, *Diospyros anisandra*, *Diospyros tetrasperma*, *Caesalpinia gaumeri*, *Havardia albicans*, *Lonchocarpus xuul*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Senegalia gaumeri*, *Neomillspaughia emarginata*, *Randia longiloba* y *Thouinia paucidentata*).

De igual modo, las especies anteriores (endémicas) serán consideradas en el Programa de rescate y reubicación de las especies forestales del área afectar por el motivo de CUSTF (Ver **Anexo 7** de este estudio técnico).

De igual modo, el proyecto fomentará la permanencia de áreas de amortiguamiento con una superficie de **201.318965 ha**, que permanecerá sin afectación con vegetación nativa de la región y de similar corte como el que será afectada por el CUSTF.

*Por todo lo anterior, es importante concluir que el CUSTF en el área de estudio **NO COMPROMETE LA DIVERSIDAD** de la flora silvestre dentro de la cuenca B Yucatán y a nivel del predio; pues en este último, se establecerán áreas de amortiguamiento con vegetación nativa típica similar al que se afectará y se aplicaran medidas para proteger y conservar las especies de flora de la región.*

## FAUNA SILVESTRE.

Los estimados de la diversidad de Shannon-Wiener de la fauna silvestre por grupos faunísticos en la cuenca y el conjunto de predios donde se pretende el CUSTF son los siguientes:

### *Anfibios*

En el ecosistema de selva mediana caducifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H' = 1.6380$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H' = 0.0000$ .

**Tabla 6.7.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los anfibios en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

ANFIBIOS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	6	0
H' CALCULADA	1.6380	0.0000
H' MAXIMA=Ln (S)	1.7918	0.0000
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9142	0.0000

El ecosistema de la cuenca presenta una equidad de  $J = 0.9142$  que es mayor que el obtenido en el área objeto de CUSTF que registró un valor de  $J = 0.0000$ , esto nos indica que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca y que la distribución de individuos por especie es más homogénea en comparación al área de CUSTF para el proyecto.

### *Reptiles*

En el ecosistema de selva mediana caducifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H' = 3.0108$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H' = 1.5576$ .

Así mismo, el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de  $J = 0.9135$  que es mayor que el obtenido en el área objeto de CUSTF que registró un valor de  $J = 0.8693$ , esto nos indica que hay mayor riqueza en el ecosistema de la cuenca y que la distribución de individuos por especie es más homogénea en comparación al área de CUSTF para el proyecto.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de los reptiles, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diversa que el área a afectar por CUSTF.

**Tabla 6.8.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los reptiles en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

REPTILES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	27	6
H' CALCULADA	3.0108	1.5576
H' MAXIMA=Ln (S)	3.2958	1.7918
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9135	0.8693

### Aves

En el ecosistema de selva mediana caducifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H' = 4.4707$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H' = 3.6506$ .

No obstante, tanto el ecosistema de la cuenca como el predio presentan un valor de equidad similar de para la cuenca se obtuvo  $J = 0.9666$  y en el predio  $J = 0.9647$ , esto nos indica ambos ecosistemas tienen una condición similar en cuanto a la distribución de los individuos en la comunidad faunística del grupo de las aves.

Con base en el índice de diversidad obtenido en el cálculo para el grupo faunístico de las aves, se determina que el ecosistema de la cuenca es más diverso que el área a afectar por CUSTF.

**Tabla 6.9.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de las aves en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

AVES	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	102	44
H' CALCULADA	4.4707	3.6506
H' MAXIMA=Ln (S)	4.6250	3.7842
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9666	0.9647

### Mamíferos

En el ecosistema de selva mediana caducifolia de la cuenca se registró un índice de diversidad Shannon-Wiener de  $H' = 2.6285$ , resultando mayor que el del área sujeta a cambio de uso de suelo el cual fue de  $H' = 1.3209$ .

El ecosistema de la cuenca presenta una equidad de  $J = 0.9094$  más baja que la obtenida para el predio del proyecto el cual obtuvo  $J = 0.9528$ , sin embargo no es un resultado significativo, tomando en cuenta el número de especies que se registraron en el polígono del proyecto. Como se manifestó anteriormente, esto nos indica ambos ecosistemas tienen una condición similar en cuanto a la distribución de los individuos en la comunidad faunística del grupo de las aves, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6.10.** Riqueza y diversidad del grupo faunístico de los mamíferos en la cuenca y el predio donde se pretende el CUSTF.

MAMÍFEROS	CUENCA	PREDIO
RIQUEZA (S)	18	4
H' CALCULADA	2.6285	1.3209
H' MAXIMA=Ln (S)	2.8904	1.3863
EQUIDAD (J)=H / H MAX	0.9094	0.9528

Para evitar el mayor impacto a la fauna silvestre dentro del área de CUSTF se aplicara un Programa de acción para la protección y conservación de fauna silvestre (Ver **Anexo 7** de este Estudio Técnico).

*Por lo anterior y dado que el ecosistema en la cuenca presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF, la conclusión es al realizar el CUSTF no se compromete la biodiversidad de la fauna silvestre de la región.*

*Por todo anterior, es importante concluir que NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD EN GENERAL con respecto al conjunto de predios y a su vez a la cuenca Yucatán.*

2. Por lo que corresponde al segundo de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS**, se observó lo siguiente:

De acuerdo a toda la información vertida en Capítulos anteriores de este estudio se puede realizar las siguientes aseveraciones con la finalidad de demostrar la no erosión del suelo.

**VISTOS DE MANERA PUNTUAL Y EN EL ÁREA DE ESTUDIO SE PUEDE INDICAR LO SIGUIENTE CON RESPECTO AL RECURSO SUELO:**

- **Suelos.** Con base en los conocimientos sobre los suelos de la península de Yucatán, en general podemos decir que proceden de una base calcárea, distribuidos en grandes accidentes geográficos y de formación reciente (Flores y Miranda 1994).
- El suelo del conjunto de predios bajo estudio, según la clasificación de la FAO/UNESCO e INEGI, se caracteriza por ser básicamente de tipo Litosol (I) y Rendzinas (E). Cuando estos dos tipos de suelo se presentan en conjunto, comúnmente conforman sustratos someros con fragmentos rocosos, variando la profundidad de la tierra de una manera heterogénea.
- **Relieve, pendiente, geomorfología.** De forma particular, el área del proyecto en cuestión ocupa una Planicie de plataforma nivelada (5 - 20 m) plana con muy pocas ondulaciones (0-0.5 grados) karstificada, con karso desnudo (70-80%) sobre calizas.
- **Cubierta vegetal.** La vegetación del área está dominada por las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas de selva mediana caducifolia con vocación forestal en su mayor superficie; pero también, se encuentran áreas de acahuals.
- **Corrientes hidrológicas superficiales.** No existen cuerpos de agua superficial dentro del predio bajo estudio, ni en el área de CUSTF.

**ANTECEDENTES PARA OTRAS ÁREAS:**

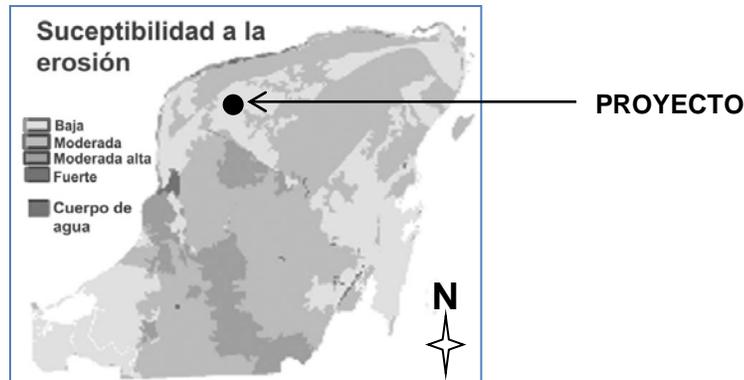
Las condiciones anteriores son diferentes a las presentes en otros lugares con altos valores de erosión en el país. Por ejemplo, el 44% del territorio nacional son montañas con pendientes de hasta 35 grados de inclinación. En las montañas los ecosistemas son muy frágiles, tanto por sus características biológicas como por sus suelos delgados y se encuentran en declive. Lo que hace que, al eliminarse la vegetación, los suelos queden desprotegidos ante la fuerza de la lluvia y esto forma profundas cárcavas con efectos irreversibles en el ambiente.

Así mismo, en la parte alta de las cuencas hidrográficas los ríos remueven materiales del suelo y los arrastran junto a los que han llegado a su cauce por simple deslizamiento. Por ello, pronunciadas pendientes, combinadas con exceso de lluvias que enriquecen el caudal de los ríos se traduce en un mayor poder erosivo (Hovius, 1998). La deforestación en ciertas zonas de las cuencas hidrológicas, provoca que haya mayor arrastre de materiales sólidos, lo cual causa la salinización de suelos y la acumulación de materiales, obstaculizando la circulación de las corrientes de agua y por consiguiente, disminuye la cantidad de agua, además de la pérdida de suelos fértiles (<http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/iv.html>).

Como se puede observar la condición presente en el área de estudio es totalmente diferente a la presente en las montañas empezando por el tipo de ecosistema, el declive pronunciado y la presencia de corrientes hidrológicas superficiales, etc., factores que no se encuentran en el área bajo estudio. Aunado a lo anterior y de acuerdo a estudios realizados por Chiappy y Gama (2004<sup>2</sup>) indican que el área de estudio se encuentra en una zona en donde la erosión potencial es baja. Las

<sup>2</sup> C Chiappy y L Gama, 2004. Modificaciones y fragmentación de los geocomplejos tropicales de la Península de Yucatán. Universidad y Ciencia. Número especial I. 17-25.

superficies con erosión potencial baja dentro de la península de Yucatán son del orden de 44,875 km<sup>2</sup>; por lo que de acuerdo a lo anterior, el CUSTF que se solicita de darse el caso podría contribuir con el 0.001 % de erosión baja.



**Figura 6.1.** Mapa de susceptibilidad a la erosión edáfica en la península de Yucatán.

De manera particular, de acuerdo al cálculo de la pérdida de suelo mediante la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS). Se realizaron cálculos para averiguar el valor promedio de pérdida de suelo actual natural y potencial de la cuenca hidrológica forestal. La comparación de estos (pérdida de suelo en la cuenca y predio) indica que tanto de manera natural como la potencial en la cuenca se tienen y tendrían mayores valores de pérdida en comparación al experimentado en el área de CUSTF. Lo anterior, debido a la gran superficie de la cuenca y que en caso de exponerse totalmente el suelo de la misma a las condiciones de intemperie y sin protección alguna la pérdida sería de importancia, tal como se puede observar:

**Tabla 6.11.** Escenarios de la pérdida de suelo en la Cuenca y el área pretendida para el CUSTF.

ESCENARIOS	PROMEDIO DE LA PÉRDIDA DE SUELO ANUAL	
	Cuenca (t/ha*año)	Predio (t/ha*año)
<b>SITUACIÓN ACTUAL (SIN PROYECTO)</b>	0.57	0.0812
<b>SITUACIÓN CON PROYECTO Y SIN PRACTICAS ANTIEROSIVAS</b>	570.57	81.2354
<b>SITUACIÓN CON PROYECTO Y PRACTICAS ANTIEROSIVAS</b>	570.00	8.1235

La tabla anterior indica que actualmente tanto en el predio como en la cuenca se tiene una tasa de pérdida de suelo natural insignificante de 0.0812 y 0.57 ton/ha/año. Es decir, anualmente de manera natural se pierde una lámina de suelo de 0.008 mm y 0.057 mm (considerando que 1 mm de suelo es igual a 10 t/ha de suelo) en el predio y la cuenca, respectivamente.

No obstante a lo anterior se tiene que al llevar a cabo el CUSTF en el predio; pero manteniendo medidas preventivas y antierosivas (labranza de conservación y reforestación con especies nativas) se tendría en el área de estudio una pérdida de suelo de 8.1235 ton/ha/año. De darse la erosión anterior, este no sería superior a la erosión máxima permisible que en algunas regiones de México

es de 10 ton/ha año (Martínez-Méñez, 2005<sup>3</sup>) y por lo tanto el proyecto no provoca la degradación del suelo en la región.

Como se puede observar la pérdida de suelo que se tendrá con proyecto y medidas antierosivas representa únicamente el 5% del potencialmente probable con proyecto y sin medidas antierosivas.

A pesar de lo anterior, el proyecto tiene además planteado buenas prácticas ambientales (adicionales a las prácticas antierosivas) como el mantenimiento de una extensa superficie como áreas de amortiguamiento en toda la periferia del área de CUSTF (201.318965 ha que representa el 40%), la recuperación del suelo en una superficie de 63.412301 ha (suelo removido en el área de CUSTF) y el arroje de los mismos. Este material edafológico será utilizado para las labores de reforestación que se realizaran en el área de estudio.

Las dos medidas adicionales prevendrán la pérdida de 21,505.56 ton/año de suelo (Litosol-Rendzina) en el predio bajo estudio, tal como se puede observar a continuación:

**Tabla 6.12.** Prevención de la pérdida potencial anual del suelo en el conjunto de predios bajo estudio.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN ADICIONALES	PREVENCIÓN DE LA PÉRDIDA POTENCIAL ANUAL DEL SUELO			
	t/ha*año	t/63.41 ha*año	t/201.32ha*año	t/264.73 ha*año
AREA DE RECUPERACION DE SUELO	81.2354	5151.33		
MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO			16354.23	21,505.56

Es decir el proyecto además de que contribuirá a la no pérdida del valor máximo permitido de suelo (10 ton.ha.año) en algunas regiones del país (principalmente en áreas montañosas y con pendientes pronunciadas; ya que en el área de estudio se tendrá una pérdida máxima de 8.1235 ton.ha.año (únicamente en el área afectada por el CUSTF y que representa el 8.51% del total del predio). También contribuirá a la continuidad de la prestación del servicio ambiental de protección, conservación del suelo y agua de la región en una vasta extensión de terreno.

Las áreas de amortiguamiento de 2, 013,189.65 m<sup>2</sup> (201.318965 ha) con una representatividad del 40 % del total del predio que se mantendrá dentro del conjunto de predios en donde se llevará a cabo el CUSTF para el proyecto seguirá albergando especies de plantas nativas y suelo natural típico de la región que seguirán prestando servicios ambientales como la protección de los suelos y la continuidad de procesos para la formación de los mismos.

***Con base a los datos anteriormente vertidos se puede concluir que el recurso suelo tendrá un grado de AFECTACIÓN MÍNIMO; pero en ningún momento se compromete la integridad y cantidad (superficie o extensión) del suelo Litosol-Rendzina presente en la cuenca Yucatán.***

<sup>3</sup> Martínez-Méñez M. (2005). Estimación de la Erosión del Suelo. En: Curso-Taller: Desarrollo de capacidades orientadas al aprovechamiento del suelo, agua y vegetación. SAGARPA-INCA Rural-COLPOS. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Publicaciones/Lists/CursoTaller%20Desarrollo%20de%20capacidades%20orientadas%20a/Attachments/6/04estim-eros-sue.pdf>.

3. Por lo que corresponde al tercero de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN**, se observó lo siguiente:

### NO DETERIORARÁ LA CALIDAD DEL AGUA.

El principal problema sobre el recurso hídrico que se presenta en el estado es el incremento de la contaminación del acuífero. La contaminación tiene dos orígenes: antropogénico, debido a la falta de alcantarillado, fosas sépticas mal construidas o mal diseñadas y fecalismo al aire libre; y natural, debido a la intrusión salina en la franja costera del estado y la presencia de yesos en el subsuelo en algunas áreas del sur. En la mayor parte del estado, el efluente doméstico, comercial o aguas de desecho se descargan al subsuelo por medio de tanques sépticos y pozos someros abandonados, debido a la falta de un sistema de drenaje sanitario (Graniel-Castro, 2010<sup>4</sup>).

La calidad del agua en el área de estudio de acuerdo a un reciente reporte de Pacheco *et al.*, (2004) indica lo siguiente:

**Tabla 6.13.** Calidad del agua en el municipio de Umán, Yucatán.

PARÁMETRO	CALIDAD
Coliformes fecales (NMP/100ml)	0-10 (Aceptable)
Concentraciones de Nitrato (mg/l)	2.57-25.00
Concentraciones de Cloruro (mg/l)	201-250
Concentraciones de Sodio (mg/l)	32-150
Concentraciones de Dureza Total (mg/l)	256-400
Concentraciones de Cadmio (mg/l)	0-0.020
Nivel de Contaminación	Sin Contaminación
Aguas Predominantes	Na-Cl/Ca-HCO <sub>3</sub>

Fuente: Pacheco *et al.*, 2004<sup>5</sup>.

Como se puede observar los municipios en donde se encuentra inmerso el proyecto presentan una calidad de agua con nivel de contaminación catalogada como **SIN CONTAMINACIÓN**.

Tomando en cuenta, durante el CUSTF y la operación del banco de material pétreo, se podría presentar el fecalismo al aire libre, situación por la que se tomarán las medidas necesarias para reducir el grado de afectación. Por lo tanto, para evitar la contaminación del suelo, el agua subterránea y evitar la disposición inadecuada de las aguas residuales de origen sanitario provenientes de los frentes de trabajo se contratará una empresa arrendadora de sanitarios portátiles certificada, cuyo servicio consistirá en la instalación de 1 sanitario móvil por cada 15 trabajadores en los frentes de trabajo, dará mantenimiento de estas letrinas, realizará la disposición final de las aguas residuales y por último, exhibirá una factura del prestador de servicios correspondiente al arrendamiento anteriormente mencionado. Estos sanitarios móviles serán de uso obligatorio para todos los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto. Así mismo se implementará la aplicación de procedimientos de manejo y disposición de residuos sólidos urbanos, procedimientos de manejo y disposición para residuos peligrosos, procedimiento de supervisión y vigilancia

<sup>4</sup> Graniel-Castro E. (2010). Hidrología. En: Durán García, Rafael y Martha Méndez González (ed.). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yucatán. 496 pp.

<sup>5</sup> Pacheco-Ávila J., A. Cabrera-Sansores y R. Pérez-Ceballos. 2004. Diagnóstico de la Calidad Subterránea en los Sistemas Municipales de Abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. Ingeniería 8-2, 165:179.

ambiental que en conjunto prevendrán de algún modo la contaminación del suelo y el agua de la zona.

Además de la medida anteriormente señalada se mantendrán áreas de amortiguamiento que ocupan el 40% (201.318965 ha) del área total del conjunto de predios bajo estudio en donde quedaran intactas la vegetación nativa y suelo natural que permitirán la filtración, purificación del agua y seguimiento en la captación de agua de calidad en la región, entre otros servicios ambientales.

***Por todo anterior, es importante concluir que NO SE COMPROMETERÁ LA CALIDAD DEL AGUA con respecto al conjunto de predios y a su vez a la Cuenca B. Yucatán.***

#### EN CUANTO A LA CANTIDAD

El proyecto no disminuirá la captación del agua de lluvia en la cuenca en donde se encuentra inmerso; ya que las estimaciones realizadas de los balances hidrológicos de la Cuenca Yucatán y del área de CUSTF (Presentados en el Apartado IV.3 del **Capítulo IV** del presente estudio) permiten visualizar que la afectación de la captación de la cantidad de agua será mínima e imperceptible como a continuación se puede observar:

**Tabla 6.15.** Representatividad de la afectación del CUSTF (Infiltración) respecto a la infiltración potencial percibida en el Estado de Yucatán, Cuenca y Predio bajo estudio.

	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	INFILTRACIÓN (m <sup>3</sup> )	(%)
<b>VALORES ESTIMADOS</b>			
Estado de Yucatán	141,523,000,000	25,315,700,000.00	100.00
Área de la Cuenca B Yucatán	42,279,145,900.00	7,562,913,264.00	29.87
<b>VALORES CALCULADOS</b>			
Área total del proyecto	4,434,201.95	3,146,170.59	0.0124
Área cambio uso del suelo (sin proyecto)	377,279.69	267,688.82	0.0011
<b>Área de cambio de uso de suelo (con proyecto)</b>	377,279.69	<b>213,077.58</b>	0.0008

Lo anterior representa el comparativo de la pérdida de captación de agua (267,688.82-213,077.58 = 54,611.24 m<sup>3</sup>) por motivo del CUSTF por el proyecto de apertura y operación de un banco de material pétreo en húmedo y que representa el 20.4% respecto a la infiltración potencial percibida en el área de CUSTF. La pérdida anterior en captación y filtración del agua (132,404.88 m<sup>3</sup>) por motivo del CUSTF representa únicamente el 0.0005%, 0.002% y 4.4% de lo que se capta y filtra actualmente en el Estado de Yucatán, Cuenca B Yucatán y predio total en donde se pretende el CUSTF, respectivamente.

A pesar de que existiría la pérdida en la captación de agua por motivo del CUSTF, en el área de CUSTF y del banco se seguirá dando una infiltración. Aunado a lo anterior, al considerar como medida de mitigación el mantener las áreas de amortiguamiento con vegetación y suelo natural se tiene que el proyecto prevendrá la pérdida en la captación de agua por filtración de 1,600,448.10 m<sup>3</sup>, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

**Tabla 6.16.** Mitigación en la pérdida de filtración de agua en el **ÁREA DEL PROYECTO.**

CONDICION	PERDIDA DE INFILTRACION DE AGUA (m3/Año) en 63.412301 ha	%
<b>TOTAL DE INFILTRACION A MITIGAR</b>	132,404.88	100
<b>MEDIDA DE MITIGACION</b>		
INFILTRACION DE AGUA MITIGADA (m3/Año)		%
<b>INFILTRACION QUE SE SEGUIRA DANDO EN EL ÁREA SELLADA POR EL PROYECTO</b>	244,493.11	184.66
<b>INFILTRACIÓN MITIGADA POR LA PERMANENCIA DE ÁREAS DE AMORTIGUAMIENTO</b>	1,196,561.45	903.71
<b>TOTAL DE MITIGADO</b>	1,441,054.57	1088.37

Como se puede observar con las medidas de mitigación se logra mitigar completamente la pérdida de infiltración de agua que se tendrá por motivo del CUSTF. Con las medidas de mitigación antes planteadas permitirán el seguimiento en la filtración de un volumen de 1, 441,054 m<sup>3</sup>/año en el área de estudio.

*De esta manera, se puede indicar que **NO SE AFECTARÁ SIGNIFICATIVAMENTE LA CAPTACIÓN DE AGUA EN LA CUENCA HIDROLÓGICA FORESTAL B YUCATÁN Y EN EL PREDIO POR EFECTO DEL PROYECTO.** Asimismo, mediante la aplicación de las medidas de mitigación permiten abatir completamente la posible pérdida de agua por infiltración, permitiendo a su vez el servicio ambiental de la captación de agua en cantidad.*

*Por todo lo anterior, es importante concluir que no se comprometerá la provisión de agua en cuanto a la cantidad de infiltración con respecto a la Cuenca B Yucatán y al predio bajo estudio.*

4. Por lo que corresponde al cuarto de los supuestos, referente a la obligación de demostrar que **LOS USOS ALTERNATIVOS DE SUELO QUE SE PROPONGAN SERÁN MÁS PRODUCTIVOS A LARGO PLAZO**, se observó lo siguiente:

#### VALOR ECONÓMICO DEL USO DE SUELO ACTUAL (COMO ECOSISTEMA).

Los costos ambientales serán mínimos para este sitio; un factor importante es que la zona del proyecto no presenta flora abundante que pudiera ser afectada por los trabajos a realizar, en general solo se aprecia con mayor abundancia la vegetación tipo arbustiva-arbórea en sucesión; pero, con terreno con una vocación forestal.

De acuerdo a la estimación económica de los recursos biológicos-forestales que se derivarán por el CUSTF representan los siguientes:

**Tabla 6.17.** Resumen de los productos a obtener y sus valores estimados de los recursos biológicos-forestales del área para CUSTF.

PRODUCTO	VALOR ESTIMADO (\$)
Carbón vegetal	1,218,665.72
Madera para artesanías	2,195,432.87
Fauna silvestre y otros organismos biológicos	328,815.00
<b>SUMA</b>	<b>3,742,913.59</b>

No se encontraron plantas herbáceas o arbustivas que pudiesen ser comercializadas, ni hongos u otros organismos con valor como alimento, por lo cual el valor de los recursos bióticos-forestales del área pretendida para el CUSTF (37.727969 ha) asciende a la cantidad de \$ **3,742,913.59** pesos.

#### VALOR ECONÓMICO DEL ÁREA DE CUSTF SI FUERA USADA PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ (ZEA MAYS).

En el supuesto de los casos de que el área de CUSTF fuera utilizado para la producción de maíz se tendría una ganancia económica basada en las siguientes inferencias:

**Tabla 6.18.** Rendimiento que se obtendrían por el CUSTF y establecimiento de plantaciones de maíz (kg/ha) en el predio bajo estudio.

ÁREA DE ESTUDIO	MONTES 15 DE DESCANSO		REFERENCIA
	Producción de maíz (kg/ha)		
	Primer año	Segundo año	
Homún, Yucatán	1500	850	García <i>et al</i> ; 2005
Área del proyecto a desmontar forestal (CUSTF)	Producción de maíz (kg/63.412301 ha)		Este proyecto
	95,118.45	53,900.46	

Como se puede observar en la tabla anterior en el área forestal a desmontar por CUSTF se obtendría un rendimiento total de 88,660.73 kg de maíz en dos ciclos de producción, en donde en el primer ciclo se dará una producción de 95,118.45 kg y en el segundo ciclo se dará únicamente 53,900.46 kg con una reducción del orden del 43%. Esta reducción en producción se daría como respuesta al

grado de descanso, la poca fertilidad del área y a la regulación del ciclo de nutrientes en el suelo y pérdida de productividad.

Tomando en cuenta que el costo actual promedio del maíz en la península de Yucatán es de aproximadamente \$ 4,000.00 pesos/tonelada se tendría una ganancia de \$ 380, 473, 806.00 pesos por la venta del mismo. Esta producción traería como consecuencia la fragmentación de ecosistemas además de una serie de impactos negativos al suelo por el tradicional roza-tumba-quema que se practica comúnmente en la región, a tal grado de que tiene una fuerte influencia sobre pérdida de nutrientes y por ende la productividad del suelo.

### **VALOR ECONÓMICO DEL ÁREA DE CUSTF A FUTURO CON EL PROYECTO DE APERTURA Y OPERACIÓN DEL BANCO DE MATERIAL PÉTREO EN HÚMEDO.**

En principio, el desarrollo del proyecto requerirá de un monto de inversión total de aproximadamente \$10, 026,000.00.

Como se ha manifestado en párrafos anteriores, el área de estudio tiene un edad sucesional de 15 años con un valor económico actual de los recursos biológicos forestales (ecosistema) de \$ **3,742,913.59** 42 pesos.

Por otro lado en el largo plazo si se llevará a cabo el CUSTF para el establecimiento de cultivos de maíz es posible realizar hasta 2 ciclos de producción con un rendimiento máximo esperado de 88,660.73 kg (88.66 toneladas) y con un monto económico de \$ 380, 473, 806.00 pesos.

El valor intrínseco del ecosistema y la ganancia a obtener por llevar a cabo el cultivo de maíz en el predio representa únicamente el 0.2% y el 94% respecto al monto económico de inversión inicial para la elaboración del proyecto. Sin embargo, en el largo plazo y como parte de conversión productiva del área de estudio mediante la extracción de materiales pétreos el capital invertido se recuperará en tan solo 5 años (del año 6 hasta el año 14 se tendrán ganancias); siendo el proyecto totalmente viable desde el punto de vista económico.

### **6.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

El promovente realizará una inversión de activos fijos, lo cual representa una importante activación para la economía de la zona, ya que se fomentará la generación de empleos directos e indirectos y aumentará la demanda de bienes y servicios. Como resultado del análisis de las ventajas que se tendrán con el nuevo uso de suelo propuesto, se puede afirmar que la rentabilidad de este, es mucho mayor con respecto al uso actual del terreno, conforme a lo siguiente:

- La vegetación existente en la superficie a intervenir no contiene especies maderables o no maderables que representen una importancia comercial sobresaliente, que pudieran aportar un beneficio económico importante para el dueño del predio, por medio de su aprovechamiento sustentable.

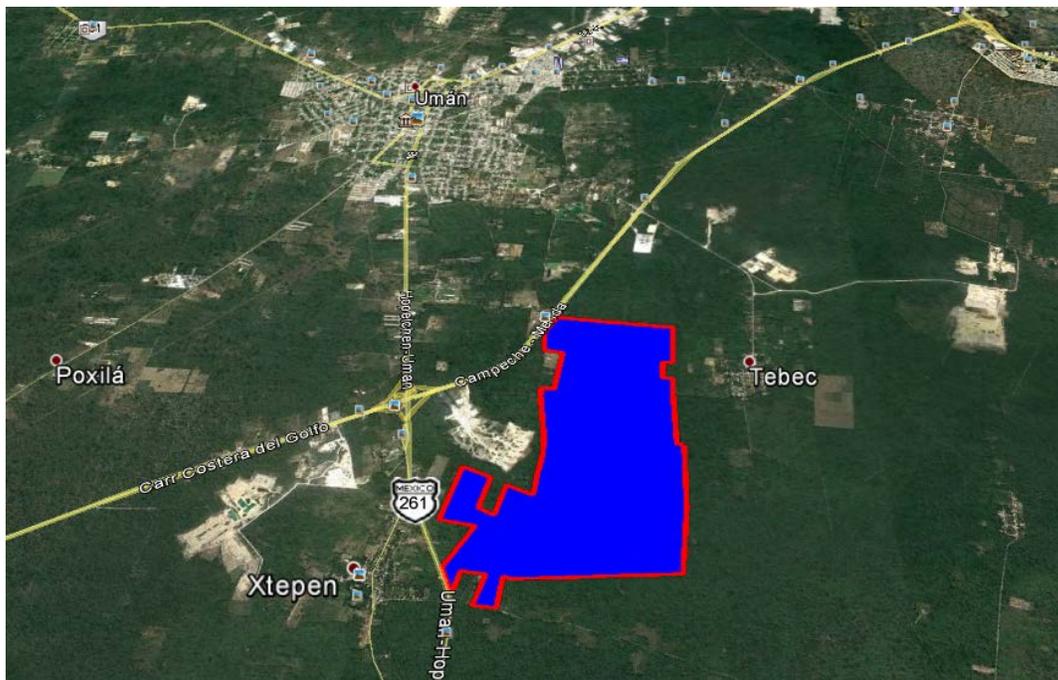
- Las especies vegetales existentes en el predio son de bajo valor comercial, ya que a lo más se puede obtener productos no maderables, lo cual limita el desarrollo de una actividad forestal maderable y no maderable rentable y sostenida.
- La precipitación que se presenta en el predio es muy baja lo cual limita el desarrollo de una actividad agrícola rentable.
- El nuevo uso del predio, como banco de material pétreo, generará fuentes de empleo para los habitantes de las zonas aledañas al predio y el promovente obtendrá un beneficio económico directo por la venta de este material.

Por otro lado, con el análisis de las ventajas que se tendrán con el nuevo uso de suelo propuesto, se puede determinar que la rentabilidad de este, será mucho mayor con respecto al uso actual del terreno, conforme lo siguiente:

- La actividad comercial reflejará un incremento, siendo el comercio de básicos el que se verá incrementado principalmente particularmente en las poblaciones circunvecinas.

### 6.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.

El polígono bajo estudio se encuentra ubicado en el sureste de la ciudad de Umán, siendo más precisos en la localidad de Tebec perteneciente al municipio antes mencionado, tal como se puede observar en la siguiente figura.

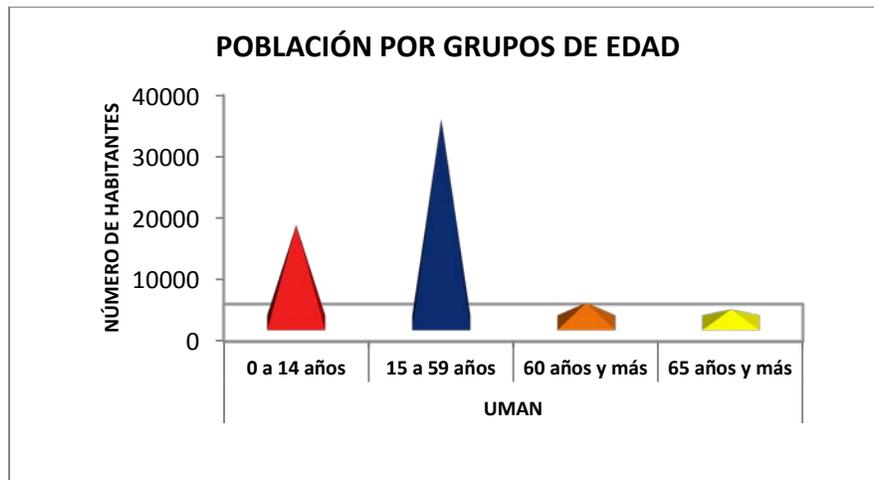


**Figura 6.2.** Ubicación del proyecto dentro del municipio de Umán, Yucatán.

Las estadísticas que a continuación se presentan se relacionan con el censo del año 2010 del INEGI, indicadas para el municipio antes comentado, esto debido a la importancia del municipio para el estado y por la disposición de los datos censales.

## DEMOGRAFIA

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010 efectuado por el INEGI la población total en el municipio de Umán es de 50, 993 habitantes., siendo la población masculina 25,443 personas y la población femenina de 25, 550. La población total del municipio representa el 2.5 %, con relación a la población total del estado de Yucatán.



**Figura 6.3.** Población por grupos de edad en el municipio de Umán.

La figura anterior visualiza la presencia de la población por grupos de edad en el año 2005 dentro del municipio de Umán, en donde se puede observar que los grupos de edad de 15-59 años fueron las más representativas (60.66 %), seguido por el grupo de 0-14 años con 29.29 %. Como se puede observar la gran mayoría de sus habitantes están en plena edad de solicitud de oportunidades de empleo y oportunidades de vivienda.

## VIVIENDA

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI, el Municipio de Umán cuenta al año 2010 con 12, 748 viviendas.

La mayor parte de las viviendas disponen de agua de la red pública 11, 146 viviendas; mientras que las viviendas particulares que disponen de energía eléctrica son 12, 564. Son 12, 543 viviendas los que tienen piso de material diferente de tierra.

En cuanto a otros servicios que poseen las viviendas, 11, 137 disponen de sanitario, el 10, 460 disponen de refrigerador, 2, 293 disponen de computadora y el 12, 163 de las viviendas tienen televisor.

## SALUD

En cuanto a la infraestructura del sector salud, en el municipio de Umán se cuenta con 2 unidades de consulta externa y 2 de unidades de hospitalización.

## ECONOMÍA

En cuanto a las condiciones de empleo en el municipio de Umán según el Censo de Población y Vivienda 2010 se tiene que la Población Económicamente Activa (PEA) representa el 53.90 %; mientras que la Población Económicamente Inactiva (PEI) representa el 45.79 % y lo no especificado de 0.31%. De la PEA un 2.36% se encuentra desocupada, este dato indica en general el gran número de habitantes (499 individuos) sin empleo o sin alternativas u oportunidades de empleo dentro del municipio.

A continuación se presenta la distribución de

**Tabla 6.19.** Distribución de población ocupada dentro del municipio de Umán.

Distribución de la Población Ocupada según sector de actividad, 2010		
Primario	11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	925
	21 Minería	60
Secundario	22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	108
	23 Construcción	1,725
	31 Industrias manufactureras	6,814
	43 Comercio al por mayor	739
Terciario	46 Comercio al por menor	2,906
	48 Transportes, correos y almacenamientos	1,572
	51 Información en medios masivos	84
	52 Servicios financieros y de seguros	144
	53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	24
	54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	190
	55 Dirección de corporativos y empresas	
	56 Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	412
	61 Servicios educativos	700
	62 Servicios de salud y de asistencia	333
	71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	141
	72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1,137
	81 Otros servicios excepto actividades de gobierno	2,324
	93 Actividades del Gobierno y de organismos internacionales y territoriales	659
No especificado	99 No especificado	118

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Microdatos de la muestra.

Con todo lo anteriormente vertido se puede indicar que el presente proyecto viene a impulsar la promoción de fuentes de empleo directo e indirecto en el sector minería, construcción, servicios y transportes que traerán como consecuencia una derrama económica con beneficios para la población de la región.

Aunado a todo lo anterior, una de las principales justificantes para la realización del proyecto es debido a la creciente demanda de materiales y agregados pétreos en el Estado de Yucatán, debido al aumento en la actividad de la industria de la construcción y al crecimiento de la ciudad de Mérida Yucatán, ha obligado a las empresas extractoras de materiales pétreos, ha aumentar su producción con el fin de tener abasto de estas materias primas de la construcción.

Asimismo, satisfacer la demanda regional de materiales de construcción, principalmente piedra, grava y polvo de piedra.

Funcionar como fuente de suministro de materiales de construcción de las principales empresas constructoras de los municipios de circundantes y en general de la región.

Con el desarrollo de este proyecto se generarán empleos directos e indirectos en la zona, beneficiando principalmente al municipio de Umán. Se generarán 10 empleos permanentes durante el desarrollo del proyecto. Los empleos indirectos corresponderán aproximadamente a 15 empleos. Además de ello, la demanda de servicios aumentará y en consecuencia el flujo económico a consecuencia de la actividad minera. El proyecto representa una importante alternativa para la generación de fuentes de empleo en la zona, y reviste importancia debido a que esta se caracteriza por un alto índice de emigración de la población hacia las grandes ciudades de nuestro país, por la falta de fuentes de empleo permanentes en la zona y el bajo desarrollo de actividades agropecuarias y forestales rentables, como resultado de las limitantes climáticas, edáficas y la carencia de agua e infraestructura.

**DE ACUERDO A LOS DATOS ANTERIORES Y TOMANDO EN CUENTA LA GRAN OPORTUNIDAD DE EMPLEO QUE SE GENERARÁ A TRAVÉS DE ESTE PROYECTO, ES FACTIBLE EL MAYOR IMPULSO DEL SECTOR SECUNDARIO (MINERÍA, ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN) MAYOR DEMANDA AL TRANSPORTE Y COMERCIOS), POR LO QUE EN SUMA ESTE PROYECTO DETONARÁ LA ACTIVIDAD ECONÓMICA A NIVEL LOCAL (MUNICIPIO DE UMÁN) Y ASÍ COMO EL ESTATAL.**



# CAPITULO VII

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN  
DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS  
FORESTALES



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

# CAPITULO VII

<b>CAPÍTULO VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....</b>	<b>2</b>
7.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	2
7.2 IMPACTOS RESIDUALES .....	10
7.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS	11

## **CAPÍTULO VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES**

El diseño coherente y la objetividad de las medidas correctivas o de mitigación para reducir, eliminar o compensar los impactos ambientales negativos, es el objetivo de este capítulo. El DTU Modalidad B Regional se orienta a identificar la coherencia entre el impacto que se pretende prevenir o mitigar, y la medida propuesta para tal fin, así mismo se debe considerar que la ejecución de la misma sea viable (económica y técnicamente).

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra “Mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

- 1) de Prevención.- aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) de Mitigación.- aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) de Restauración.- acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- 4) de Compensación.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evita que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. En este capítulo se presentan las principales medidas que se deberán practicar a fin de maximizar la compatibilidad del proyecto con el ambiente.

### **7.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN**

Para describir las medidas propuestas se utilizaría cierta simbología que se describe a continuación, es conveniente mencionar que se especifica el tipo de medida a implementar, el componente del medio ambiente afectado, la etapa en que es aplicable la medida y los medios necesarios para dar seguimiento a cada acción realizada, de manera que funcionen como evidencias documentales, de control y cumplimiento ambiental de las actividades como se muestra en la **Tabla 7.1**.

**Tabla 7.1.** Simbología que se utilizara para categorizar las medidas propuestas del proyecto.

TIPO DE MEDIDA		COMPONENTE AFECTADO		ETAPA DEL PROYECTO	
Prevención	<b>P</b>	Aire	<b>Ai</b>	Preparación del Sitio	<b>Ps</b>
Mitigación	<b>M</b>	Flora	<b>I</b>	Operación y Mantenimiento	<b>Om</b>

TIPO DE MEDIDA	COMPONENTE AFECTADO	ETAPA DEL PROYECTO
Compensación C	Fauna Fa Suelo S Agua Ag	Abandono..... A

Las medidas siguientes están enfocadas a lo siguiente componentes:

- Componente aire.
- Componente flora silvestre.
- Componente fauna Silvestre.
- Componente suelo.
- Componente agua.

En las siguientes tablas se presentan las medidas mencionando su tipo, los componentes ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y el seguimiento que se le dará.

**Tabla 7.2.** Medidas para el componente ambiental **AIRE**.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento periódico que incluya afinación mayor y reemplazo de piezas o partes defectuosas. Contar con comprobantes.	P	Ps, Om	Facturas de talleres externos. Llevar a cabo el procedimiento de supervisión ambiental.
Los vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.	P	Ps, Om	Bitácora de Mantenimiento por vehículo.
Los vehículos para el transporte de material pétreo utilizados en el proyecto, deberán contar con verificación vehicular según aplique estatal o federal.	P	Ps, Om	Tarjetones de verificación vehicular, programa de verificación
Queda estrictamente prohibido la quema de residuos sólidos en el área de trabajo	P	Ps, Om	Disposición final en el relleno sanitario de UMAN con la consecuente exposición del recibo correspondiente del relleno sanitario. Toma de fotografías del manejo y disposición de los residuos.
Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto, deberá contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	P	Ps, Om	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.
Se deberá solicitar a los transportes	P	Om	Por medio del reporte fotográfico

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
del material pétreo, que coloquen lonas sobre el material transportado o bien que humedezcan la capa superior del material para evitar la dispersión de partículas sólidas durante su trayecto			que se generen de visitas al sitio seleccionado para desarrollar el proyecto con objeto de constatar el cumplimiento de las medidas propuestas
El personal empleado no deberá encender fogatas, quemar residuos o restos de vegetación seca	P	Om, A	Por medio del reporte fotográfico que se generen de visitas al sitio seleccionado
Se deberá humedecer los caminos internos, con el fin de minimizar la emisión de polvos.	P	Ps, Om	Supervisión en campo, fotografías de la realización de dicha actividad.
Los trabajadores y operadores que estén expuestos al ruido producido por la maquinaria, deberán utilizar tapones auditivos.	P	Ps, Om	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo.

**Tabla 7.3.** Medidas para el componente ambiental **FLORA SILVESTRE.**

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Para el desmonte de la vegetación se efectúa el presente Documento Técnico Unificado Modalidad B Regional el cual será sometido a su evaluación en la DGGFS de la SEMARNAT, para solicitar el Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) y el dictamen en materia de impacto ambiental.	M	Ps	Resolutivo con autorización para el CUSTF y la construcción del proyecto, emitido por la DGGFS.
Se mantendrán áreas de amortiguamiento con una superficie de 195.53 ha que representa el 44.10 % con respecto al área total del predio. Esta área de conservación se encuentra en los alrededores del área de CUSTF, por lo que en este sentido el proyecto pretende garantizar que se promuevan corredores de vegetación adecuados para los grupos faunísticos identificados en la zona.	M	Ps, Om	Supervisión en campo, fotografía del desmonte.
Las actividades de desmonte y despalle se limitarán a las áreas solicitadas en este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.	P	Ps, Om	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico). Memoria fotográfica del desmonte.
La vegetación producto del desmonte se deberá trozar con herramienta manual o por maquinaria (picadora) y depositarlo en	C	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografías del traslado y depósito del material.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
los claros o zonas con poca vegetación existentes dentro de las áreas verdes del proyecto con la finalidad de contribuir a la formación del suelo de la región.			
No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.	P	Ps, Co	Supervisión en campo, fotografía del desmonte
Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación.	P	Ps, Co	Supervisión en campo del cumplimiento de esta medida.
Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de flora silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).	P	Ps,	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de especies forestales. Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reubicadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección y conservación de las Especies forestales.
Las especies nativas de mayor importancia en la composición y estructura de la vegetación del área pretendida para el CUSTF será motivo de rescate y reubicación en las áreas de conservación del proyecto (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).	P	Ps	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de rescate y reubicación de las especies nativas propensas a afectación. Demostrar un éxito del 80% en índice de sobrevivencia de las especies reforestadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades del programa de rescate y reubicación de las especies forestales.
Posterior a la explotación se deberá rehabilitar el de taludes con especies nativas para contribuir a la estabilización del área y evitar lixiviación y aporte orgánico de las inmediaciones a la laguna. La presencia de esta área restaurada en conjunto con el área de amortiguamiento se espera el restablecimiento natural de las especies de flora y fauna silvestre.	C	A	Se aplicara un Programa de Restauración (Ver Anexo 6 de este estudio) para el área de taludes con especies nativas y se aplicará un programa de supervisión ambiental.

**Tabla 7.4.** Medidas para el componente ambiental **FAUNA SILVESTRE.**

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de desmonte-despalme del terreno y construcción.	P	Ps, Om, A	Supervisión en campo.
Previo a la actividad de maquinaria pesada e incluso durante su labor, se realizarán revisiones en el área a afectar, para ahuyentar, rescatar o reubicar a la fauna susceptible de afectación por el CUSTF mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 7</b> de este estudio).	M	Ps, Om	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de la especies de fauna silvestre. Toma de fotografías acerca del rescate y reubicación de los ejemplares.
En las áreas de afectación, revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de afectación.	M	Ps, Co	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 7</b> de este estudio técnico). Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo.
En las áreas de amortiguamiento mantenidas en el proyecto se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de acción para la protección de la fauna silvestre.	M	Ps, C. A	Supervisión en campo y toma de fotografías para el sustento de las actividades realizadas.
Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna presente en el área, el proyecto contempla áreas de amortiguamiento en la cual serán mantenidos el suelo y la vegetación natural actual que están conectadas con terrenos circundantes con la misma condición en cuanto a la estructura de la vegetación que en conjunto permitirían la continuidad de los elementos naturales para el tránsito de la fauna silvestre de la región.	M	Ps, Om	
Para evitar la afectación de la fauna de áreas colindantes a las áreas de amortiguamiento se deberá delimitar las áreas de desmonte.	M	Ps,	Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
			fauna.
Los trabajos de desmonte y despalme se realizarán por etapas, conforme a la programación de la obra, para permitir una salida gradual de la fauna hacia sitios menos perturbados.	M	Ps, Om.	Supervisión en campo y memoria fotográfica del desmonte direccionado a través de la aplicación de un Procedimiento de desmonte direccionado (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio técnico).
Se rescataran y reubicaran ejemplares de especies de fauna silvestre catalogadas bajo algún estatus de protección especial de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 ó de importancia ecológica en la región mediante la aplicación de un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver <b>Anexo 6</b> de este estudio).	P	Ps, Om, A	Supervisión en campo del cumplimiento del Programa de acción para la protección de la fauna silvestre. Demostrar un éxito del 80% en porcentaje de éxito obtenido (PEO) en las especies reubicadas por el proyecto. Presentar la memoria fotográfica de las actividades encaminadas a la protección de las especies de fauna silvestre.

**Tabla 7.5.** Medidas para el componente ambiental **SUELO NATURAL.**

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
En el proyecto se mantendrán áreas de amortiguación con en la cual no se removerá el suelo y vegetación natural.	P	Ps,Om	Supervisión en campo y fotografías
Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos.	P	Ps, Om, A	Temario de capacitación y memoria fotográfica de la capacitación.
En las áreas de trabajo se ubicaran botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto. Se fomentara el reciclaje de los residuos.  En términos generales se aplicará un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.	M	Ps, Om	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.  Memoria fotografía de la ubicación de los recipientes con sus rótulos perfectamente claros.
Los residuos derivados de obras, excavaciones, desmontes o rellenos, será utilizado para rellenar en donde lo amerite. En ningún momento se dispondrá el	M	Ps, Om	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos del relleno sanitario en

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
material sobre vegetación nativa. Debido a la poca generación de este tipo de residuos, se reusará cerca la totalidad del mismo.			donde se lleve a cabo la disposición final.
Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados por la autoridad competente para su disposición final.	M	Ps, Om	Supervisión en campo, memoria fotográfica del retiro de los recipientes y recibos del relleno sanitario.
Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.	M	Ps, Om	Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado.
Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.	M	Ps, Om, A	Supervisión en campo, fotografías del retiro de la disposición final, recibos del ingreso de los residuos a disposición final.
La maquinaria utilizada deberá estar en buen estado, sin fugas o goteos de aceite o combustible. Cada unidad contará con recipientes para contener probables derrames o pequeños goteos.	P	Ps, Om	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos peligrosos (Ver <b>Anexo 5</b> de este documento técnico). Memoria fotográfica de los recipientes para contener alguna fuga o derrame accidental.
Se deberá tener un adecuado control y manejo de residuos de concreto asfáltico o de emulsión asfáltica a utilizar durante la construcción de las vialidades. Se deberá retirar este tipo de material y disponer en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.	M	Ps, Om, A	Supervisión en campo y memoria fotográfica del retiro de material de la obra.
Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.  En términos generales se aplicara un Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.	M	Ps, Om, A	Supervisión en campo de la aplicación del Procedimiento de manejo de residuos peligrosos. Presentar memoria fotográfica de la segregación en los contenedores.
Habilitar en el área de almacén	M	Ps, Om,	Supervisión en campo, y

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
contenedores con tapa, para el depósito de residuos sólidos peligrosos, deben estar bajo techo, los cual se almacenaran de manera temporal, hasta su traslado a disposición final. Los contendores deben estar rotulados.		A	memoria fotografía de los contenedores.

**Tabla 7.6.** Medidas para el componente ambiental AGUA.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
<p>No se deberá excavar a mayor profundidad de la solicitada en este estudio (8m por debajo del nivel freático).</p> <p>No introducir objetos extraños a cuerpos de agua, así como la utilización de maquinaria en mal estado que pudiera modificar o contaminar las características del agua. Se prohíbe depositar cualquier tipo de residuo al agua aflorada (laguna). Dicha agua no se deberá extraer para ningún uso</p>	P	O, A	El cumplimiento de la medida se verificara por medio de un programa de supervisión ambiental (Ver <b>Anexo 5</b> de este estudio)
Se mantendrán áreas de amortiguamiento que permitan la infiltración y recarga del acuífero de la zona del proyecto. La precipitación pluvial sé evapotranspira (80 %) y el resto se infiltra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst. Dado que la infiltración es rápida, la superficie de las áreas verdes permitirán la recarga del acuífero en la zona.	C	Ps, Om	Supervisión en campo de vértices delimitantes del área verde, delimitación de zonas de desmonte para el proyecto. Toma de fotografías de las áreas verdes.
Habilitar sanitarios portátiles (letrinas) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores. Lo anterior evitará el fecalismo al aire libre, contaminación del suelo y freático de la región.	P	Ps, Om	Facturas de renta de las letrinas móviles, memoria fotográfica de su colocación y supervisión en campo de uso.
Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de obra, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentre laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su	P	Ps, Om	Fotografías de la distribución de ellos y supervisión en campo.

MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	ETAPA	SEGUIMIENTO
USO.			
Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.	P	Ps, Om	Facturas de renta, fotografías del retiro de las aguas residuales.
Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo natural, incluyendo los restos de emulsión asfáltica y de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos.	P	Ps, Om	Supervisión en campo de la aplicación del procedimiento de manejo de residuos peligrosos.
Queda estrictamente prohibido tirar residuos sólidos diversos en el área de estudio	P	Ps, Om	Supervisar la correcta aplicación del Procedimiento de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
El agua para consumo de los trabajadores, procederá de bidones proveídos por la constructora.	M	Ps, Om	Fotografías del suministro de agua.

Para el correcto cumplimiento de las medidas de mitigación aquí emitidas, se deberá de ejecutar un programa de supervisión de la acción u obra de mitigación. Se supervisará el cumplimiento de las medidas de mitigación mediante inspección visual (supervisión ambiental), esto con el objetivo de que se cumplan las medidas propuestas en este capítulo.

## 7.2 IMPACTOS RESIDUALES

Las actividades extractivas en el banco de material implicarán dos principales afectaciones al sistema ambiental actual: la alteración adicional del relieve local y la exposición de agua del manto freático (creación de laguna de cantera). En el primer caso, el impacto en la zona es sinérgico, no atribuible exclusivamente al proyecto ya que el relieve será modificado previamente con la instalación del banco en estrato seco en el predio. Por otra parte, este proyecto no será el primer banco de material que excave directamente por debajo del primer nivel freático en la zona, de manera que la creación de una laguna de cantera será un impacto sinérgico del proyecto.

En términos generales, los impactos residuales que producirá la extracción de material pétreo hasta 8 m por debajo del primer nivel freático en la zona de estudio son los siguientes:

1. Pérdida del estrato rocoso, generándose una depresión o vaso de 8 m de profundidad en aproximadamente 247.88 ha, modificándose el relieve local. Aún con medidas de compensación, como por ejemplo la restauración mediante la reforestación de los taludes del área de explotación, este impacto persistirá en el corto y mediano plazo.
2. Exposición del agua del primer manto freático, creándose una laguna de cantera que representa un elemento extraño en el sistema ambiental local, la cual fomentará especies previamente no presentes e incrementará el riesgo potencial de contaminación del agua subterránea

en la zona. La medida de mitigación a aplicarse en este caso, es el monitoreo del cuerpo de agua, tanto durante la operación del banco de materiales, como en la fase de abandono del mismo.

3. La reforestación posterior durante la rehabilitación del banco de material en los taludes y la zona afectada en general, incrementará la biodiversidad local respecto a la actualmente existente y a la presente en las colindancias inmediatas del terreno. No obstante, esta modificación permanente del sistema se considera positiva, puesto que involucrará especies nativas y del tipo de vegetación, además de algunas especies hidrófilas comunes en la región. Se espera que a largo plazo, la fauna local se reintegre al sistema.

Así pues, los impactos residuales a corto, mediano y largo plazo, podrán ser compensados y minimizados con la implementación de las medidas adecuadas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

### 7.3 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

El programa de manejo ambiental contempla la aplicación independiente de los siguientes Procedimientos y programas aplicables al proyecto:

#### PROCEDIMIENTOS APLICABLES AL PROYECTO:

**Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) y operación del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 6** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.** Marca las pautas en el buen manejo y disposición de los residuos peligrosos que se generen durante el CUSTF y operación del proyecto en el área de estudio (Ver **Anexo 6** de este estudio técnico). El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 30,000.00 (treinta mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado.** Delimita las áreas de desmonte para el CUSTF y el área de amortiguamiento del proyecto, cuya última finalidad es evitar afectar vegetación diferente a la solicitada para CUSTF. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente \$ 25,000.00 (veinticinco mil pesos 00/100 M.N.).

**Procedimiento de supervisión ambiental.** Este procedimiento la llevara a cabo una empresa y/o técnico supervisor competente en materia ambiental o forestal, que dará seguimiento y garantizará el cumplimiento de los principios ambientales y de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impacto ambiental propuestas en los documentos que pretenden regularizar el proyecto en materia ambiental y forestal; así como, de los términos y condicionante que la autoridad competente sujete al proyecto. El costo para poder llevar a cabo este procedimiento es de aproximadamente 120,000.00 (ciento veinte mil pesos 00/100 M.N.).

#### PROGRAMAS APLICABLES AL PROYECTO:

**Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF.** No se registraron especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, pero adicionalmente se afectaran otras especies de importancia ecológica y forestal por motivo del CUSTF por el proyecto.

Por la razón antes mencionada se propone la aplicación de un Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el CUSTF. Con estas prácticas se generan beneficios adicionales al utilizar estos recursos dentro del proyecto, por lo que se recomienda que antes del inicio de obras se ejecute el presente programa. Las especies nativas rescatadas, posteriormente serán reubicadas usando técnicas de reforestación en áreas de claros naturales o con poca vegetación dentro del área de conservación y fuera del área de afectación (Ver **Anexo 7** de este documento técnico).

Los costos estimados para la ejecución de este programa de rescate de flora son de \$ 140,000.00 pesos (ciento cuarenta mil pesos 00/100 M.N.), considerando gastos diversos (viáticos, mano de obra de los 5 jornaleros, un biólogo e ingeniero forestal).

**Programa de acción para la protección de la fauna silvestre.** El reconocimiento de la fauna realizado en el predio y el análisis de los resultados, permite establecer los pasos fundamentales a seguir para realizar la protección de la fauna propensa a afectación que es el objetivo fundamental de este programa. La captura de fauna silvestre requiere emplear personal capacitado en la captura y manipulación de fauna silvestre, por lo que el personal que intervenga en esta actividad deberá demostrar que cuenta con la suficiente experiencia de trabajos de este tipo en la zona. Es necesario que los individuos rescatados sean liberados en un lapso no mayor a una semana de su captura y en sitio adecuado con un hábitat similar al que fueron extraídos, de acuerdo a lo que proceda en el “Programa de acción para la protección de la fauna silvestre (Ver **Anexo 7** de este documento técnico).



# CAPITULO VIII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO,  
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## **CAPITULO VIII**

8.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO. ....	2
8.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.....	4
8.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	4
8.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL. ....	6

## **CAPÍTULO VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

### **8.1 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.**

De acuerdo a los trabajos de campo y revisiones bibliográficas se da el siguiente diagnóstico ambiental del área de estudio:

#### **FLORA Y VEGETACIÓN**

Dentro del área de estudio se registró que la riqueza de especies de flora silvestre fue de 89 especies de plantas pertenecientes a 81 géneros y 34 familias. Estas especies están contempladas en el estrato herbáceo (71 especies) 71%, arbustivo (27 especies) 17% y arbóreo (25 especies) 12%. Es importante indicar que existen especies que se repiten entre los diferentes estratos; lo anterior se debe a las especies se encuentran en diferentes estadios de crecimiento (es decir una especie con forma de vida arbórea puede aparecer a manera de plántulas o ejemplares juveniles en el estrato herbáceo o arbustivo) como parte de los procesos de sucesión de la vegetación. La representatividad de las especies registradas por estratos son las que a continuación se presentan:

La composición, estructura y diversidad por estratos de la vegetación dentro del predio pretendido para el CUSTF consisten en lo siguiente:

Dentro del **ESTRATO HERBÁCEO** se registró una riqueza específica de 49 especies. De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato herbáceo fueron: *Agave fourcroydes* 7.99 %, *Lasiacis divaricata* (7.63%) y *Waltheria indica* (4.45%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Lasiacis divaricata* (3.77%) y *Urochloa maxima* (3.77%). De manera particular se puede indicar que dentro del estrato herbáceo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Lasiacis divaricata* (24.37%), *Urochloa maxima* (12.97 %) y *Mimosa bahamensis* (12.34%). El estrato herbáceo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 71 especies, las cuales poseen una distribución de 0.8671, con el cual se afirma que existen pocas especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato herbáceo dentro del predio son las siguientes: *Lasiacis divaricata* (12.98%). La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato herbáceo dentro del predio es de 4.2627 y la H' calculada fue de 3.6964, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

En el **ESTRATO ARBUSTIVO** se registró una riqueza específica de 27 especies De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbustivo fueron la *Mimosa bahamensis* (22.99 %), *Gymnopodium floribundum* (16.85%) y *Randia aculeata* (12.96 %). Así mismo, *Gymnopodium floribundum* (21.20

%), *Mimosa bahamensis* (17.97%) y *Neomillspaughia emarginata* (11.06%) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Gymnopodium floribundum* (13.48%) y *Mimosa bahamensis* (12.06%). De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbustivo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Mimosa bahamensis* (53.02%) y *Gymnopodium floribundum* (51.52%). El estrato arbustivo del ecosistema presente dentro del predio bajo estudio, posee una riqueza específica de 27 especies, las cuales poseen una distribución de 0.7949, con el cual se afirma que hay pocas especies dominantes. Las especies de mayor importancia en el estrato arbustivo dentro del predio son las siguientes: *Mimosa bahamensis* (53.02%) y *Gymnopodium floribundum* (51.52%). La máxima diversidad que puede alcanzarse en el estrato arbustivo dentro del predio es de 3.2958 y la  $H'$  calculada fue de 2.6200, lo que nos indica que nuestro estrato aún está lejos de alcanzar la máxima diversidad esperada.

Por último, en el **ESTRATO ARBÓREO** se registró una riqueza específica de 25 especies. De acuerdo a lo anterior se puede observar que las especies más representativas por su cobertura registradas dentro del estrato arbóreo fueron *Bursera simaruba* (20.84 %) y *Lysiloma latisiliquum* (20.45%) y *Piscidia piscipula* (15.83%). Así mismo, *Bursera simaruba* (21.71%), *Gymnopodium floribundum* (11.84 %) y *Lysiloma latisiliquum* (15.79 %) fueron las especies más importantes por su densidad. Por último, las especies con los mayores valores de frecuencia relativa dentro del predio bajo estudio fueron las siguientes: *Bursera simaruba* (15.0%) y *Caesalpinia gaumeri* (13.0%). De manera particular se puede indicar que dentro del estrato arbóreo del predio bajo estudio existen 3 especies con los mayores Valores de Importancia Relativa (VIR) entre los que se pueden mencionar: *Bursera simaruba* (57.55%), *Lysiloma latisiliquum* (50.24%) y *Caesalpinia gaumeri* (42.30%).

**FAUNA.** En base a los trabajos de campo se registraron 48 especies, pertenecientes a 29 familias de vertebrados terrestres, donde el grupo más abundante fue el de las aves. La riqueza específica registrada en el predio se encuentra conformada por dos anfibios, seis reptiles, 37 aves y tres mamíferos.

Para el grupo faunístico de **Anfibios** En el predio bajo estudio se registraron 2 especies de anfibios, lo cual representa el 4% del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en las siguientes tablas:

Los **Reptiles** Para el caso de los reptiles se registraron un total de seis especies, lo cual representa el 13 % del total de fauna silvestre registrada dentro del predio. El índice de diversidad y equidad dentro de este grupo de fauna se puede observar a continuación en la siguiente tabla.

Para las **Aves**. En total se verificaron 37 especies de aves que representan el 77 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio. La mayoría de estas especies se registraron descansando en los árboles de mayor tamaño presentes dentro del predio, alimentándose en el suelo y en los caminos presentes en el mismo.

Por último, los **Mamíferos** Con la ayuda de guías específicas para la identificación de la mastofauna y los trabajos en campo, se logró identificar la presencia de 3 especies de mamíferos que representan el 6 % de las especies de fauna registradas dentro del predio bajo estudio.

Dentro del área de estudio (sitios de muestreo) se registró una sola especie catalogada bajo algún estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-Semarnat-2010: *Ctenosaura similis* (Amenazada). Asimismo, también fueron registradas 5 especies endémicas de la región (*Sceloporus chrysostictus*, *Aspidoscelis angusticeps*, *Colinus nigrogularis*, *Myiarchus yucatanensis* y *Cyanocorax yucatanicus*).

Este es la carga biótica y parte importante de la biodiversidad protegida presente dentro del área de afectación por el CUSTF. Sin embargo, debido a la vegetación presente en el área de estudio es secundaria derivada de selva mediana caducifolia con vocación forestal, cuya riqueza y diversidad de especies se encuentra por debajo a los registrados en otras áreas con características similares de vegetación (selva mediana caducifolia) del estado de Yucatán y de la cuenca Yucatán.

**SUELO.** En el área de estudio se observó suelos de tipo Litosol con incrustaciones de Rendzina y con afloramientos de roca.

**AGUA.** No se observaron cuerpos de agua superficial en el área de estudio.

## 8.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO.

La remoción de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana caducifolia en una superficie de 247.84 ha, representa el 55.90% de la superficie total del predio bajo estudio donde ocasiona una modificación al paisaje. La eliminación de la vegetación y de la capa superficial del suelo afecta de manera parcial este predio, pero sus impactos son locales. Esta remoción de vegetación y suelo no pone en riesgo ninguna especie protegida, ni compromete la biodiversidad, no provoca la contaminación del suelo, ni del manto acuífero.

Durante las labores de desmonte y despalme también se verá afectada de manera temporal y local la calidad del aire, ya que se generan gases, polvos y contaminación sonora provenientes del equipo y maquinaria a utilizar. El suelo se verá afectado debido a que se removerá la capa superficial, se favorece la pérdida de suelo y la erosión de la misma al exponer sus partículas al aire en la temporada de sequía y al agua en la temporada de lluvia y se provoca su destrucción por los cortes y movimientos de tierra para la nivelación del terreno. Una vez que se realicen las compactaciones de terraplenes y asientos se reduce la capacidad de infiltración del agua de lluvia de manera puntual. En general existe una modificación del paisaje y de las condiciones micro-climáticas locales del área afectada.

La construcción de este escenario se realiza tomando como base las tendencias esperadas de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (severos o críticos) que generaría el proyecto en este predio.

## 8.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

El proyecto contempla la protección de 201.32 hectáreas como área de amoartiguamiento (40 % de la superficie total del predio) que permanecerá con suelo natural y vegetación nativa típica de la selva mediana caducifolia. Estas áreas serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentren en ellas y su contribución es significativa para mantener a largo plazo la representatividad de las especies de flora y fauna típicas de la región. Por otro lado esta área también protegerá el tipo de suelo presente en la zona de estudio, Litosol-Rendzina. Esta área es de suma importante; pues permitirá la continuidad en la prestación de servicios ambientales diversos (protección del suelo y formación del mismo, captación de agua en cantidad y calidad, protección de la biodiversidad, protección de terrenos forestales, generación de oxígeno y captura de carbono, etc) en la región.

Debido a la importancia que enmarca la medida de mitigación (permanencia de áreas de conservación) anterior se deberá delimitar y colocar señalamientos donde se advierta la prohibición del uso de esta zona como tiradero o cualquier otro uso diferente al de conservar.

Antes de llevar a cabo el CUSTF (desmonte y despalme) se implementará un Programa de rescate y reubicación de especies forestales a afectar por el CUSTF y un Programa de acción para la protección de la fauna silvestre con la finalidad de contribuir a la protección y conservación de la flora y fauna silvestre de importancia ecológica de la región.

En el momento del CUSTF se recomienda que el desmonte se inicie manualmente y posteriormente con la participación de maquinaria pesada. El desmonte deberá realizarse conforme al avance del proyecto para permitir a la fauna presente trasladarse hacia los sitios vecinos que aún conservan vegetación natural y a su vez, exposición del suelo a intemperismos que pudieran provocar erosión del mismo. De igual manera para evitar afectar la vegetación en áreas diferentes a las solicitadas para CUSTF se aplicara un Procedimiento de desmonte direccionado del arbolado, cuya finalidad es la proteger la integridad de la vegetación de las colindancias.

Se implementara la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que evitara la contaminación de contaminación del suelo y el agua de la región.

La medida de mitigación al impacto ocasionado al suelo por la conformación de los terraplenes, se deberán humedecer las áreas de nivelación, rodamiento y volcamiento de material pétreo, para evitar la emisión de polvos hacia la atmósfera.

Por otro lado, en relación con la medida de mitigación al impacto que ocasionaría la defecación al aire libre, se deberá instalar 1 sanitario portátil por cada 20 trabajadores desde el inicio de la obra hasta la finalización del CUSTF y la etapa de construcción. Para evitar la defecación al aire libre, todos los trabajadores durante el desmonte o remoción de vegetación del proyecto y construcción, deberán utilizar los sanitarios portátiles que se instalarán temporalmente en la obra. Los sanitarios o letrinas portátiles deberán recibir mantenimiento periódicamente por la empresa prestadora del servicio.

Para mitigar el impacto ocasionado por la generación de ruido, la maquinaria que se empleará durante el desarrollo del proyecto deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y/o silenciadores) para no rebasar los límites permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994, para fuentes móviles además de ajustarse al horario permitido por la misma.

La aplicación de los procedimientos y programas citados en los párrafos siguientes evitara daños a la vegetación presente en áreas no solicitadas para el CUSTF y a la fauna silvestre. Así mismo,

evitara la contaminación del suelo y el agua de la región. Aunado a lo anterior el proyecto propone la permanencia de áreas de conservación con especies de plantas nativas, fauna y suelos típicos de la región que permitirán llevar a cabo servicios ambientales como la captación del agua, captura de carbono, liberación de oxígeno, continuidad en la formación y protección de los suelos, y la protección de la biodiversidad misma.

Respetando las restricciones de construcción se garantiza la persistencia de las agrupaciones vegetales representativas del sitio; siempre y cuando se dé cabal cumplimiento a las medidas de mitigación propuestas y a los criterios establecidos en los instrumentos de planeación ambiental vigentes.

#### 8.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL.

El desplante de este proyecto contempla la remoción de la vegetación para el CUSTF con el propósito de llevar a cabo la **“Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán.”**, ubicado en la localidad de Tebec, municipio de Umán, estado de Yucatán, en un predio particular es congruente con el escenario que se tiene considerado en los instrumentos de planeación estatal y municipal (Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Yucatán, Programa de Ordenamiento Ecológico del territorio de Yucatán), Por lo que el proyecto no se contrapone absolutamente a los planes y programas rectores de desarrollo anteriormente planteados.

No se afectara en lo absoluto áreas de importancia biológica como Región Hidrológica Prioritaria, Región Marina Prioritaria, Región Terrestre Prioritaria, Área Natural Protegida, Áreas de Importancia para la protección de las Aves, Corredores Biológicos, por lo tanto el proyecto es totalmente congruente y viable ambientalmente.

Actualmente, en el sistema ambiental de este proyecto existen numerosos asentamientos humanos dispersos y extensas áreas con vegetación secundaria en recuperación, de igual manera en el área de influencia de este proyecto prevalecen condiciones semejantes aunque varían en proporción. De igual manera dentro del predio, por las características y condiciones de desarrollo de la vegetación, se reconocen que estas comunidades se han visto severamente afectadas por diversos fenómenos y actividades en años anteriores.

Conforme al **Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del estado de Yucatán (POETY)**, indica que el proyecto se encuentra inmerso dentro de la **UGA 1.2 A Planicie de Hunucmá-Tekit-Izamal**, el proyecto plantea mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de programas y medidas preventivas y/o correctivas, como desmontes incontrolados, defecación al aire libre y el manejo adecuado de los residuos, como también llevar a cabo acciones de reforestación y conservación de especies de flora nativa en las áreas de conservación asignadas por el proyecto.

Una vez concluida la remoción de la vegetación en una superficie de 63.41 ha que representa el 13 % de la superficie total del predio, se produce una modificación al paisaje del área, misma que se mitiga con los programas de rescate y reubicación usando técnicas de reforestación, no poniendo en riesgo ninguna especie en protección, ni la biodiversidad, no provocando contaminación del suelo, ni del manto acuífero, por efecto de la generación de residuos sólidos y la defecación al aire libre,

ya que se contemplan medidas de prevención aplicables como se señalan en los numerales anteriores.

El proyecto contempla la delimitación de las áreas de conservación las cuales serán respetadas en cuanto a la flora y fauna silvestre que se encuentran en estas, posteriormente en estas áreas serán reubicadas usando técnicas de reforestación las especies nativas producto del rescate de las especies forestales en el área de CUSTF.



# CAPITULO IX

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS  
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS  
QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL  
DOCUMENTO TECNICO UNIFICADO



**sica**

Servicios de Ingeniería  
y Consultoría Ambiental SCP

## CAPITULO IX

<b>CAPÍTULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO .....</b>	<b>2</b>
9.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	2
9.1.1 CARTOGRAFÍA .....	2
9.1.2 FOTOGRAFÍAS .....	2
ANEXO 3. Memoria fotográfica.....	2
9.1.3 VIDEOS.....	2
9.1.4 OTROS ANEXOS.....	2
9.1.5 MEMORIAS .....	3

## **CAPÍTULO IX. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

### **9.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

Dos documentos impresos con los diferentes capítulos que conforma el Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Particular para el Cambio de Uso del suelo en Terrenos Forestales para el proyecto “**Habilitación de un banco de material pétreo para la extracción de material en húmedo, ubicado en Umán, Yucatán**” que se localiza en la carretera que comunica la localidad de Tebec, Umán en el estado de Yucatán.

Adicionalmente se incluyen tres discos compactos con la información digital completo del Documento Técnico Unificado (DTU) Modalidad-B Particular del proyecto antes mencionado.

#### **9.1.1 CARTOGRAFÍA**

**ANEXO 1.** Plano de Ubicación.

**ANEXO 2.** Planos del proyecto:

- Plano de Conjunto.
- Plano del predio con la sombra del área de CUSTF
- Planos CUS, polígonos que se solicitan para el CUSTF.
- Planos rescate RES.
- Plano de reubicación.

#### **9.1.2 FOTOGRAFÍAS**

**ANEXO 3.** Memoria fotográfica.

#### **9.1.3 VIDEOS**

Ninguno.

#### **9.1.4 OTROS ANEXOS**

**ANEXO 4.** Documentación legal del promovente:

- Identificación oficial del promovente
- Carta poder del promovente
- Documentación legal del predio
- Licencia de Uso del Suelo.
- Carta de liberación del INAH.

**ANEXO 5.** Responsable de la elaboración del estudio del DTU:  
Identificación del responsable de la elaboración del estudio.  
Copia del Registro Forestal Nacional del responsable de la ejecución del estudio  
Cedulas profesionales de los colaboradores.

**ANEXO 6.** Procedimientos aplicables a la obra:  
Procedimiento de manejo de residuos sólidos urbanos.  
Procedimiento de manejo de residuos peligrosos.  
Procedimiento de desmonte direccionado  
Procedimiento de supervisión ambiental

**ANEXO 7.** Programas aplicables a la obra:  
Programa de rescate y reubicación de las especies forestales a afectar por el Cambio de  
Uso del Suelo en Terrenos Forestales.  
Programa de acción para la protección de la fauna silvestre

**ANEXO 8.** Listado del inventario forestal del predio.

**ANEXO 9.** Matriz de impacto ambiental:  
Matriz de impacto ambiental en Formato Excel (Versión electrónica únicamente).

### **9.1.5 MEMORIAS**

**ANEXO 10.** Memorias y base de datos:  
Memoria de cálculo de los volúmenes maderables en Formato Excel (Versión electrónica únicamente).  
Coordenadas del Predio, CUSTF, Rescate y Reubicación (Versión electrónica únicamente).