

Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

**CAPITULO I. DATOS GENERALES
DEL PROYECTO Y DEL
PROMOVENTE**

**M.V.Z. Edgar Salvador Matus
Perez**

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

I.1 Datos Generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

“Bamoá”

I.1.2. Ubicación del proyecto

El predio se ubica en el Lote 01, al interior del fraccionamiento playacar, conforme al instrumento 55,441, libro 1053, año 2007.

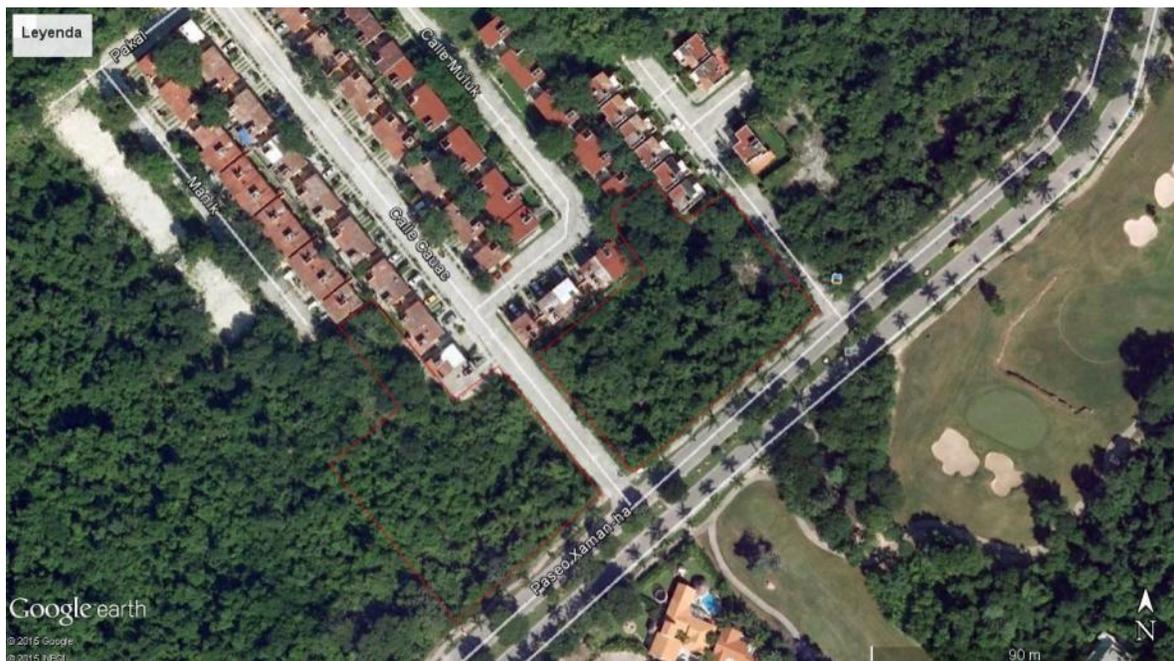


Imagen 1.1. Ubicación del proyecto

Se muestra la localización del polígono de pretendida ubicación del proyecto, en la localidad conocida como Playacar, en la localidad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad en el estado de Quintana Roo.



Imagen 1.2. Imagen satelital de la ubicación del proyecto

Se observa en la imagen remota la localización del polígono en el que se pretende realizar el proyecto, en la localidad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, estado de Quintana Roo.

I.1.3. Duración del proyecto

Se estima que la vida útil del proyecto será de 99 años, durante este tiempo se podrá desarrollar un programa de mantenimiento y las reparaciones al inmueble necesarias para su conservación.

I.2. Datos Generales del promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

“RESIDENCIAL MARIANO ESCOBEDO”, SOCIEDAD ANONIMA DE CAPITAL VARIABLE.

Se acredita mediante instrumento número 10,300 (anexo).

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes



RME021211ML2

I.2.3 Datos del Representante Legal

Jose Pascual Soraiz Guizar

Se acredita mediante instrumento 41,788 (anexo).

I.2.4 Dirección del Promovente para oír y recibir notificaciones

Privada Tauro 222-B. Manz. 8, L23, Sm 41, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo C.P. 77507 Tel. 998 1203781

I.3. Responsable de la elaboración del documento técnico unificado

I.3.1 Nombre del Responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental, inventario forestal y faunístico

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez



I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

MAPE750723215

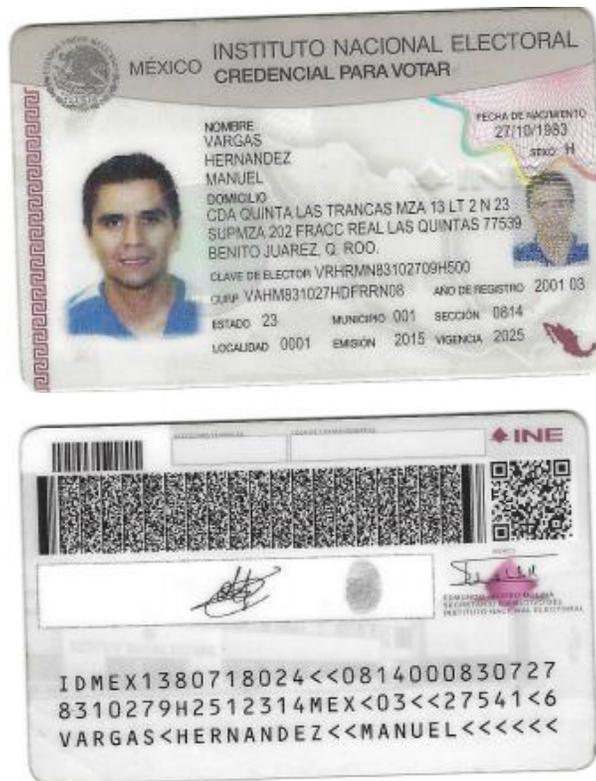


I.3.3 Dirección del Responsable técnico del documento

Privada Tauro 222-B, Mza 8, L23, Sm41. Cancun, Q. Roo

I.3.4 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.

El responsable técnico forestal es el TSU. Manuel Vargas Hernández, con REGISTRO FORESTAL NACIONAL Libro Mex, Tipo UI Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales Inscripción, Volumen 3, Número 06, Año 09.



Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal,
Modalidad B, Particular
Proyecto "Bamoá"



Identificación oficial de la persona que avala el estudio en materia forestal



DELEGACION FEDERAL EN EL ESTADO DE MÉXICO

Bitácora: 15/A1-0074/03/09

OFICIO: DFMARNAT/0758/2009
Asunto: Certificado de Inscripción al Registro Forestal Nacional

Toluca, México a 26 de Marzo de 2009
"2009, Año de la Reforma Liberal"

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES**

**C. MANUEL VARGAS HERNANDEZ
CALLE PORFIRIO DIAZ 23, COLONIA LOS REYES ACAQUILPAN CENTRO
MUNICIPIO DE LA PAZ, MÉXICO**

Hago referencia a los datos de identificación enviados para su inscripción en el Registro Forestal Nacional como Persona Física Prestadora de Servicios Técnicos Forestales.

Con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis, fracciones V y XVIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 19,37,38 y 39, fracción XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; 51 fracción IV de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y 16 de su Reglamento, y en virtud de haber cumplido con los requisitos señalados en los Artículos 194-N-1 de la Ley de Federal de Derechos y 75 fracción I y 76 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable; se certifica:

Que en el Registro Forestal Nacional, en la cédula de inscripción fechada el 26 de Marzo de 2009, integrada al **Libro MEX, Tipo UI, Personas Físicas Prestadoras de Servicios Técnicos Forestales-Inscripciones, Volumen 3, Número 6, Año 09**, ha quedado usted inscrita como Persona Física Prestador de Servicios Técnicos Forestales responsable de elaborar, dirigir la ejecución técnica ó de evaluar programas de manejo forestal (Simplificado, Intermedio o Avanzado) ó programas de manejo de plantaciones forestales comerciales.

Lo anterior se hace de su conocimiento para los efectos legales y administrativos correspondientes.

ATENTAMENTE


**EL DELEGADO FEDERAL
LIC. RICARDO PEJEDA NICHOLS**


SRIA. DE MEDIO AMBIENTE
Y REC. NATURALES
DESIGNADO
15 ABR 2009
DELEGACION FEDEP AL
EN EL ESTADO DE MÉXICO

Dr. Francisco García García.- Director General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT.- México, D.F.
Lic. Carmen Ma. de Fátima García García.- Delegada de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en la Zona Metropolitana del Valle de México.- México, D.F.
Ing. Jorge Pescalá Pérez.- Director General de Protectora de Bosques del Gobierno del Estado de México.- Metepec, Méx.
Lic. David Hernández Karim.- Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales.- Edif.
Ing. Ernesto Marín Mercado.- Jefe de la Unidad de Aprovechamiento y Restauración de Recursos Naturales.- Edif.


"H.K." EMM. JAS. P. A. S.

Andador Valentín Gómez Fariás No. 108, San Felipe Tlalimilolpan C. P. 50250 Toluca, Estado de México., (722) 276-78-03, (722) 276-78-20,
delegado@em.semarnat.gob.mx

Certificado de inscripción en el Registro Forestal Nacional del Responsable Técnico.



Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

CAPITULO II. DESCRIPCION DEL PROYECTO

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	8
II.1. Información General	8
II.1.1 Naturaleza del proyecto	8
II.1.2 Objetivo del proyecto.....	9
II.1.3 Ubicación física.....	9
II.1.4 Urbanización del área.....	7
II.1.5 Inversión requerida	8
II.2. Características particulares del Proyecto.....	8
II.2.1 Dimensiones del proyecto.....	8
II.2.2 Representación gráfica regional.....	14
II.2.3 Representación gráfica local	15
II.2.4 Preparación del Sitio	19
II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	20
II.2.6 Etapa de construcción	20
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo	21
II.2.7.1. Número de individuos por especie que se espera remover	25
II.2.7.2 Estimación de existencias volumétricas.....	25
II.2.7.3 Estimación de volúmenes por propietario/predio	28
II.2.7.4 Estimación de volúmenes por especie y tipo de vegetación	28
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.....	29
II.2.8.1 Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables.....	31
II.2.8.2 Estimación del valor económico de los recursos no maderables	31
II.2.8.3 Estimación del valor económico de los recursos faunísticos	32
II.2.8.4 Estimación del valor económico de los servicios ambientales	34
II.2.8.5 Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto	35
II.2.9 Operación y mantenimiento	35
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.....	36
II.2.11 Programa de trabajo	37
II.2.12 Generación y manejo de residuos sólido, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	37



II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información General

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en un desarrollo Habitacional con áreas de esparcimiento e integrado por los siguientes componentes:

El predio del proyecto tiene una superficie total de 3,720.10 m², (**0.37 ha**); conforme al instrumento 55,441, libro 1053, año 2007 y cuenta con un uso de suelo de clave TR3b con un uso residencial de densidad media. Sin embargo las normas generales y restricciones de edificación remiten a esta clave al cumplimiento de la normativa que corresponde al Plan Maestro de Desarrollo Playacar.

El proyecto Bamoa se distribuirá de la siguiente manera:

Tabla 1. Descripción de las áreas del proyecto	
No. Manzana	Descripción y uso asignado
Alberca en PB	290.00
Planta baja	1963.82
Primer nivel	1944.07
Segundo nivel	1944.07
Solarlum o Roof Garden	450.00
Superficie total	6,591.96

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO SOLIDARIDAD 2010-2050.

De acuerdo al PDUCPPC, la zona en la que se encuentra el lote 1 cuenta con una clave TR3b con un uso residencial de densidad media, sin embargo las normas generales y restricciones de edificación remite a esta clave al cumplimiento de la normativa que corresponde al Plan Maestro de Desarrollo Playacar.

La normatividad y restricciones de edificación para este predio se describen en el **Plan Maestro del Desarrollo Playacar Fase II** expedido por la Secretaría de Desarrollo Social bajo la licencia de Régimen de Condominio No. 8005/96 de fecha 8 de noviembre de 1996.



PLAN MAESTRO PLAYACAR

Clave PS (pueblo servicio). Vivienda unifamiliar o plurifamiliar, condominio horizontal, vertical o mixto.

clave	Descripción de la zona	Densidad inmobiliaria máxima	Sup. Prom de lote m ²	Sup. Max. Const/viv m ²	COS	CUS
PS	Pueblo de apoyo	140 viv/ha	-	100	0.60	1.40

Servidumbre; será objeto de estudio especial, con sus propias normas y regulaciones.

Número de cajones por m² construido < 200 m² (1 cajón por viv. Condominal)

Altura máxima permitida, será objeto de estudio especial, con sus propias normas y regulaciones.

II.1.2 Objetivo del proyecto

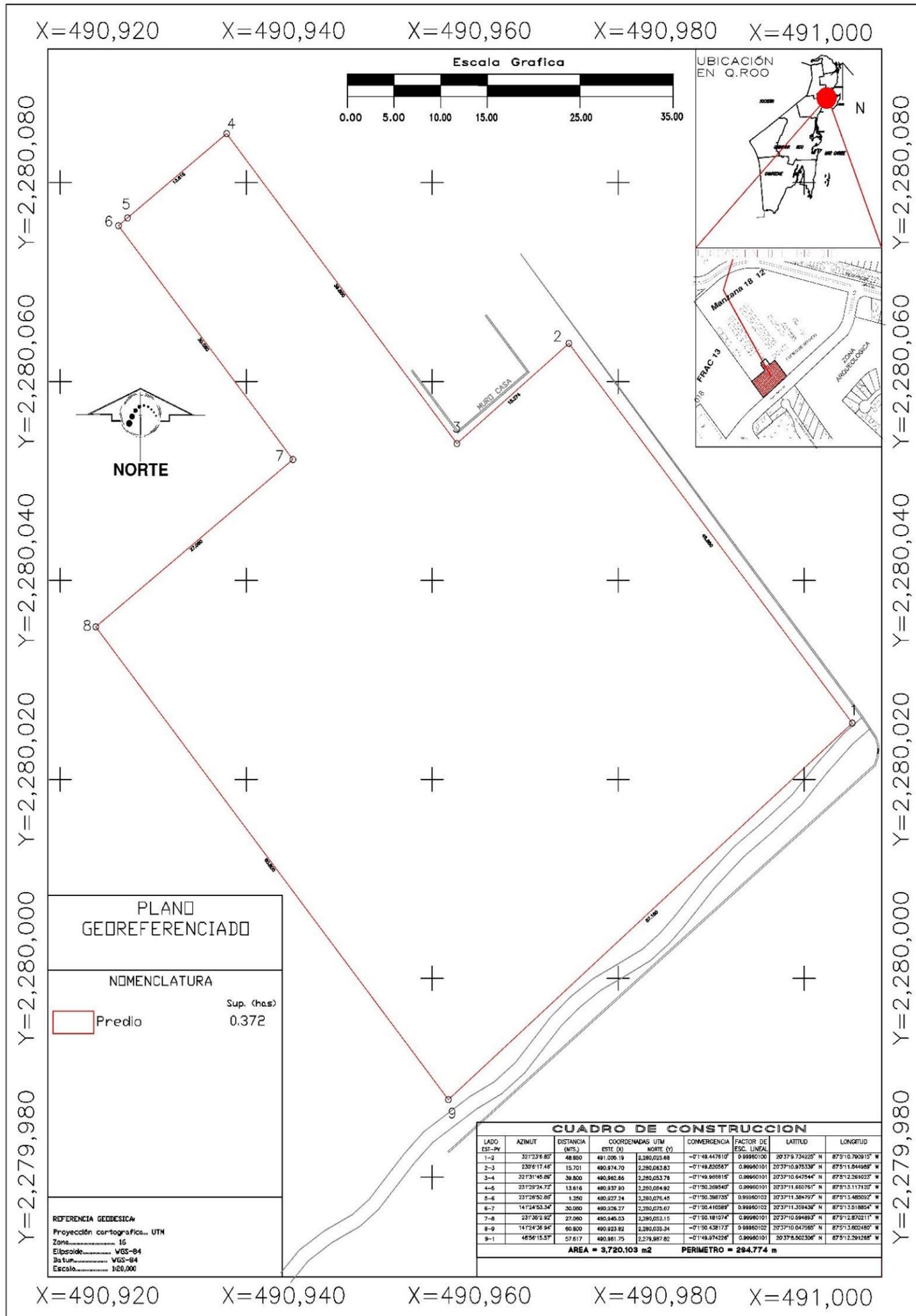
- Cumplir con la legislación ambiental vigente, a través de la presentación de este documento, para obtener la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la construcción y operación del proyecto **“BAOMA PLAYACAR”**
- Impulsar el desarrollo económico del Municipio de Solidaridad, específicamente en el poblado de Playa del Carmen y por consiguiente elevar el nivel de vida de sus habitantes a través de la creación de opciones de esparcimiento y de empleo digno para los habitantes a nivel local y en las comunidades cercanas.

II.1.3 Ubicación física



El predio se encuentra delimitado por las coordenadas geográficas que se mencionan en el siguiente cuadro, se presenta gráficamente el plano georeferenciado en la siguiente figura.

Tabla 2. Coordenadas UTM, Zona 16, WGS-84 del polígono del predio		
Vértice	X	Y
1	491,005.19	2,280,025.66
2	490,974.70	2,280,063.83
3	490,962.66	2,280,053.76
4	490,937.90	2,280,084.92
5	490,927.24	2,280,076.45
6	490,926.27	2,280,075.67
7	490,945.03	2,280,052.15
8	490,923.82	2,280,035.34
9	490,961.75	2,279,987.82



Mapa 1. Plano Georeferenciado del predio.

II.1.4 Urbanización del área

La zona donde se ubica el proyecto cuenta con los servicios urbanos principales. En el caso de vialidades, el predio colinda la Av. Paseo Xaman-Ha, misma que se ubica dentro del residencial Playacar. También nos apegaremos a los **lineamientos de diseño y control ambiental (PLAYACAR)**

CRITERIOS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE (PLAYACAR)

EMPLAZAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES

Las edificaciones e instalaciones deberán respetar las condiciones naturales del predio, alterando en forma mínima la topografía, preservando los escurrimientos y las especies vegetales. Para el apego al relieve del terreno, en pendientes mayores al 10%, se evitará un solo bloque edificado, favoreciéndose la construcción en terrazas o escalonamientos adaptados a la topografía.

En pendientes del 10 al 15%, los cortes y rellenos deberán ser inferiores a 1.00 m. En pendientes mayores del 15%, no podrán ser superiores a 2.00 m.

Los volúmenes construidos no deberán obstruir las vistas de que gocen las edificaciones existentes en los predios vecinos. Si **El Desarrollo Playacar** determina que las construcciones obstaculizan las vistas o comprometen la privacidad de los vecinos, solicitará modificaciones al proyecto.

- **Vialidad y estacionamiento vehicular** Las calles se trazarán en función del relieve del terreno, para minimizar pendientes, cortes y rellenos. Los pavimentos de los arroyos vehiculares y estacionamientos deberán emplear materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo. Se dará preferencia al uso de adoquines de piedra o concreto asentados y juntados con arena o sascab. Los andadores y ciclistas así como las vialidades, se pavimentarán con adoquín de piedra, concreto o con sascab apisonado y bien confinado. El uso de concretos estampados será permitido, siempre y cuando esté garantizado el escurrimiento de las aguas superficiales hacia las cunetas. <http://condominioplayacar.com/docs/lineamientos.pdf> (recuperado el día 11 de agosto de 2015).
- **Energía Eléctrica.** Con relación a la energía eléctrica, el sitio del proyecto cuenta con la red de distribución de la Comisión Federal de Electricidad



(CFE), cuyas líneas se ubican adyacentes a la Avenida principal colindante. Estas líneas de energía eléctrica, tienen la capacidad para cubrir los requerimientos del proyecto, por lo que, para tal efecto, se realizarán los trámites que correspondan ante la CFE para la conexión de energía eléctrica.

- **Agua Potable.** Para satisfacer la necesidad de abastecimiento de agua potable para el desarrollo, el proyecto del habitacional se conectara a la red de distribución del condominio Playacar
- **Drenaje sanitario.** Las descargas de cada lote se conducirán a través de una red de alcantarillado establecido en Playacar. Las descargas serán conducidas por gravedad hacia una de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Condominio Playacar. Por la naturaleza del proyecto las aguas residuales serán de tipo doméstico es decir que serán aquellas servidas en sanitarios, duchas y cocinas y no presentan ningún tipo de residuos industriales.
- **Telefonía.** En el caso de telefonía, se cuenta con varias redes de fibra óptica adyacente, de diversos proveedores, para que el propietario de cada lote pueda tener el servicio.
- Cabe mencionar que la propuesta de proyecto, cuenta ya con el visto bueno de la administración del condominio, lo que quiere decir que cumple con los lineamientos internos y con el visto bueno de la autoridad municipal, (se adjuntan planos escaneados con sello de autorización).

II.1.5 Inversión requerida

La inversión programada para la ejecución del proyecto es de \$6,000,000.00 MN, más un presupuesto para las medidas de prevención y mitigación que ronda en los \$220,000.00 MN no incluidos dentro del monto total de inversión.

II.2. Características particulares del Proyecto

II.2.1 Dimensiones del proyecto

El proyecto consiste en el desarrollo de departamentos residenciales que contarán con cajones de vehículos, uno por vivienda según la norma. En la planta baja se encuentra la alberca, lobby, elevador, escales y 17 unidades de departamentos. En el primer y segundo nivel se edificarán 17 unidades de departamentos cada uno, vestíbulo de elevador y escaleras, y un roof garden.

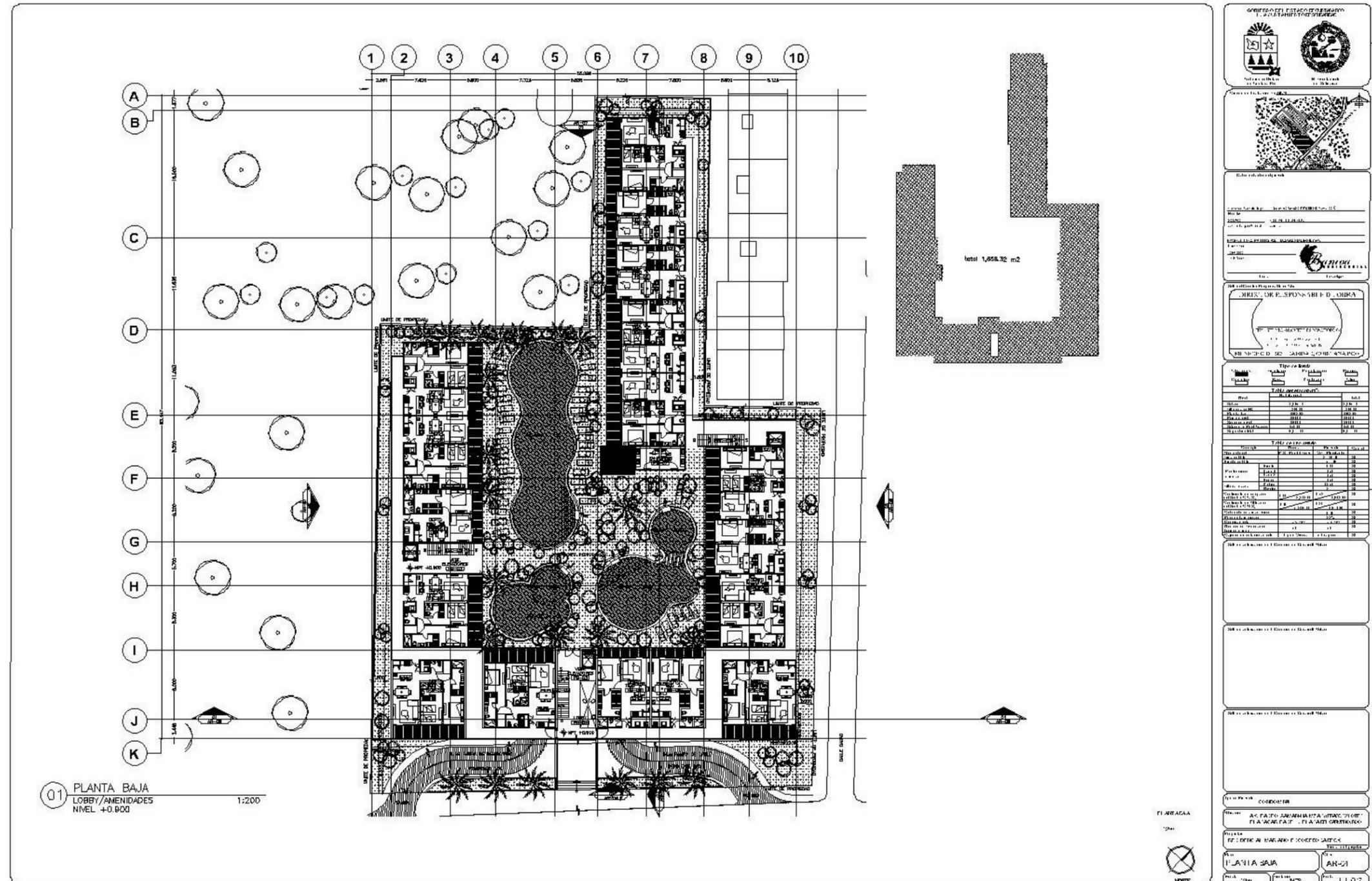


El desglose de superficies del predio que implica cada concepto de aprovechamiento dentro del proyecto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Conceptos de aprovechamiento dentro del predio

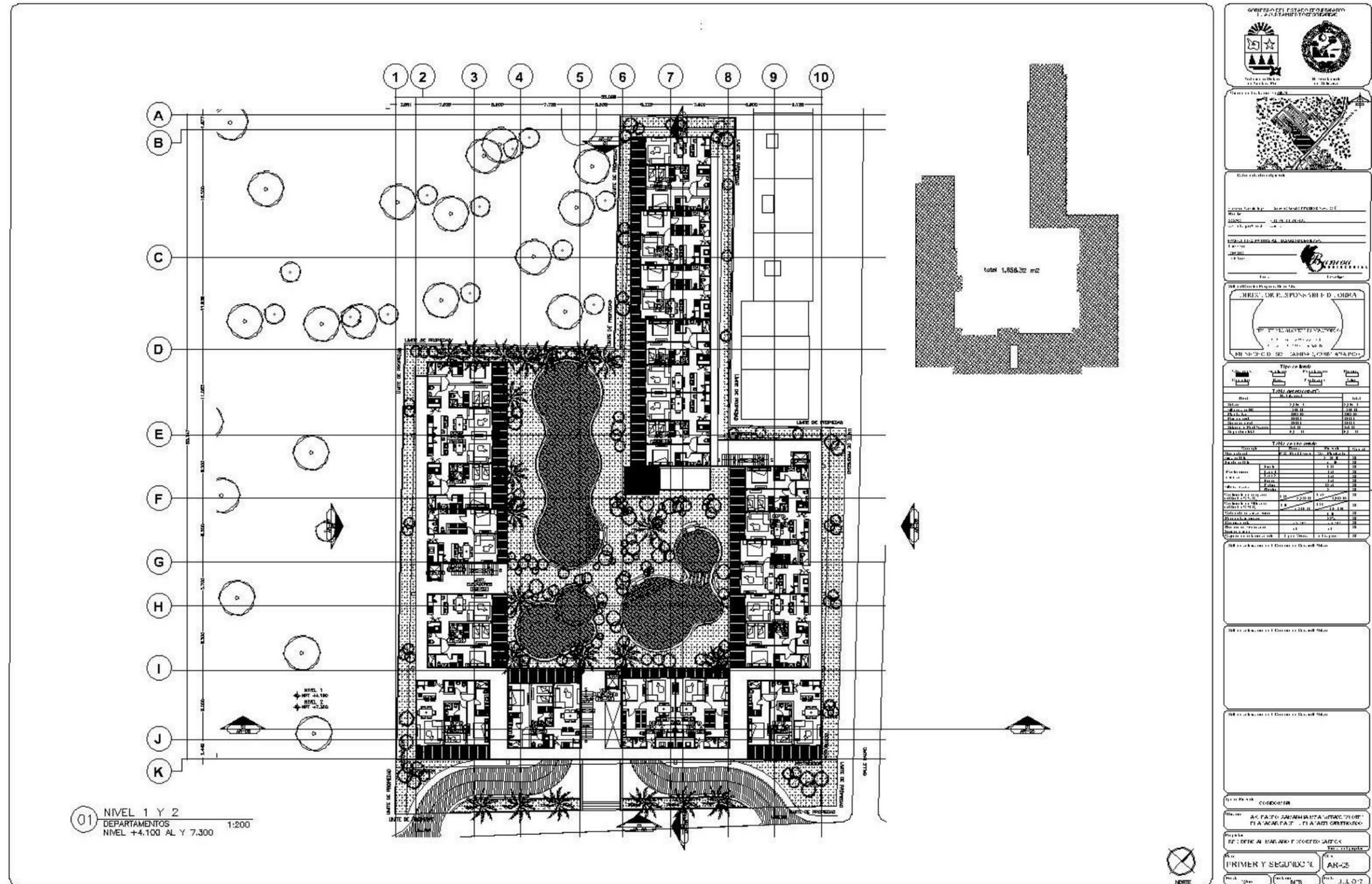
Distribución de los elementos constructivos del proyecto	
Departamentos Bamoa	m2
planta baja	
Alberca	290
Departamentos tipo A y B (17 unidades)	1,963.82*
Lobby	
Elevador	
escaleras	
Total en planta baja	2,253.82
Primer nivel	
Departamentos tipo A y B (17 unidades)	1,944.07
vestíbulo de Elevador	
escaleras	
Total en primer nivel	1,944.07
segundo nivel	
Departamentos tipo A y B (17 unidades)	1,944.07
vestíbulo de Elevador	
escaleras	
Total en segundo nivel	1,944.07
Roof garden	
Roof garden	450
GRAN TOTAL	
GRAN TOTAL	6,591.96

*superficie que únicamente se contabiliza para COS.



Mapa 2. Planta baja del proyecto



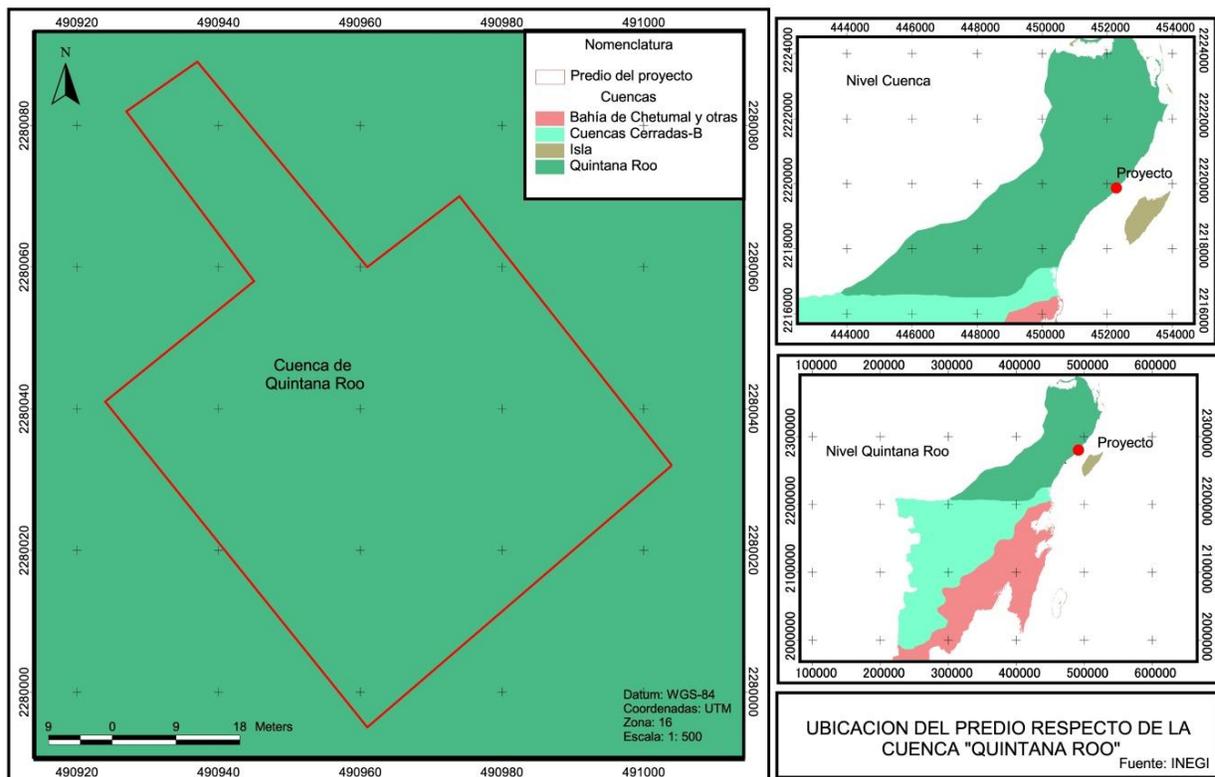


Mapa 3. Planta 1 y 2 del proyecto.

II.2.2 Representación gráfica regional

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

A la segunda Región denominada Yucatán Este, le corresponden también en Quintana Roo dos Cuencas que ocupan poco menos de 70% de la entidad; llamadas *Bahía de Chetumal* y otras donde se aprecian las corrientes superficiales Hondo, Azul, Escondido y Ucum, además de los cuerpos de agua L. Bacalar, L. San Felipe, L. Mosquitero, L. Chile Verde, L. Nohbec y L. La Virtud; mientras que en la Cuenca *Cuencas Cerradas* se tienen únicamente cuerpos de agua y son: L. Chunyaxché, L. Chinchancanab, L. Campechen, L. Boca Paila, L. Paytoro, L. Ocom y L. Esmeralda. (INEGI, 2011). Por lo tanto con base en la RED HIDROGRÁFICA ESCALA 1:50 000 (INEGI, 2009), el Predio se ubica dentro de la cuenca denominada "Quintana Roo", lo cual se puede apreciar en la figura siguiente.



Mapa 5. Representación gráfica Regional del predio.



II.2.3 Representación gráfica local

Del análisis de las áreas con cobertura forestal del predio derivado de acciones antropógenicas previas al proyecto y considerando la propuesta del plan maestro del proyecto, se solicita el Cambio de Uso de suelo en Terrenos forestales a un **Uso habitacional de una superficie de 0.309 hectáreas, que significan el 83 % de afectación por el desplante del terreno.** Esto implica que se dejarán en conservación 0.063 hectáreas que representa el 17 % del predio que conservará su cobertura vegetal, lo cual se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4. DIMENSIONES DEL PROYECTO ENFOCADAS AL CAMBIO DE USO DE SUELO.				
Clasificación	Tipo de vegetación afectada	Obra y/o destino	Sup. Has	%
Superficie solicitada para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Selva mediana subperennifolia	Desplante	0.309	83
Superficie no sujeta al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales	Selva mediana subperennifolia	Áreas verdes naturales	0.063	17
Total de la superficie del predio			0.372	100.0

Estas 0.309 has solicitadas, se encuentran delimitadas por uso solo polígono que presentan las siguientes coordenadas geográficas en UTM, zona 16, Datum WGS-84:

Tabla 5. . Coordenadas del área de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenadas x	Coordenadas y	Tipo de vegetación	Superficie forestal (has)
RESIDENCIAL MARIANO ESCOBEDO S.A DE C.V.	1	1	490929.230	2280074.615	Selva Mediana Subperennifolia	0.309
		2	490948.013	2280052.057		
		3	490935.541	2280042.037		
		4	490935.493	2280042.095		
		5	490927.540	2280035.472		
		6	490928.749	2280034.020		
		7	490927.568	2280033.062		
		8	490959.340	2279994.937		
		9	490965.085	2279999.720		
		10	490963.761	2279998.139		
		11	490963.054	2279996.877		
		12	490962.652	2279995.878		



Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal,
 Modalidad B, Particular
 Proyecto "Bamoa"

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenadas x	Coordenadas y	Tipo de vegetación	Superficie forestal (has)
		13	490962.325	2279994.656		
		14	490962.144	2279993.154		
		15	490962.192	2279991.684		
		16	490962.525	2279990.003		
		17	490962.939	2279988.857		
		18	490966.672	2279992.110		
		19	490966.667	2279993.323		
		20	490966.831	2279994.206		
		21	490967.291	2279995.302		
		22	490967.658	2279995.860		
		23	490968.109	2279996.438		
		24	490969.026	2279997.190		
		25	490970.383	2279998.305		
		26	490971.755	2279999.399		
		27	490973.095	2280000.538		
		28	490974.018	2280001.402		
		29	490974.777	2280002.503		
		30	490975.322	2280003.916		
		31	490975.502	2280004.978		
		32	490975.502	2280005.906		
		33	490975.253	2280007.103		
		34	490974.943	2280007.928		
		35	490975.867	2280008.698		
		36	490980.002	2280003.732		
		37	490980.007	2280003.727		
		38	490983.801	2280007.032		
		39	490983.740	2280007.097		
		40	490979.729	2280011.914		
		41	490980.656	2280012.682		
		42	490981.361	2280012.249		
		43	490982.139	2280011.909		
		44	490982.952	2280011.683		
		45	490983.824	2280011.570		
		46	490984.760	2280011.591		
		47	490985.876	2280011.810		
		48	490986.761	2280012.149		
		49	490987.597	2280012.571		

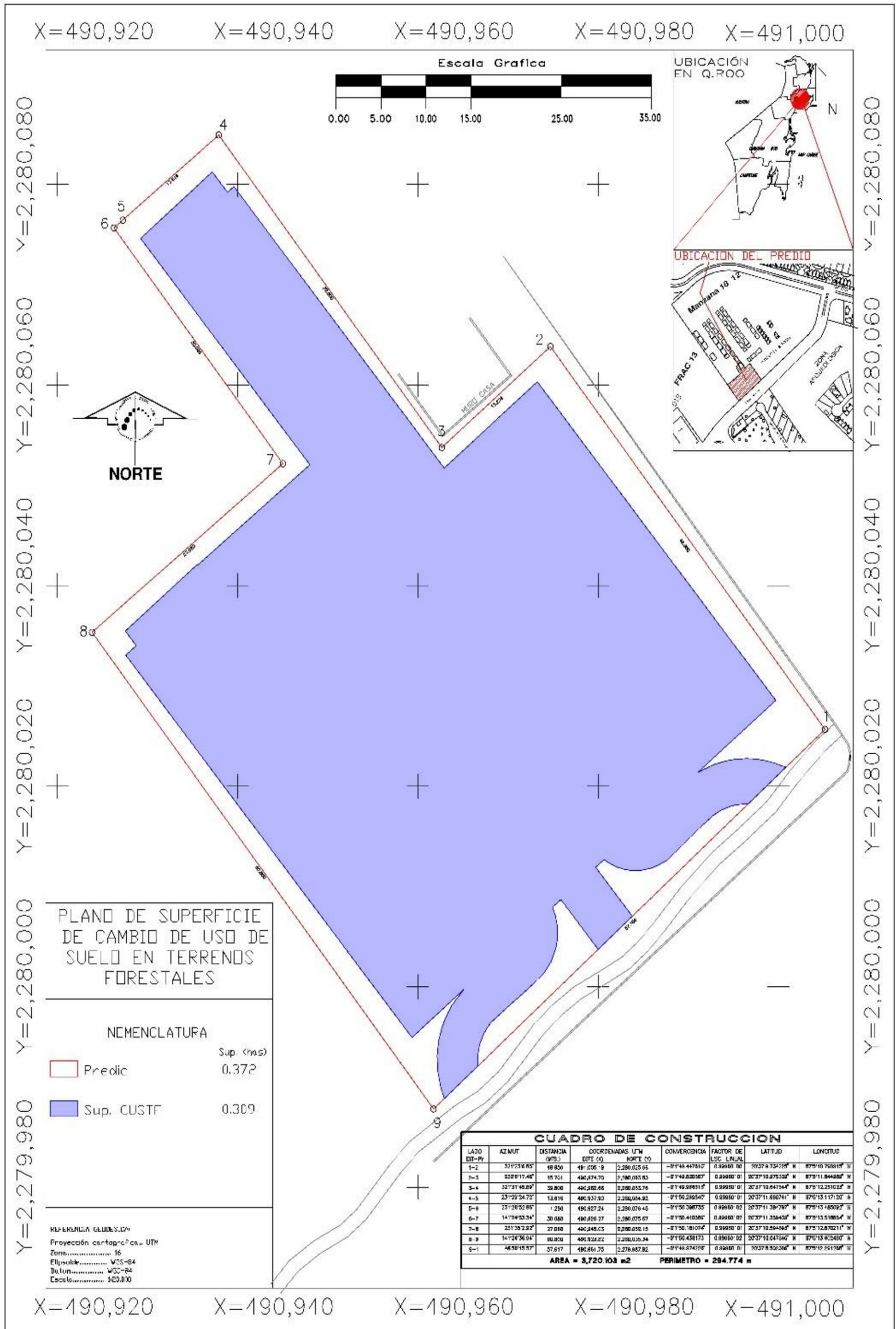


Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal,
 Modalidad B, Particular
 Proyecto "Bamoa"

Propietario	Polígono forestal	Identificador	Coordenadas x	Coordenadas y	Tipo de vegetación	Superficie forestal (has)
		50	490989.123	2280013.921		
		51	490991.306	2280015.862		
		52	490992.763	2280017.074		
		53	490993.625	2280017.588		
		54	490994.676	2280017.997		
		55	490995.369	2280018.158		
		56	490996.676	2280018.249		
		57	491000.844	2280021.880		
		58	491000.422	2280022.008		
		59	490999.687	2280022.265		
		60	490998.806	2280022.497		
		61	490997.445	2280022.708		
		62	490996.463	2280022.752		
		63	490995.102	2280022.667		
		64	490994.176	2280022.510		
		65	490992.936	2280022.166		
		66	490991.773	2280021.691		
		67	490991.098	2280021.380		
		68	490999.714	2280028.554		
		69	490973.256	2280060.330		
		70	490962.929	2280051.717		
		71	490939.572	2280079.779		
		72	490938.879	2280079.202		
		73	490937.183	2280081.239		
		74	490929.229	2280074.616		
		1	490929.230	2280074.615		

En el siguiente plano se muestra el área solicitada para el cambio de uso de suelo con referencia al polígono del predio:





Superficie solicitada para el CUSTF



II.2.4 Preparación del Sitio

Durante la etapa de preparación del sitio se realizarán las siguientes actividades:

Trazo de las áreas de desmonte y conservación. Se realizará el trazo topográfico de los diferentes componentes del proyecto. Con cintas plásticas y mallas se delimitan las áreas que serán conservadas e incorporadas al diseño del proyecto y las áreas que serán desmontadas para la construcción de las edificaciones de la infraestructura.

Marcado y rescate flora. En las áreas delimitadas y consideradas para el desmonte, se implementa una campaña coordinada por un especialista en identificación y manejo de vegetación y una brigada de personal de apoyo. Esto con la finalidad de identificar y marcar con cinta plástica, aquellos ejemplares que son susceptibles de ser rescatados, especialmente los que encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Una vez identificados los ejemplares, se implementa la técnica de rescate más apropiada considerando la especie y su talla. Los ejemplares rescatados son transportados a su sitio definitivo de trasplante o al vivero provisional para su mantenimiento. Este vivero será ubicado temporalmente dentro de alguna de las áreas de conservación del proyecto, sin que implique el desmonte de tal superficie.

Rescate de fauna. Paralelo a las actividades de marcado y rescate de especies vegetales, un especialista en manejo de fauna recorrerá las áreas de desmonte, con la finalidad de rescatar animales de baja movilidad y de trasladarlos a las áreas de conservación de vegetación. Previo a su traslado, cada organismo será identificado y registrado en formatos especiales diseñados por la supervisión ambiental del proyecto.

Desmonte y limpieza del terreno. Una vez que ha sido efectuado el rescate de flora y fauna, se realizan las actividades de desmonte y limpieza del predio. La tierra vegetal y los restos vegetales serán triturados mecánicamente y dispuestos temporalmente en algún área prevista para la construcción. Esto con el fin de ser utilizados posteriormente para la creación de áreas ajardinadas.

Excavación, relleno y nivelación. Después de realizada la limpieza del terreno, una cuadrilla de topógrafos delimita físicamente los diferentes frentes de trabajo y se realizan las actividades de excavación, relleno y nivelación necesarias para el área de edificaciones e infraestructura de servicios como son el sistema de drenaje pluvial y sanitario, la subestación y red eléctrica, la red telefónica entre otras.



Manejo de materiales maquinaria y equipo: para la preparación del sitio, se requiere del uso de maquinaria pesada, vehículos para transporte de materiales y equipo entre otros, enunciados en la siguiente tabla. Se exigirá al contratista que el equipo se encuentre en óptimas condiciones mecánicas con la finalidad de evitar fallas en el frente de trabajo y retrasos en la etapa correspondiente.

II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Casetas y área de mantenimiento: Se habilitarán casetas de vigilancia y casetas de obra para resguardo de los materiales y equipos y talleres especializados como son fierros, mosaicos y tubería. Todas estas instalaciones provisionales serán construidas con materiales recuperables que se desmontarán antes de la etapa de operación del proyecto.

Instalaciones sanitarias: Se instalarán sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores. Los sanitarios serán retirados antes de la etapa de operación del proyecto.

Bancos de material: Los materiales como arena, grava, cantera y mármoles serán adquiridos en locales comerciales especializados o de bancos de material autorizados.

Sitios para la disposición de residuos: Se destinará un sitio específico para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos que se generen durante las etapas de preparación y construcción del proyecto. Además, se distribuirán contenedores en las áreas de mayor concentración de trabajadores para recolectar los residuos producidos cotidianamente por el personal. Se implementarán brigadas de limpieza para mantener el sitio aseado y libre de desperdicios de obra y de restos producidos por las comidas de los trabajadores.

Comedores: Las áreas temporales de obra también alojarán los comedores del personal empleado durante las etapas de preparación y construcción. Igualmente se utilizarán elementos pre-construidos de fácil montaje y desmontaje. Generalmente son de láminas y madera.

En esta fase se aplica el seguimiento ambiental de manera estratégica a efecto de tener control de impactos ambientales adversos y en caso de que ocurrieran, implementar las acciones necesarias para detectarlos, detenerlos y revertirlos.

II.2.6 Etapa de construcción



El proyecto incorporará, en la medida de lo urbanamente posible, los desniveles del terreno y la vegetación existente.

La construcción de las vialidades, se realizará de manera mecanizada, realizando los cortes hasta alcanzar la cota deseada, rellenando y aplanando con material pétreo, hasta conformar el tren de acceso y guarniciones.

Manejo de maquinaria y equipo: para la construcción del proyecto se requiere de la contratación y uso de maquinaria, vehículos para transporte de materiales y equipo para las cimentaciones e instalaciones. Se exigirá al contratista que el equipo sea nuevo o se encuentre en óptimas condiciones mecánicas.

Instalación hidráulica: Desde la toma de agua potable, la cual según las necesidades del desarrollo tendrá un diámetro de 100 mm, se alimentará la red de distribución que ha de beneficiar a cada uno de los departamentos.

Aguas residuales: De cada vivienda se desprende un ramal que conduce las aguas servidas hacia un colector principal que las envía a la planta de tratamiento de aguas residuales, aprovechando para ello la pendiente del predio; del proyecto.

Instalaciones eléctricas: La acometida de la Compañía suministradora se recibirá en una subestación eléctrica en 3 fases, 3 hilos y 23 KV. Cada usuario contratará el servicio medidor de manera individual.

TV, voz y datos: Cada compañía instalará la infraestructura pertinente y cada usuario contratará estos servicios, de manera individual, a su conveniencia.

Durante la preparación y construcción del proyecto, serán generados residuos sólidos, líquidos y peligrosos que pudieran representar riesgos potenciales de contaminación al suelo y manto freático ante la ocurrencia de malos manejos. Con el fin de llevar al mínimo los riesgos anteriores, el proyecto contempla la utilización de baños portátiles y contenedores especiales para la colocación temporal de residuos sólidos clasificados.

II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo

El proyecto contempla un cambio de uso de suelo de 0.309 ha, sobre la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia existente en el predio, por lo cual con base en los resultados del inventario forestal descrito en el Capítulo IV, se estiman



los volúmenes por especie por hectárea del estrato que serán afectados por la ejecución del proyecto.

Muestreo

Se retoma la información ya presentada en el Capítulo IV del presente documento donde se describe la metodología del muestreo de la vegetación:

Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio dirigido sobre las áreas con vegetación sujetas al cambio de uso de suelo

Tabla 6. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio

Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84				
No. sitio	Vert	X	Y	Tipo de vegetación
1	1	490977.51	2280023.28	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490980.78	2280019.50	
	3	490995.90	2280032.60	
	4	490992.62	2280036.38	
2	1	490958.24	2280000.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490961.52	2279997.01	
	3	490976.63	2280010.11	
	4	490973.36	2280013.88	
3	1	490946.24	2280015.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490949.52	2280012.01	
	3	490964.63	2280025.11	
	4	490961.36	2280025.11	
4	1	490932.24	2280033.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490935.52	2280030.01	
	3	490950.63	2280043.11	
	4	490947.36	2280046.88	

Intensidad de muestreo

En las áreas cubiertas por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 4 sitios rectangulares de 100 m² (20*5) donde se muestreó el estrato arbóreo de la vegetación, con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 10.8 %.

Definición de estratos



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

Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
Arbóreo	Mínimo de 1.30	5 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

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

Fórmulas utilizadas para la estimación de volúmenes:

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

- **ÁREA BASAL**

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

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

Siendo:

RAP = radio a la altura de pecho

DAP = diámetro a la altura de pecho

- **VOLUMEN DE FUSTE LIMPIO**

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

Forma. Se aplican las tablas de volúmenes elaboradas por la empresa MIQROO (de los Santos, 1976) para la formulación de su plan de ordenación. Las mismas consideran un coeficiente mórfico que varía de 0.5 a 0.7 según la especie. La



formulación de las tablas se basó en un muestreo de campo intensivo utilizando el método del árbol tipo.

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

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

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

ESPECIES	FÓRMULA
BLANDAS	$VFL = 0.01247 + 0.000047554 \times DAP2 \times AFL$
DURAS	$VFL = 0.00842 + 0.000050894 \times DAP2 \times AFL$

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio

DAP2 = Diámetro al cuadrado

AFL = Altura del fuste limpio

- VOLUMEN TOTAL ÁRBOL

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

Volumen total árbol = Volumen del Fuste Limpio x factor Fn

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

ESPECIES	Factor Fn
Chechen	2.018
Chaca	2.153
Tzalam	2.324
Otras	2.300

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



II.2.7.1. Número de individuos por especie que se espera remover

Se estima que el número de ejemplares por hectáreas en la zona de ejecución del proyecto es de 500 individuos, por lo cual si consideramos que la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo corresponde a 0.309 has, se estima que se removerán un total de 154.5 individuos, conforme al siguiente cuadro:

Tabla 7. . Número de ejemplares a remover			
Tipo de vegetación	Nombre común	Nombre científico	No. de individuos a remover
Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia	Akits	Cascabela gaumeri	7.7
	Boob	Coccoloba spicata	7.7
	Chacá	Bursera simaruba	7.7
	Guázima	Guazuma ulmifolia	7.7
	Jabín	Piscidia piscipula	7.7
	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	7.7
	Mora	Chlorophora tinctoria	23.2
	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	7.7
	Parathesis	Parathesis cubana	15.4
	Yaxnic	Vitex guameri	61.8

II.2.7.2 Estimación de existencias volumétricas

Para la estimación se volúmenes se presenta inicialmente los resultados obtenidos del trabajo de campo, describiendo las alturas, diámetros, área basal y volúmenes por hectárea, para posteriormente estimar los volúmenes presentes en el predio así como los que serán removidos por el cambio de uso de suelo

Rangos de alturas

Para el caso de la vegetación de selva mediana subperennifolia las alturas de la vegetación se tiene que el 70 % de las especies presentan una altura entre los 3 y 6 metros, lo cual nos indica que la altura promedio de la vegetación es de 5.9 metros. En esta vegetación se presenta una altura mínima encontrada es de 3.2 metros y la máxima de 9.6 metros.



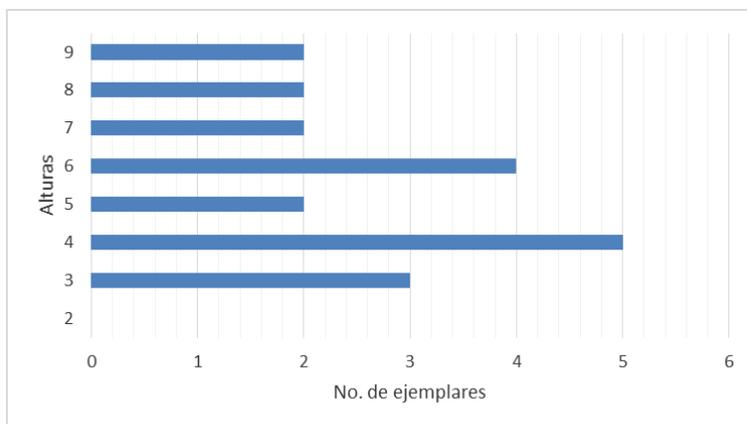


Figura 5.2.- Distribución de las alturas en metros

Categorías diamétricas

Como se observa en la siguiente gráfica, el 100 % de los individuos presentan diámetros menores a 20 cm por lo cual solo pueden ser considerados como productos para palizada.

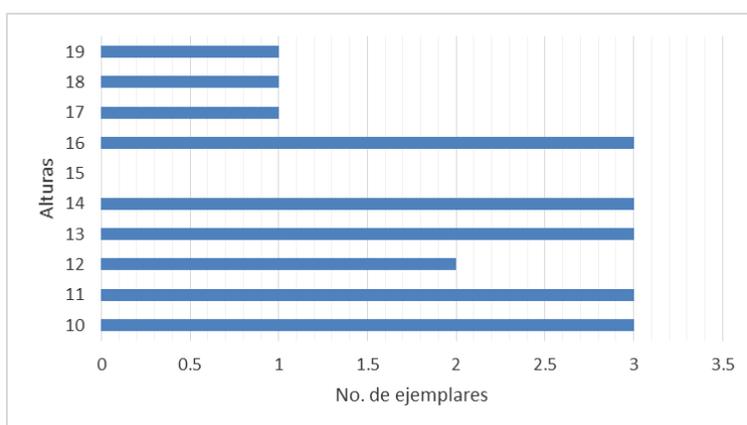


Figura 5.3. Distribución de las especies por categoría diamétricas

Área basal y volúmenes total árbol por hectárea.

Se estimó el área basal y volúmenes para todas las especies que se registraron en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia durante el inventario forestal, obteniendo los siguientes resultados por hectárea:

Tabla 8. Distribución del área basal y volúmenes por hectárea en la vegetación de selva mediana subperennifolia

No.	Nombre común	Nombre científico	AB m2/has	VFL m3/has	VTA m3/has
1	Akits	Cascabela gaumeri	0.221	0.411	0.944
2	Boob	Coccoloba spicata	0.358	1.208	2.778
3	Chacá	Bursera simaruba	0.701	2.619	5.639
4	Guázima	Guazuma ulmifolia	0.238	0.457	1.051
5	Jabín	Piscidia piscipula	0.307	0.926	2.130
6	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	0.204	0.581	1.337
7	Mora	Chlorophora tinctoria	1.320	3.019	6.944
8	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	0.242	0.211	0.484
9	Parathesis	Parathesis cubana	0.870	1.083	2.491
10	Yaxnic	Vitex guameri	3.533	6.270	14.420
			7.994	16.784	38.217

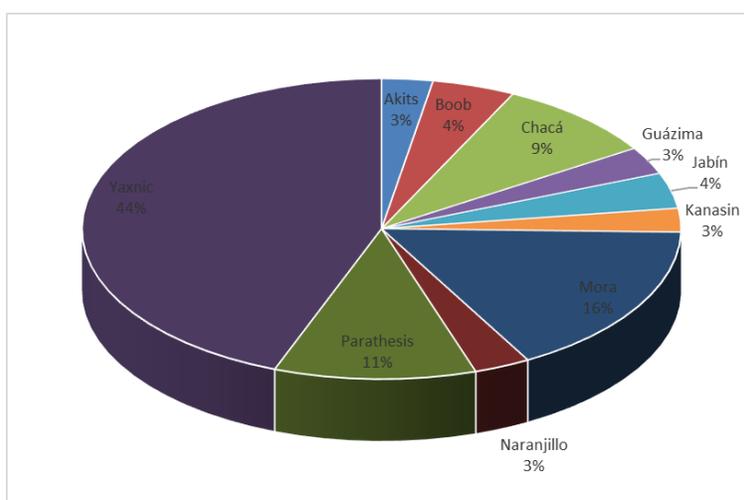


Figura 5.4. Distribución del área basal por especie por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia

Con base en los resultados anteriores se puede observar que las especies que aportan el mayor porcentaje del área basal es la Yaxnic (*Vitex guameri*) con 44 % y seguida del Mora (*Maclura tinctoria*) con el 16%, por lo cual en conjunto estas dos especies representan el 60 % del área basal por hectárea de la zona. Por lo tanto analizando la información presentada se concluye que la vegetación de tipo selva mediana subperennifolia que cubre la superficie del área de cambio de uso de suelo, presenta un área basal de 7.994 m²/has.

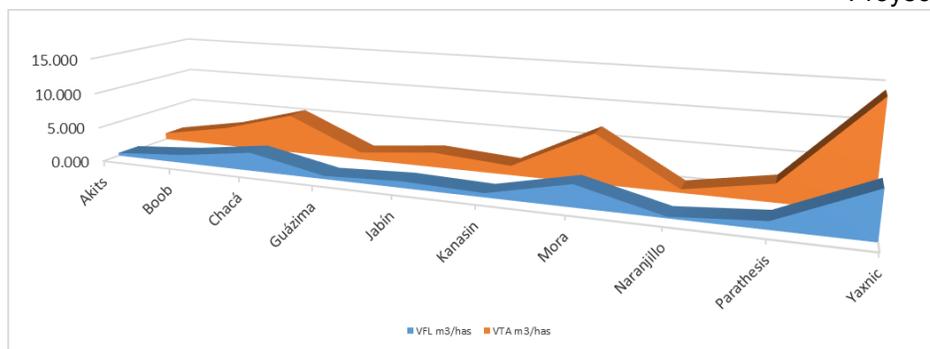


Figura 5.4. Distribución de volúmenes por especie por hectárea en la selva mediana.

En cuanto a los volúmenes el Yaxnic (*Vitex guameri*) es la especie que presenta mayores volumen de fuste limpio y total, ya que aunque no es la especie más abundante y con diámetros mayores, seguido de la Mora (*Maclura tinctoria*) y el chaca (*Bursera simaruba*).

II.2.7.3 Estimación de volúmenes por propietario/predio

Para la estimación del volumen total árbol del predio se tomó en cuenta que actualmente presenta una superficie cubierta por vegetación de selva mediana subperennifolia equivalente a 0.372 has, además de retomar los cálculos de volumen por especie por hectárea anteriormente presentados.

Por lo tanto en la siguiente tabla se presentan los volúmenes por especie presentes en la superficie del predio actualmente:

Tabla 9. Volumen por propietario / predio							
Municipio / Localidad	Propietario	Tipo de vegetación	Superficie (has)	Especie	Nombre científico	No. Individuos	Volumen m3 (RTA o VTA)
Playa del Carmen, Mpio. De Solidaridad	RESIDENCIAL MARIANO ESCOBEDO S.A DE C.V.	Vegetación de selva mediana subperennifolia	0.372	Akits	Cascabela gaumeri	9.3	0.35
				Boob	Coccoloba spicata	9.3	1.03
				Chacá	Bursera simaruba	9.3	2.10
				Guázima	Guazuma ulmifolia	9.3	0.39
				Jabín	Piscidia piscipula	9.3	0.79
				Kanasin	Lonchocarpus rugosus	9.3	0.50
				Mora	Chlorophora tinctoria	27.9	2.58
				Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	9.3	0.18
				Parathesis	Parathesis cubana	18.6	0.93
				Yaxnic	Vitex guameri	74.4	5.36
						186.0	14.22

II.2.7.4 Estimación de volúmenes por especie y tipo de vegetación



Finalmente se con base en las estimaciones anteriores de los volúmenes por hectáreas, se procedió a determinarlos volumen total árbol que serán removidos por la ejecución del cambio de uso de suelo, obteniendo que se obtendrá un volumen total árbol de 11.81 m³ sobre la superficie de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, conforme a los siguientes resultados:

Tabla 10. Volumen a Remover por especie y tipo de vegetación			
Tipo de vegetación	Especie	Nombre científico	ETR m ³
Vegetación de selva mediana subperennifolia	Akits	Cascabela gaumeri	0.29
	Boob	Coccoloba spicata	0.86
	Chacá	Bursera simaruba	1.74
	Guázima	Guazuma ulmifolia	0.32
	Jabín	Piscidia piscipula	0.66
	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	0.41
	Mora	Chlorophora tinctoria	2.15
	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	0.15
	Parathesis	Parathesis cubana	0.77
	Yaxnic	Vitex guameri	4.45
			11.81

II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo

Las superficies solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales correspondiente a 0.2253 has de Vegetación Secundaria de selva mediana subperennifolia.

Conforme al Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, se tiene que los productos forestales maderable y no maderable se clasifican por género o grupo y pro producto conforme a lo siguiente:

Producción Maderable

Los productos maderables son presentados por género y/o grupo donde se desglosa a la producción en función de sus características biológicas y por tipo de producto en el cual se presenta la producción de acuerdo al fin que esta tiene:

Por género y/o grupo:

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

Por producto:



- Escudría • Celulosa • Chapa y triplay • Postes, pilotes y morillos • Leña • Carbón • Durmientes

Producción No Maderable

Dentro del rubro de los no maderables predominan las actividades de recolección, cuyos productos son: plantas vivas, frutos y semillas en estado silvestre entre otros, los cuales se clasifican como sigue:

Productos No Maderables:

- Resinas • Fibras • Gomas • Ceras • Rizomas • Otros * • Tierra de monte

**En los que se incorporan: hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno y los demás que vayan incluyéndose.*

Así mismo el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, asigna los siguientes precios a nivel nacional y para el estado de Quintana roo, tomando en cuenta que las especies presentes en el predio se clasifican como comunes tropicales:

Tabla 11. Precios promedio y estatales para productos forestales y no forestales conforme al Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015			
		Promedio nacional de precios	Precios Quintana Roo
Género o grupo	Producto	pesos/m3	pesos/m3
Comunes tropicales	Escudría	1,806.78	1500
	Durmientes	1,501.67	
	Chapa - triplay	1,500.00	1500
	Postes, pilotes y morillos		2000
	Leña		33
	Carbón		366.66
	Durmientes		0
		pesos/tonelada	
No maderables	Otros	4,255.11	
	Resinas	11,844.24	
	Fibras	6,520.79	
	Tierra de Monte	514.57	

Con base en los anteriormente mencionado y tomando en cuenta las especies y volúmenes estimados para el área de cambio de uso de suelo se presenta la estimación de recursos.



II.2.8.1 Estimación del valor económico de los recursos forestales maderables

Para la estimación de la valoración económica directa de los recursos forestales maderables existentes al interior del área de afectación, se tomaron en cuenta todos los individuos del estrato arbóreo que pueden ser destinados al aprovechamiento forestal.

Conforme a las características del estrato arbóreo de la selva mediana subperennifolia se tiene que esta presenta diámetros normales máximos de 19 cm, por lo cual conforme a la clasificación de productos del Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, estas se clasifican como especies Comunes tropicales y solo pueden ser utilizadas como productos para postes, pilotes o morillos con el objetivo de obtener el mayor beneficio económico, para lo cual se obtendría lo indicado en el siguiente cuadro:

Tabla 12. Valor de los productos forestales maderables						
Genero	Producto o subproducto	Especie	Unidad	Área de Desplante		
				VTA o individuos	Costos unitarios \$	Monto Total (\$)
Comunes Tropicales	Postes, pilotes y morillos	Akits	m ³	0.29	2000	583.5
		Boob		0.86	2000	1716.1
		Chacá		1.74	2000	3484.3
		Guázima		0.32	2000	649.2
		Jabín		0.66	2000	1316.2
		Kanasin		0.41	2000	825.8
		Mora		2.15	2000	4290.2
		Naranjillo		0.15	2000	299.1
		Parathesis		0.77	2000	1538.8
		Yaxnic		4.45	2000	8909.2
						11.81

Con base en lo anterior se calculó que el valor que se puede obtener como materias primas forestales es un monto de \$23,612.42 pesos M.N.

II.2.8.2 Estimación del valor económico de los recursos no maderables

Para la estimación económica de los recursos forestales maderables se considerara la tierra vegetal y se le aginara el valor estimado por el Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2015, mientras que para determinar el valor de las especies presentes en los estratos arbustivos y herbáceos no se utilizara el Anuario



Estadístico de la Producción Forestal 2015 debido a que este le asigna los precios por toneladas y debido a que solo se provecharan 0.309 hectáreas no resulta una media factible para la cantidad de productos resultantes, por lo cual se le asignara un precio conforme a los precios locales en la zona.

Como productos forestales no maderables se incluirán todos los ejemplares presentes en el estrato arbustivo y el herbáceo, asignándoles un precio por planta conforme a los precios promedio establecidos en los viveros de la zona, conforme a lo siguiente:

Tabla 13. Valoración de las especies arbustivas y herbáceas			
Estrato	No. De ejemplares en el área de CUSTF	Costo \$	Monto total \$
Arbustivo	139.0	12	1668.2
Herbácea	803.2	12	9638.4
		Total	11306.5

Por lo tanto el valor total económico de las materias primas no forestales de la vegetación es de \$11,306.5.0 pesos.

En cuanto a la tierra vegetal conforme al tipo de suelo Leptosol, que indica que se cuenta con una capa delgada de tierra de aproximadamente 0.10 m y considerando que la superficie de aprovechamiento corresponde a 3089.22 m², se tiene que se podría obtener un volumen de 308.92 m³ de tierra vegetal, para lo cual si consideramos que la tierra vegetal presenta un densidad de 0.95 ton/m³, se tiene que se generaría un total de 293.5 toneladas, con lo cual obtendríamos la siguiente valoración:

Tabla 14. Valoración de la tierra vegetal del área de cambio de uso de suelo			
Producto	Cantidad generada (ton)	Precio/ tonelada	Monto total
Tierra Vegetal	293.5	514.57	151,026.3

II.2.8.3 Estimación del valor económico de los recursos faunísticos

De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio "Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México" (Pérez-Gil Salcido R. *et al.*, 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos.



En el cuadro siguiente se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. No obstante, cabe hacer mención que para muy pocas especies está regulado su uso o aprovechamiento, de tal forma que muchas de las actividades relacionadas con la utilización de las mismas se realizan fuera de las normas establecidas por la legislación mexicana, incluyendo la cacería, la extracción comercial de especímenes vivos y las colectas científicas y de aficionados.

Cuadro 7.10. Valores de los vertebrados silvestres (adaptado de Pérez-Gil S., R. et al., 1996)				
directo	Valor de uso indirecto	de opción	de herencia	de existencia
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso directo o indirecto futuro	Valor de legar valores a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos: * Cacería - de subsistencia - deportiva y comercial - legales o furtivas * Materia prima - industrial - artesanal - taxidermia * Alimentos * Colecta y captura de especímenes y material genético - mamíferos - aves de ornato y cantoras - huevos - otras * Medicinales * Religiosos * Criaderos * Mascotas Usos no extractivos: * Recreación - ecoturismo - exhibiciones * Actividades culturales y religiosas * Producción audiovisual	Ecosistémicas: * Autopreservación y evolución de las especies * Ciclaje de nutrientes * Conocimiento e investigación científica actual * Elementos indicadores del estado del ecosistema * Banco genético Ambientales: * Control de plagas * Daños por especies nocivas	* Continuidad de la especie * Obtención de nueva materia prima * Nuevos conocimientos * Bancos de semen * Recurso de emergencia	* Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Herencia cultural	* Conocimiento de la existencia * Protección del hábitat * Evitar cambios irreversibles * Culturales, estéticos y religiosos

Tabla 15. Valores de los vertebrados silvestres

Fuente: De Alba E., Reyes M.E. 1998. *Valoración Económica de los Recursos Biológicos del país*. En: CONABIO, 1998. *La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. Pp:212-233

Por otra parte y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno (extractivo y/o no extractivo) de ninguna especie faunística, ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA) previamente autorizada por la SEMARNAT.

Por lo tanto al no tener una forma clara de valorar la fauna silvestre del ecosistema se procederá a realizar una evaluación indirecta donde se contemplarán todos los seres vivos que conforman este tipo de vegetación con lo cual se asignará un valor indirectamente a la fauna silvestre, a través de los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa



PRONAFOR 2017, en relación al concepto de pago por conservación de la biodiversidad:

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la estimación económica indirecta (conservación de la biodiversidad) en el área de cambio de uso de suelo:

Tabla 16. Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.				
Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Conservación de la biodiversidad	\$700	Hectárea	0.309	\$216

Sin embargo como el tiempo de vida del proyecto será de 99 años, a continuación se estima el monto de la conservación de la biodiversidad que se generaría en ese lapso, por lo cual tenemos que en 1 año se pagarían \$216.00 pesos por 99 años tendríamos \$21,384.00 pesos por los servicios ambientales durante la vida útil del proyecto.

II.2.8.4 Estimación del valor económico de los servicios ambientales

La valoración indirecta se refiere a los beneficios que recibe la sociedad a través de los servicios ambientales de los ecosistemas. Algunos ejemplos son los servicios proporcionados por los bosques y selvas, como la Provisión del agua en calidad y cantidad, Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero, Generación de oxígeno, Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales, Protección de la biodiversidad, Protección y recuperación de suelos, Cambio en el paisaje y belleza escénica. A diferencia del valor de uso directo, el indirecto generalmente no requiere del acceso físico del usuario al recurso natural, pero sí de la existencia física del recurso en buenas condiciones. Para la estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) en sus reglas de operación del programa PRONAFOR 2017, en relación al concepto de pago por servicios ambientales en el concepto de apoyo más alto (Área 1).

En el cuadro que se presenta a continuación se observa la estimación económica indirecta (servicios ambientales hidrológicos) del costo de los recursos biológicos en el área de cambio de uso de suelo:



Tabla 17. Estimación económica indirecta de los recursos biológicos del predio del proyecto.				
Concepto	Costo unitario	Unidad	Superficie de afectación (ha)	Costo total del recurso biológico
Servicios ambientales hidrológicos	\$1,100	Hectárea	0.309	\$340

Sin embargo como el tiempo de vida del proyecto será de 99 años, a continuación se estima el monto de los servicios ambientales que se generaría en ese lapso, por lo cual tenemos que en 1 año se pagarían \$340.00 pesos por 99 años tendríamos \$33,600.00 pesos por los servicios ambientales durante la vida útil del proyecto.

II.2.8.5 Resumen de la valoración económica de los recursos biológicos del predio del proyecto

De acuerdo con los análisis realizados en los apartados previos, el valor económico de los recursos biológicos del área sujeta al cambio de uso de suelo en una superficie de 0.309 has, se estima en un monto aproximado de \$240,929.22 pesos tal como se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 18. . Resumen final de la estimación económica de recursos		
Recurso biológico	Concepto de valoración	Total (\$) pesos mexicanos
Recursos forestales	Recursos forestales	23,612.42
	Recursos no forestales	162,332.80
	Recursos fauna silvestre	21,384.00
	Recursos servicios ambientales	33,600.00
	Total	240,929.22

II.2.9 Operación y mantenimiento

Por tratarse de un conjunto de departamentos la etapa de operación del proyecto no corresponderá a los promoventes. No obstante, se señalan algunos datos técnicos que se consideran importantes.

Durante la operación del conjunto de departamentos, considerado al 100 % de su capacidad y teniendo en cuenta que el volumen promedio diario de agua utilizado por la clase socioeconómica media, es de 230 L/hab/día y que el número promedio de ocupantes previsto es de 5 hab/viv, y que se proyectan 51 unidades de vivienda, el volumen de agua requerido será de 58,650 L/día. El agua que será abastecida por el servicio de alcantarillado y agua potable municipalizada.



La recolección, manejo y disposición final de los residuos sólidos que se generarán en las zonas habitacionales estará a cargo del servicio de limpia municipal. Considerando una generación promedio de 1.2 Kg de residuos sólidos urbanos por habitante, la generación diaria esperada una vez que el desarrollo habitacional esté ocupado en su totalidad, es de 306 Kg.

Se espera también un pequeño volumen de estos residuos cuya procedencia será las áreas públicas. Para su captación se colocarán depósitos de 120 L de capacidad mismos que se distribuirán cerca de los accesos para facilitar su manejo y la recoja por el servicio de limpia municipal.

Las aguas residuales que se generen en el proyecto serán canalizadas a través de la red interna de drenaje, con destino a la planta de tratamiento de aguas residuales del fraccionamiento playacar.

II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

No se tiene contemplado el abandono del sitio en un futuro próximo. Sin embargo, en caso de ocurrencia, a fin de facilitar el retorno del predio a su condición natural, se deberían considerar las siguientes acciones:

- Desmantelamiento de departamentos, es decir, retiro de muebles, equipos y ornamentos; y traslado de éstos a alguna bodega para su probable comercialización o remate.
- Demolición de las obras y estructuras construidas, incluidos los cimientos, y traslado de los residuos pétreos a algún sitio en el que se puedan emplear como material de relleno. Los productos orgánicos pueden ser picados o triturados para acelerar su descomposición y podrían, en caso dado, conservarse al interior del predio para que se reintegren, mediante la cadena de detritus, al suelo.
- Excavación de líneas de distribución de electricidad y agua potable y de conductos de la red de drenaje sanitario; así como su retiro del predio para su probable comercialización como material de segunda y su desecho como residuo sólido.
- Limpieza general.
- Restauración de suelos y reforestación de las áreas aprovechadas utilizando especies nativas propias de los ecosistemas presentes en la región, a fin de acelerar la recuperación natural del terreno.
- Monitoreo del proceso de recuperación y, en su caso, aplicación de las medidas pertinentes que permitan el retorno gradual de las condiciones naturales.



- Se estima que el período de tiempo para retornar a condiciones previas al inicio de obra oscilaría en alrededor de 5 años, ya que actualmente el predio está colonizado por malezas y plantas herbáceas y arbustivas, así como por plántulas de especies arbóreas secundarias.

II.2.11 Programa de trabajo

La preparación del terreno, así como la edificación de las obras propuestas e introducción de infraestructura se realizará durante un período de aproximadamente de dos años, contados a partir que se obtengan las autorizaciones y permisos de ley. Los tiempos podrán acortarse en función de las eficiencias de trabajo o bien podrían extenderse dependiendo de las condiciones climáticas propias de la zona. (ver cronograma).

II.2.12 Generación y manejo de residuos sólido, líquidos y emisiones a la atmósfera

Material vegetal. Derivado de la actividad de desmonte de las áreas autorizadas, se generarán restos vegetales que en parte serán triturados y convertidos en mulch, mismo que se empleará como abono para el mejoramiento de suelos en las áreas verdes y jardines al interior del desarrollo. Otra parte de los residuos vegetales será entregada al Ayuntamiento para su utilización en el mejoramiento de áreas públicas en la ciudad de Playa del Carmen y otra parte será dispuesta en los sitios de tiro autorizados por el Ayuntamiento para este tipo de residuos.

Material de despalme. Derivado de la actividad de despalme de las áreas autorizadas, se generarán restos de roca y suelo que serán trasladados a un sitio de tiro autorizado por el Ayuntamiento. Regularmente estos restos se utilizan como relleno de bancos de material pétreo abandonados.

Aguas residuales. En la obra se generarán aguas residuales mismas que serán captadas en baños portátiles o letrinas de renta. Según demanda, las aguas residuales se retirarán en pipas por alguna empresa especializada con base en Playa del Carmen y que cuente con las autorizaciones correspondientes para prestar el servicio.

Residuos sólidos urbanos. Se espera la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos de los trabajadores a lo largo de las jornadas de trabajo. No se puede determinar el volumen de generación, pero se ha contemplado la colocación de tambos de 200 litros con bolsas para la disposición temporal de los mismos. Con la frecuencia que sea necesaria el contenido será trasladado al relleno sanitario del Municipio Solidaridad empleando para ello camiones de la empresa.



Residuos propios de la construcción (escombro). Se entiende por escombro la mezcla de residuos sólidos propios de la construcción y que está formada por restos de mezcla, pedacería de block, bolsas de papel, pedacería de alambre, PVC, hierro, cartón, madera, etc. Este material se acumulará en zonas previamente definidas al interior del predio y dos veces por semana se retirará del predio con destino a alguna de las áreas de acopio de este material en el Municipio Solidaridad empleando para ello volquetes sindicalizados. No se tiene una estimación del volumen de escombro que se generará.

Residuos peligrosos. No se prevé la generación de residuos peligrosos.



CALENDARIO DE ACTIVIDADES PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO Y DESARROLLO DEL PROYECTO													
CRONOGRAMA TEMPORALIDAD 2 AÑOS													
CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
<i>ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO</i>													
RESCATE DE FAUNA		X											
RESCATE DE FLORA													
TRAZO		X											
LIMPIEZA		X											
DESMONTE Y DESPALME			X										
TRITURADO DEL MATERIAL VEGETAL RESULTANTE DEL DESMONTE			X	X									
RECUPERACION DE LA TIERRA FERTIL				X									
COLOCACION DE LETRINAS PROTATILES			X										
COLOCACION DE CONTENEDORES PARA LA SEPARACION DE RESIDUOS SOLIDOS			X										
COLOCACION DE CORTINA ANTIDISPERSANTE			X										
<i>ETAPA DE CONSTRUCCION</i>													
COLOCACION DE CONTENEDORES PARA LA SEPARACION DE RESIDUOS SOLIDOS				X									
EXCAVACION Y NIVELACION					X	X							
CONSTRUCCION Y EDIFICACION		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REFORESTACION								X					
SEGUIMIENTO A REFORESTACION		X						X					
<i>ETAPA DE OPERACIÓN (2020-en adelante)</i>													
MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE TODAS LAS INSTALACIONES		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>ETAPA DE ABANDONO (fin de la vida útil del proyecto)</i>													
DESMANTELAMIENTO DEL ANDADOR Y MUELLE													
DESMANTELAMIENTO DEL PROYECTO Y REHABILITACION DEL PREDIO													



Documento Técnico Unificado
(DTU) del Trámite de Cambio de
Uso de Suelo Forestal, Modalidad
B, Particular

CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO	3
III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales.....	3
b) Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. ...	7
d) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	8
e) Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.....	9
III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)	10
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.	10
Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el Sábado 24 de noviembre de 2012.....	20
Criterios de regulación inmediata del Mar Caribe.	36
III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas	38
III.4. Normas Oficiales Mexicanas	39
NOM-001-SEMARNAT-1996	39
NOM-003-SEMARNAT-1997	39
NOM-059-SEMARNAT-2010	39
NOM-052-SEMARNAT-2005.	40
NOM-080-SEMARNAT-1994.	40
NOM-041-SEMARNAT-2015.	41
NOM-022-SEMARNAT-2003.	41
III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU).....	41
PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO SOLIDARIDAD 2010-2050.	41
PLAN MAESTRO PLAYACAR	42
LINEAMIENTOS DE DISEÑO Y CONTROL AMBIENTAL (PLAYACAR)	42
CRITERIOS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE	42
EMPLAZAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES	42
VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTO VEHICULAR.....	43
III.6. Otros instrumentos	43



III.7. Ubicación del predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).	43
III.8. Ubicación del predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)	44
III.9. Ubicación del predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008).....	45
III.10. Ubicación del predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas.....	46
Tabla 1. <i>Muestra de análisis fisicoquímicos y microbiológicos</i>	6
Tabla 2. Criterios de acción específica que le aplican y no le aplican a la UGA 139 donde se ubica el proyecto.	22
Tabla 3. Vinculación del proyecto con los Criterios Generales.	22
Tabla 4. Vinculación del proyecto con los Criterios de aplicación específica.	29

Imagen 1. Ubicación de la UGA 139 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, donde se ubica el predio del proyecto.....	21
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Mapa 1.- ubicación de los lotes dentro de la UGA 10.	11
Mapa 2. Ubicación del predio sobre las RPT.	44
Mapa 3. Ubicación del predio sobre RHP	45
Mapa 4. Ubicación del predio respecto de las AICAS	46
Mapa 5. Ubicación del predio respecto de alguna ANP.	47



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

En este apartado se realiza la vinculación del proyecto con leyes, reglamentos, programas de manejo, ordenamientos ecológicos y normas ambientales en los tres niveles de gobierno, demostrando que el proyecto cumple cabalmente con cada uno de las disposiciones establecidas en las leyes mexicanas y convenios internacionales.

La vinculación del proyecto se realizó partiendo por las leyes y sus reglamentos, posteriormente se hace la vinculación del programa de ordenamiento ecológico, proyecto con:

III.1. Ordenamientos Jurídicos Federales.

a) Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

A continuación, se transcriben los artículos relevantes para el análisis de la vinculación del proyecto a la legislación vigente, señalando la forma en que el Promovente y el proyecto cumplen con lo señalado en la LEEGPA (Última reforma publicada DOF 09-01-2015).

SECCIÓN V.- Evaluación del Impacto Ambiental

ARTÍCULO 5 *Son facultades de la Federación:*

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o Actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes

Dando cumplimiento con el presente Artículo y su párrafo X, la empresa promotora presenta ante esta Secretaría, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, para su evaluación y autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades, así como cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

ARTÍCULO 28.- *La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que*



determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

Párrafos VII y IX.

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

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;...

ARTÍCULO 30. *Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.*

La empresa promovente presenta ante esta Secretaría, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo y sus numerales VII, IX y XI, así como al artículo 30, y obtener la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, así como con lo establecido el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010,

ARTÍCULO 64 BIS 1.- *La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, podrán otorgar a los propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, y demás personas interesadas, concesiones, permisos o autorizaciones para la realización de obras o actividades en las áreas naturales protegidas; de conformidad con lo que establece esta Ley, la declaratoria y el programa de manejo correspondientes.*

Los núcleos agrarios, pueblos indígenas y demás propietarios o poseedores de los predios en los que se pretendan desarrollar las obras o actividades anteriormente señaladas, tendrán preferencia para obtener los permisos, concesiones y autorizaciones respectivos. (Artículo adicionado DOF 13-12-1996).



Tal y como se mencionó en el capítulo I, la empresa promovente es la legítima dueña del predio tal y como consta en la Escritura Pública anexa al documento, por lo cual tiene preferencia para obtener permisos, concesiones y autorizaciones respectivas.

Artículo 83. *El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.*

Durante la fase de construcción se utilizarán únicamente materiales pétreos, madera y agua provenientes de distribuidores autorizados, por lo cual no se pretende el aprovechamiento de los recursos naturales del predio.

Artículo 98.- *Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:*

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

El cambio de uso de suelo del área de aprovechamiento solicitada para el desarrollo del proyecto, es acorde a lo establecido en el programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del gobierno del estado el 25 de mayo de 2009.

Artículo 110.- *Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:*

II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Las principales emisiones a la atmósfera se presentarán en la fase de preparación del sitio y principalmente en construcción, las cuales se generarán a partir del uso de equipos, vehículos y maquinaria, por lo que se verificará que cuenten en óptimas condiciones para evitar que las emisiones sobrepasen los límites máximos



permisibles de acuerdo a la normatividad, así como la implementación de medidas de mitigación adecuadas.

Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

- I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
- II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
- III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;
- IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
- V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua

ARTICULO 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.

En cumplimiento al presente artículo y sus apartados, las aguas residuales que se produzcan durante la operación del proyecto, serán tratadas por la planta de tratamiento del mismo fraccionamiento, la cual debe cumplir con los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996 de acuerdo a los siguientes parámetros:

Tabla 1. Muestra de análisis fisicoquímicos y microbiológicos.				
Parámetro	Método de prueba	Resultados M1	Incertidumbre k=2 +-	Unidades
Coliformes fecales	NMX-AA-042-1987	46417,71	N.A.	NMP/100 mL
Grasas y aceites	NMX-AA-005-SCFI-2013	<3,98	N.A.	mg/L
Sólidos sedimentables	NMX-AA-004-SCFI-2013	<0,3	N.A.	mg/L
Sólidos suspendidos totales	NMX-AA-034-SCFI-2001	12,98	3,38	mg/L
Demanda bioquímica de oxígeno	NMX-AA-028-SCFI-2001	57,04	0,65	mg/L
Nitrógeno total	NMX-AA-026-SCFI-2010	21,54	2,38	mg/L
Fósforo total	NMX-AA-029-SCFI-2001	<4,00	N.A.	mg/L



pH medido a 28 °C	NMX-AA-008-SCFI-2011	8,11	0,03	UNIDADES
Materia flotante	NMX-AA-006-SCFI-2010	AUSENTE	N.A.	N.A.
Demanda química de Oxígeno	NMX-AA-030/1-SCFI-2012	64,08	5,13	mg/L
Temperatura	NMX-AA-007-SCFI-2013	28	0,82	°C

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
- II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
- III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

En las diferentes etapas del proyecto se contarán con las medidas ya descritas en el capítulo VII, para evitar contaminación al suelo por desechos sólidos o líquidos, y se aplicará el Programa integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

b) Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

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

- O) cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas Áridas:
- I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;
 - II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y



III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

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

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

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.

Dando cumplimiento con los artículos antes mencionados, así como con lo establecido en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la Empresa Promovente presenta ante esta Secretaria, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo y sus incisos O y Q, así como la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales a que se refiere el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y al Acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, última reforma de fecha 24 de enero de 2017..

d) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, Última reforma publicada DOF 24-01-2017, que señala:

TITULO QUINTO.- DE LAS MEDIDAS DE CONSERVACIÓN FORESTAL

CAPITULO I.- Del Cambio de Uso del Suelo en los Terrenos Forestales

ARTICULO 117. *La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del*



Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.

En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.

No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. (Párrafo reformado DOF 20-05-2013).

Para poder realizar el proyecto, se requerirá realizar la remoción de vegetación en los sitios de desplante, y con el fin de no comprometer la biodiversidad del sitio, ni provocar la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; se llevará a cabo la implementación de las medidas de prevención y mitigación de los posibles impactos sobre la flora y fauna presentes en el predio, mediante los diferentes programas que acompañan al presente estudio, cabe señalar que en el predio no se han presentado incendios por lo menos en los últimos 20 años, y que el proyecto es congruente con los usos de suelo permitidos en los programas y planes de manejo aplicables al sitio.

e) Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los artículos que le corresponde cumplir al proyecto son:

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Nota de vigencia: Las reformas al artículo 4; el segundo párrafo del artículo 119; el tercer párrafo del artículo 120; la fracción V del artículo 122 y el artículo 123; y las adiciones de las fracciones I Bis y I Ter al artículo 2; un cuarto párrafo al artículo 120; un segundo párrafo al artículo 125 y un artículo 174 Bis, publicadas en el DOF 31-10-2014, entrarán en vigor el 2 de marzo de 2015.



ARTICULO 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.

Artículo 121.- Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente: (...)

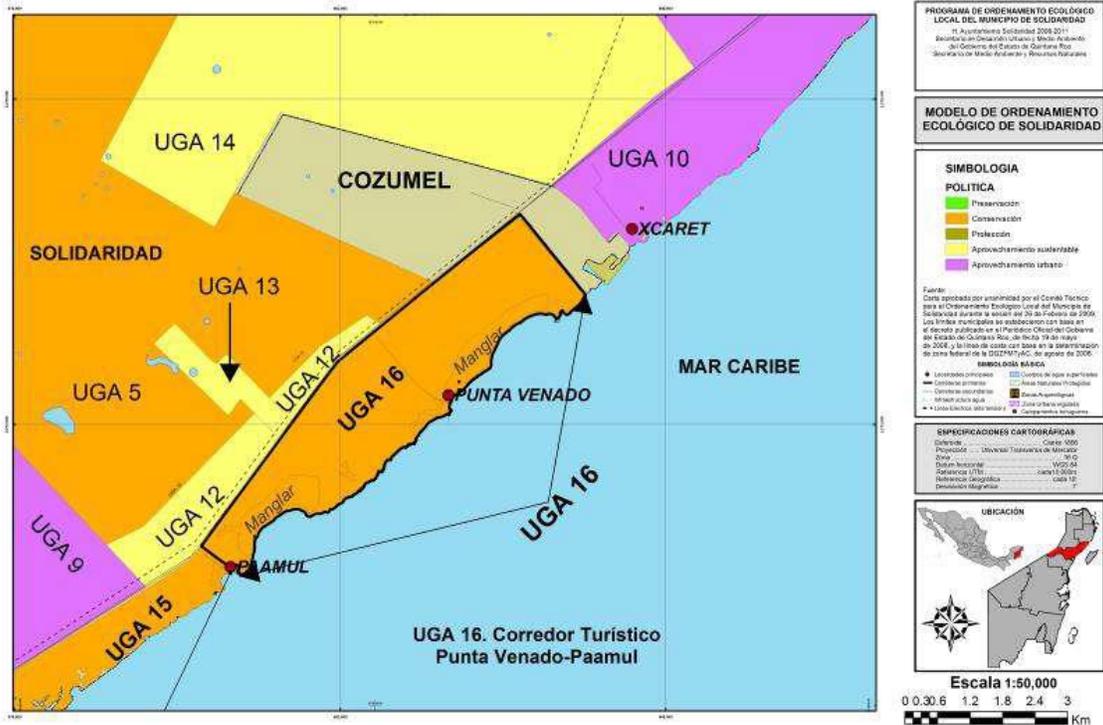
Dando cumplimiento con el presente artículo, así como con lo establecido en el acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2010, la empresa promovente presenta ante esta H. Secretaria, el Documento Técnico Unificado del Trámite de Cambio de uso de suelo forestal modalidad B Particular, con el fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para las obras y actividades señaladas en el presente artículo Acompañan al presente estudio el acta constitutiva de la empresa promovente, la identificación oficial y poder del representante legal de la empresa promovente, el título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponde, dichos documentos se presentan en copia simple y certificada para su cotejo (Anexo: documentación legal).

III.2. Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET)

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

Por su ubicación, el proyecto es regulado por el **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Publicado** en el periódico oficial del gobierno del estado de Quintana Roo, el día 25 de mayo del 2009. El predio y específicamente la zona de ubicación del desplante se encuentran incluidos dentro





Mapa 1.- ubicación de los lotes dentro de la UGA 10.

A continuación se resume lo permitido en esta UGA 10.

UNIDAD DE GESTION AMBIENTAL 10	
Nombre	Zona urbana de Playa Del Carmen
Política ambiental	Aprovechamiento Sustentable
SUPERFICIE 9,343.99 hectáreas	PORCENTAJE MUNICIPAL 3.93 %
ESCENARIO INICIAL	La ciudad de playa del Carmen representa el centro urbano con la mayor tasa de crecimiento del Estado, por lo que las reservas urbanas se agotan rápidamente, ocasionando que día a día se incremente la mancha urbana. Esta dinámica responde al crecimiento y diversificación de la oferta turística del Municipio, la cobertura de los servicios básicos es buena, no obstante existe un importante rezago en el manejo y disposición final de los residuos sólidos. De acuerdo con las estimaciones realizadas este centro urbano seguirá creciendo por lo que se

	<p>requiere prever la dotación de nuevas reservas urbanas para contener y controlar de manera eficiente el crecimiento urbano.</p>
<p>TENDENCIAS</p>	<p>Se considera que la zona urbana llega a una saturación en el lapso de tiempo comprendido entre los 5 y 10 años, por lo que se han adicionado zonas de reserva urbana suficientes que permitan contener el acelerado crecimiento de la ciudad, el cual continuará en la medida que se continúe ampliando el sector turístico del municipio. La ciudad tiende hacia la ecoeficiencia con la aplicación de diferentes acciones, técnicas, procedimientos y equipo para la reducción de la contaminación.</p>
<p>LINEAMIENTO AMBIENTAL</p>	<p>La ciudad presenta un crecimiento ordenado en apego a programa director de desarrollo urbano, el manejo de las aguas residuales, así como la disposición de los residuos se realiza con estándares por encima de lo establecido en la normatividad vigente. La ciudad presenta áreas verdes suficientes</p>
<p>ESTRATEGIAS AMBIENTALES</p>	<p>Se deberá llevar a cabo una bitácora ambiental del cambio de uso del suelo para este centro urbano.</p> <p>Se instalan oportunamente plantas de tratamiento y la red de drenaje sanitario en las nuevas áreas de crecimiento.</p> <p>Las aguas residuales se tratan con una eficiencia del 95%.</p> <p>Se establece un adecuado sistema de recolección, acopio y disposición final de residuos sólidos.</p> <p>Se ofrecen espacios verdes suficientes a los habitantes (9 m² de área verde por persona).</p> <p>Se instalan sistemas alternativos para la generación de energía eléctrica para el uso público (alumbrado público y de oficinas gubernamentales).</p>

	<p>La ciudad cuenta con un sistema vial moderno y eficiente.</p> <p>La ciudad mantiene la cobertura actual de manglares.</p>
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Urbana.
USOS CONDICIONADOS	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado "del fuego y del agua". (P.O. 29 de Mayo de 2008).
USOS INCOMPATIBLES	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano número 1 del Centro Urbano de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio Solidaridad, Quintana Roo, denominado "del fuego y del agua". (P.O. 29 de mayo de 2008).

Aquí resaltan los siguientes criterios aplicables al predio

Clave	Criterios de Regulación Ecológica: Zona Urbana de Playa del Carmen	
Criterios urbanos		
Urbano		
Criterio	Urbano	Cumplimiento
CU-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones,	El presente documento técnico unificado, cumple con toda la normatividad ambiental vigente y evalúa y propone las medidas de mitigación correctas para la construcción y buen funcionamiento del proyecto.



	límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	
CU-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Se realizará el rescate selectivo de la vegetación previo a la intervención del predio. El programa de rescate de flora se encuentra anexo.
CU-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Las medidas propuestas para atenuar o prevenir afectaciones a la fauna son las adecuadas y estará supervisada por personal calificado y experiencia en el área.
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	Dentro de las medidas de mitigación propuestas está la implementación de un programa de rescate, el cual contempla la recuperación de material parental presente en el predio y el cual será usado dentro del mismo predio para embellecer el sitio.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	El predio se ubica dentro de la zona urbana de playa del Carmen y dentro del fraccionamiento playacar, por lo que el uso que se le pretender dar es totalmente compatible, por lo que el diseño del desplante de la obra, fue sobre las áreas con vegetación secundaria.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las	Estas son medidas de mitigación propuestas, los productos resultantes serán



	superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	empleados para las áreas verdes del proyecto.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El fraccionamiento playacar, cuenta con un sistema de drenaje pluvial y sanitario por separado. El proyecto será conectado a este sistema.
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	El fraccionamiento playacar, cuenta ya con un sistema de filtración pluvial previo al envío del agua al subsuelo.
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados	La promovente adquirirá todos sus materiales pétreos y de construcción en casas debidamente registrados que cumplan con la normatividad aplicable.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No se utilizará ningún tipo de producto químico.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Dentro del mismo fraccionamiento, está reglamentado que no se puede disponer de residuos especiales sobre los predios colindantes, vegetación o vialidades.
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	No habrá campamento para trabajadores y se colocará un baño tipo sanirent a razón de 1/20 trabajadores.
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abierta	Dentro del mismo fraccionamiento no es permitido, además de que ya



		se mencionó que los desechos vegetales serán triturados.
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Por el tipo de proyecto, no habrá la generación de residuos peligrosos.
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Inicialmente para la preparación, construcción y previo a la operación, se implementará un programa de manejo de residuos sólidos. Posteriormente se realizarán las gestiones pertinentes para la obtención de una licencia estatal en el manejo de los residuos que se generen durante la operación.
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	El predio se encuentra en un ecosistema costero y dentro de un fraccionamiento con un plan maestro autorizado por la Secretaría, por lo que es competencia de la federación su evaluación.
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	De acuerdo al levantamiento topográfico y prospección realizada, al interior del predio no se encuentran vestigios arqueológicos, ni mucho menos cuerpos de agua o cavernas.
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	No aplica, se trata de una zona urbana.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	No aplica, se trata de una zona urbana.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles	No aplica, no haya cenotes ni cuevas.



	jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie										
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección	No aplica, no existen cuerpos de agua.									
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales serán trasladadas a la planta de tratamiento del fraccionamiento playacar									
CU-23	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	El fraccionamiento playacar, ya cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales.									
CU-24	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	Se adoptará tal recomendación, a través del deslinde en campo del proyecto y marcado del arbolado.									
CU-25	La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique. Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el	Solo la superficie autorizada por la autoridad municipal competente será aprovechada conforme al COS y CUS permitido. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>norma</th> <th>proyecto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cos</td> <td>0.60</td> <td>0.53</td> </tr> <tr> <td>cus</td> <td>1.40</td> <td>1.34</td> </tr> </tbody> </table> <small>La normatividad y restricciones de edificación para este predio se describen en el Plan Maestro del Desarrollo Playacar Fase II expedido por la Secretaría de Desarrollo Social bajo la licencia de Régimen de Condominio No. 8005/96 de fecha 8 de noviembre de 1996.</small>		norma	proyecto	Cos	0.60	0.53	cus	1.40	1.34
	norma	proyecto									
Cos	0.60	0.53									
cus	1.40	1.34									



	promoviente deberá procurar su restauración o reforestación	
CU-26	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	No aplica, no se aprovechará la fauna silvestre.
CU-27	Se deberán mantener en pié e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Se realizó el inventario forestal, en el cual se georeferenciaron los individuos con estas características (ver plano de conjunto). Si se cumple.
CU-28	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	No aplica, no habrá planta de premezclado.
CU-29	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	No aplica, no habrá planta de premezclado.
CU-30	Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.	Esta es una medida de mitigación propuesta. Se colocará una malla sombra perimetral del 80% de sombra.
CU-31	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que se debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Esta es una medida de mitigación que se le exigirá a los proveedores de materiales.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables	No aplica, no se distribuye vegetación de manglar en el predio.
CU-33	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes.	Al interior del predio, no habrá por ningún motivo, la reparación de maquinaria, ni la disposición de residuos peligrosos.



	<p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén</p>	
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

CRITERIOS ESPECIFICOS		
URBANO		
Clave	URBANO	cumplimiento
CE-39	<p>Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.</p>	<p>Al predio solo le aplica una UGA y para su aprovechamiento lo remite al PDU y a lo que dispone el plan maestro de playacar.</p>
CE-79	<p>Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT</p>	<p>No aplica, el predio no colinda con la playa.</p>
CE-95	<p>En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.</p>	<p>Al interior del predio no se registró vegetación exótica o invasora.</p>
CE-98	<p>Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.</p>	<p>No aplica, el predio se encuentra dentro de la zona urbana.</p>
CE-103	<p>En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>No aplica, este no es un ecosistema de duna costera.</p>



CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	No aplica, no se trata de un ecosistema de duna costera.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	No aplica, no se colinda con la playa.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	No aplica, no se colinda con la playa.

Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el Sábado 24 de noviembre de 2012.

De acuerdo este programa el proyecto se ubica dentro de la UGA 139 denominada región solidaridad, se puede apreciar en la siguiente figura.



Unidad de Gestión Ambiental #: 139

Tipo de UGA	Regional	Mapa
Nombre:	Solidaridad	
Municipio:	Solidaridad	
Estado:	Quintana Roo	
Población:	135,237 Habitantes	
Superficie:	327,229.174 Ha.	
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe	
Islas:		
Puerto Turístico	Presente	
Puerto Comercial	Presente	
Puerto Pesquero		
Nota:		

Imagen 1. Ubicación de la UGA 139 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, donde se ubica el predio del proyecto.

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

Tabla 2. Criterios de acción específica que le aplican y no le aplican a la UGA 139 donde se ubica el proyecto.

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

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	A-082	NA
A-005	APLICA	A-031	APLICA	A-057	APLICA	A-083	NA
A-006	APLICA	A-032	APLICA	A-058	APLICA	A-084	NA
A-007	APLICA	A-033	APLICA	A-059	APLICA	A-085	NA
A-008	APLICA	A-034	NA	A-060	APLICA	A-086	NA
A-009	APLICA	A-035	NA	A-061	APLICA	A-087	NA
A-010	APLICA	A-036	NA	A-062	APLICA	A-088	NA
A-011	APLICA	A-037	APLICA	A-063	APLICA	A-089	NA
A-012	APLICA	A-038	APLICA	A-064	APLICA	A-090	NA
A-013	APLICA	A-039	APLICA	A-065	APLICA	A-091	NA
A-014	APLICA	A-040	APLICA	A-066	APLICA	A-092	NA
A-015	APLICA	A-041	NA	A-067	APLICA	A-093	NA
A-016	APLICA	A-042	NA	A-068	APLICA	A-094	NA
A-017	APLICA	A-043	NA	A-069	APLICA	A-095	NA
A-018	APLICA	A-044	APLICA	A-070	APLICA	A-096	NA
A-019	APLICA	A-045	NA	A-071	APLICA	A-097	NA
A-020	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

En las siguientes tablas se realiza la vinculación del proyecto con los criterios de aplicación general, así como con los criterios de aplicación específica que de acuerdo a la tabla anterior le aplican a la UGA 139

Tabla 3. Vinculación del proyecto con los Criterios Generales.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El proyecto contempla el uso de instalaciones hidráulicas ahorradoras de agua, basadas en la “Guía Metodológica para el Uso de Tecnologías Ahorradoras de energía y agua en las viviendas de interés social en México”, publicado por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Entre las tecnologías ahorradoras de agua que contempla el proyecto, se citan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema dual para WC, que permite el ahorro de agua por medio de un sistema que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos. • Perlizadores, conocidos como dispersores que incrementan la velocidad de salida versus la disminución de área hidráulica y al agua de salida.



Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
		<ul style="list-style-type: none"> Llaves ahorradoras de agua. <p>Las aguas residuales serán canalizadas a la planta de tratamiento del mismo fraccionamiento.</p>
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Esto corresponde a las autoridades promoverlo. El proyecto es de tipo habitacional.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La empresa promovente no tiene intención de crear UMA ya que no se realizará el aprovechamiento de ningún tipo de flora o fauna.
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El proyecto contempla aplicar un Programa de Rescate de Flora y uno de Rescate de Fauna, además de un programa de Reforestación con especies nativas. El fraccionamiento cuenta con caseta de vigilancia de acceso al fraccionamiento para tener un control sobre lo que entra y sale.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	No es el giro del proyecto, sin embargo las plantas rescatadas serán usadas en los trabajos de ajardinado.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La empresa verificará que las maquinarias y vehículos estén en óptimas condiciones para evitar la emisión de contaminantes.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones, corresponde a las autoridades competentes.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	No se hará uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	es competencia de la SCT, el diseño y planificación de infraestructura y vías de comunicación terrestre.



Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G0010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	No es competencia del promovente realizar este tipo de acciones, corresponde a las autoridades competentes hacer estas campañas.
G0011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto aplicará las medidas preventivas y de mitigación necesarias para minimizar las afectaciones a los ecosistemas presentes en el predio.
G0012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	No aplica al proyecto.
G0013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	No se hará uso de especies invasoras en ninguna de las etapas del proyecto, únicamente se utilizarán plantas nativas productos de cambio de uso de suelo para la reforestación de áreas que actualmente no cuentan con vegetación, se anexa acciones a implementar para el control de especies invasoras.
G0014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El predio del proyecto no se ubica en márgenes con algún río.
G0015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El predio del proyecto no se ubica en una zona inmediata a ninguna zona industrial ni cerca de ningún cauce natural de ningún río.
G0016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	En predio del proyecto no se ubica en una zona montañosa. Este criterio no aplica al proyecto.
G0017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones, por otro lado la superficie del predio es plana.
G0018	Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El predio del proyecto no colinda con ningún cuerpo de agua.
G0019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones, sin embargo el presente documento está vinculado al poel.
G0020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas	El predio del proyecto no se ubica cerca de ríos ni zonas inundables.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	
G0021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En caso de encontrarse en el predio especies que puedan convertirse en plagas se implementará una campaña de control de dichas especies
G0024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	La Empresa promovente implementará un Programa de Reforestación sobre las áreas verdes que se mantendrán dentro del proyecto.
G0025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	En el predio únicamente se hará uso de especies nativas y rescatadas del área solicitada para cambio de uso de suelo, los ejemplares rescatados serán utilizados para reforestar las áreas que actualmente no cuentan con vegetación.
G0026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El fraccionamiento cuenta ya con un plan maestro de áreas de aprovechamiento y áreas verdes, por lo que la promovente ejecutará este uso en un sitio destinado previamente, mediante un plan maestro, a la construcción.
G0027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones. La energía que se utilizará para la operación del proyecto, será suministrada por la CFE.
G0028	Promover el uso de energías renovables.	La empresa promovente promoverá ante sus clientes el uso de ecotecnias dentro de las viviendas.
G0029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G0030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La empresa promovente fomentará la instalación de equipos energéticamente eficientes como los aires acondicionados con tecnología inverter, iluminación con focos LED y el uso en el área de lavado de equipos ahorradores de energía y agua.
G0031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones, la energía será suministrada por la CFE.



Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G0032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones. , la energía será suministrada por la CFE.
G0033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	Se apoyará con la aceptación de servicios sociales y prácticas profesionales que deseen colaborar con el proyecto.
G0034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	La empresa promovente pretende llevar a cabo un proyecto sustentable, se contará con amplias ventanas que permitirán la iluminación natural de las diferentes áreas del proyecto, así como el uso de aires acondicionados con tecnología inverter, iluminación con focos LED; además del uso de equipos ahorradores de energía y agua.
G0035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G0036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G0037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad dela producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones, corresponde a la autoridad competente.
G0038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este	No aplica al proyecto, este criterio es aplicable a la SEMARNAT.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	
G0044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	No es competencia de la promovente realizar este tipo de acciones.
G0048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La empresa promovente realizará el desalojo de las personas que se encuentren trabajando en caso de que se avecine un evento meteorológico.
G0049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	No es competencia de la promovente llevar a cabo este tipo de acciones.
G0050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	Las viviendas se plantearon de forma que en caso de un evento meteorológico no se vea afectada por inundación o por los vientos.
G0051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Como parte de la supervisión ambiental se realizarán pláticas con los trabajadores acerca del correcto manejo y disposición de los residuos que se generen durante las etapas de preparación y construcción, así como durante la operación del proyecto.
G0052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	No es competencia del promovente llevar a cabo este tipo de acciones, le corresponde a la administración municipal la ejecución de éste.
G0053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El proyecto canalizará las aguas residuales a la planta de tratamiento del fraccionamiento.



Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
G0054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El Proyecto no es Industrial, por lo cual no es aplicable.
G0055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	En cumplimiento a lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se presenta el Documento Técnico Unificado para obtener la autorización en materia de Impacto ambiental y para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales o preferentemente forestales.
G0056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	No es competencia del promovente este tipo de acciones, le corresponde a la administración municipal.
G0057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	No es competencia de la promovente promover este tipo de estudios.
G0058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	Durante el proceso de consolidación del proyecto, no se contempla la utilización, ni almacenaje de residuos considerados peligrosos.
G0059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no se ubica dentro de ninguna ANP.
G0060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no se ubica colíndate a la costa.
G0061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	No es competencia de la empresa promovente la construcción de infraestructura costera
G0062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y	Este criterio no aplica al proyecto en estudio. Se trata de un desarrollo habitacional.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	aplicar mejores prácticas de manejo.	
G0063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No es competencia de la empresa promovente elaborar ordenamientos pesqueros, acuícolas o de alguna otra índole.
G0064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El proyecto no corresponde a ninguna de estas actividades, ya que es habitacional.
G0065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no se ubica dentro de ninguna ANP.

Tabla 4. Vinculación del proyecto con los Criterios de aplicación específica.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente realizar este tipo de actividades.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto no usará agroquímicos ni pesticidas.
A003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto no pretende actividades agropecuarias o forestales, por lo cual no es aplicable.
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	La instalación hidráulica se instalará con material de alta calidad, que no permitirá que haya escapes al subsuelo.
A006	Implementar programas de cuidado del agua.	Se adjunta un Programa de Ahorro de Agua que se ejecutara en el proyecto.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la	El proyecto establecerá 6.17 has como áreas nativas donde se mantendrá y reforestará el ecosistema presente.



criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	conservación y restauración de ecosistemas naturales.	
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortuga marinas salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	El proyecto no colinda con la playa, por lo cual no es aplicable.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El proyecto no colinda con la playa, por lo cual no es aplicable.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	En su momento, la promovente puede colaborar a través de una donación en la ejecución de tal programa.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	No aplica, el sitio es de uso urbano, no existe frontera agropecuaria.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto no colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable.
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El proyecto es de tipo habitacional, no tiene ninguna relación con actividades pesqueras.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	No es un criterio obligatorio y la promovente Realizará el cambio de uso de suelo en otro tipo de vegetación.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO	El proyecto no colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto no se ubica ni colinda con algún Área Natural Protegida, por lo cual no aplica el criterio. Por otro lado, les corresponde a las autoridades correspondientes la implementación de esto.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Le corresponde a las autoridades impulsar estos programas.

Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Dentro del predio no se identificaron especies fauna silvestre protegidas. En cuanto flora si, como el chit y nacax, las cuales serán rescatadas.
A019	Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	Dentro del predio no se implementarán programas de remediación.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar la contaminación del aire producida en los periodos de zafra.	No aplica, no se trata de un proyecto agrícola.
A021	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por contaminación de hidrocarburos.	No aplica, no es competencia de la promovente.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	No aplica al proyecto, no es competencia de la empresa promovente realizar este tipo de actividades.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	La empresa promovente aplicará las medidas preventivas necesarias para evitar la contaminación del suelo y de darse el caso se aplicarán acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	El proyecto no es industrial, por lo cual no es aplicable, no se generaran gases de tipo invernadero.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de	El proyecto no es industrial, por lo cual no es aplicable.



Criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	suelos y fomentar su preservación.	
A026	<p>Promover e impulsar el uso de tecnologías “Limpias” y “Ambientalmente amigables” en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia.</p> <p>Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>	El proyecto no es industrial, por lo cual no es aplicable.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto no se ubica ni colinda con la playa o duna costera, por lo cual no es aplicable
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando	El proyecto consiste en un desarrollo habitacional, por lo cual no es viable la instalación

Critero	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	de infraestructura para aprovechamiento de energía eléctrica o eólica, principalmente por el costo que actualmente presentan estas ecotecnias.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	Tomando en cuenta que no es obligatorio y que se trata de un conjunto habitacional, se aclara que la energía será a través de CFE.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente impulsar este tipo de actividades.
A039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto no pretende ninguna de estas actividades, por lo cual no es aplicable.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica al proyecto, la empresa promovente no realizará actividades pesqueras, ya que el proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo habitacional y comercial.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	No aplica al proyecto, es de tipo habitacional.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente promover este tipo de actividades.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades.

criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	que favorezcan la captura de carbono.	
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes	No aplica al proyecto, no es competencia de la promovente este tipo de actividades, ni se tiene contemplado realizarlas.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	No aplica al proyecto ya que este se ubica en una zona netamente urbana, conforme al PDU de la zona.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	La empresa promovente realizará el desalojo del personal de obra en caso de que se presente o haya alerta sobre algún evento que pudiera poner en peligro sus vidas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	No aplica al proyecto este criterio, no es competencia de la promovente
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidro meteorológicos extremos.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio, ya que no es competencia de la promovente.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	Este criterio no aplica al proyecto en estudio. No es competencia de la promovente
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo	No habrá generación de residuos peligrosos.



criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	No aplica al proyecto, no es competencia del promovente este tipo de actividades. Le corresponde al municipio.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	Todo el conjunto habitacional conectará las aguas residuales a la planta de tratamiento del fraccionamiento.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	No aplica, esto es responsabilidad de la empresa encargada de la planta de tratamiento.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	No aplica, esto es responsabilidad de la empresa encargada de la planta de tratamiento.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El conjunto de departamentos contará con un sistema de infiltración de agua pluvial.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera	Se realizará el manejo integral de residuos donde se especifican las acciones que se realizarán para el buen manejo de los residuos en cada una de las etapas del proyecto en estudio, de esta forma el promovente contribuye al manejo adecuado integral de los residuos sólidos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	Este criterio no es aplicable al proyecto en estudio. Es competencia de las autoridades municipales.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local	Este criterio no es aplicable al proyecto en estudio. A pesar de lo cuál el proyecto en estudio prevé acciones de conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas respetando los criterios de sustentabilidad que le corresponden.

criterio	Descripción del criterio	Propuesta de cumplimiento
	respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	El proyecto no es de origen Turístico, por lo cual no es aplicable.
A078	Promover las medidas necesarias para que el mantenimiento y/o modernización de la infraestructura existente para el desarrollo de actividades marinas, de comunicaciones y transportes y energéticas eviten generar efectos negativos sobre la estructura y función de las formaciones coralinas y la perturbación de las especies arrecifales de vida silvestre.	No aplica al proyecto, es de tipo habitacional.

Criterios de regulación inmediata del Mar Caribe.

Clave	Criterio de regulación ecológica	Propuesta de cumplimiento
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	No aplica, no se encuentra en este tipo de ecosistemas.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	No aplica, el proyecto no se encuentra en este tipo de ecosistemas.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica, no se aprovechará ningún tipo de fauna.



ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	No aplica, el proyecto se encuentra en otro ecosistema.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	No aplica, el proyecto es de tipo habitacional.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberán estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	No aplica, el proyecto es de tipo habitacional.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	No habrá vertimiento de hidrocarburos u otro tipo de productos químicos. Se contará con un programa de manejo de residuos sólidos y líquidos.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	No aplica, el proyecto es de tipo habitacional.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El estudio contempla el análisis de un sistema ambiental que no comprende zonas arrecifales en virtud de no comprometer la integridad de estos.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	No aplica, la actividad no se trata de la náutica.
ZMC-11	Se requerirá que en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No aplica, el desarrollo del proyecto no contempla ninguna de estas actividades.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para	No aplica, es un proyecto habitacional.



	mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	No aplica, es un proyecto habitacional.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 y UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	La zona no presenta humedales y se encuentra incluido en un PDU y plan maestro de playacar, por lo que se cumple con el uso destino que se le pretende dar al predio.

Del análisis anterior, se puede evidenciar el cumplimiento de todos los criterios correspondientes a la zona costera inmediata del Mar Caribe, que de acuerdo a la tabla de la UGA son los aplicables.

III.3. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

El predio del proyecto no se ubica dentro de Programas de Conservación y manejo de Áreas Naturales Protegidas.



III.4. Normas Oficiales Mexicanas

NOM-001-SEMARNAT-1996

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

No es aplicable, el fraccionamiento cuenta ya con una planta de tratamiento, por lo que será la responsable del manejo y disposición final de las aguas residuales.

NOM-003-SEMARNAT-1997

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. Es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.

No es aplicable, el fraccionamiento cuenta ya con una planta de tratamiento, por lo que será la responsable del manejo y disposición final de las aguas residuales.

NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

El responsable del desarrollo del proyecto no pretende promover la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional establecidas por esta Norma, su vinculación con el proyecto es sólo en relación con lo que se establece en la legislación ambiental mexicana, en particular en la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre.

Esta Norma Oficial Mexicana es indicativa y establece los listados de las especies que presentan alguna categoría de riesgo. Las categorías de riesgo que maneja dicha norma son:



Probablemente extinta en el medio silvestre. - *Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.*

En peligro de extinción. - *Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.*

Amenazadas. - *Aquellas especies o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.*

Sujetas a protección especial. - *Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de sus poblaciones de especies asociadas.*

De acuerdo con análisis de campo en el predio del proyecto no se registraron especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la 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.

NOM-052-SEMARNAT-2005.

Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los residuos peligrosos.

En cumplimiento a la presente norma, como medida de prevención, se implementará un programa de manejo de residuos durante las diferentes etapas del proyecto, el cual toma en cuenta la generación y disposición de los residuos peligrosos.

NOM-080-SEMARNAT-1994.



Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

La presente Norma se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.

NOM-041-SEMARNAT-2015.

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

En cumplimiento a las diferentes normas aplicables con respecto a la regulación de las emisiones a la atmósfera se verificará que la contratación de la maquinaria, equipos y vehículos que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto en estudios se realizará con empresas que cuenten con los permisos para ello y se verificará que durante cada etapa del proyecto no emitan humos ni residuos que evidencien un mal funcionamiento.

NOM-022-SEMARNAT-2003.

Que establece las especificaciones para la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costero en zonas de manglar.

El predio de proyecto no presenta vegetación de manglar, y no colinda con zonas de humedal.

III.5. Planes o programas de desarrollo urbano (PDU)

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN PLAYA DEL CARMEN, MUNICIPIO SOLIDARIDAD 2010-2050.

De acuerdo al PDUCPPC, la zona en la que se encuentra el lote 1, cuenta con una clave TR3b con un uno residencial de densidad media, sin embargo las normas generales y restricciones de edificación remite a esta clave al cumplimiento de la normativa que corresponde al Plan Maestro de Desarrollo Playacar.



La normatividad y restricciones de edificación para este predio se describen en el **Plan Maestro del Desarrollo Playacar Fase II** expedido por la Secretaría de Desarrollo Social bajo la licencia de Régimen de Condominio No. 8005/96 de fecha 8 de noviembre de 1996.

PLAN MAESTRO PLAYACAR

Clave PS (pueblo servicio). Vivienda unifamiliar o plurifamiliar, condominio horizontal, vertical o mixto.

clave	Descripción de la zona	Densidad inmobiliaria máxima	Sup. Prom de lote m2	Sup. Max. Const/viv m2	COS	CUS
PS	Pueblo de apoyo	140 viv/ha	-	100	0.60	1.40

Servidumbre; será objeto de estudio especial, con sus propias normas y regulaciones.

Número de cajones por m² construido < 200m² (1 cajón por viv. Condominal)

Altura máxima permitida, será objeto de estudio especial, con sus propias normas y regulaciones.

Cumplimiento del proyecto

propuesta	superficie	Densidad	Sup. Prom de lote m2	Sup. Max. Const/viv m2	COS	CUS
máximo	3720.10	52 viv/ha	----	100m2	2,232.06	5,208.14
proyecto	3,720.10	51		Tipo A 67 m2 Tipo B 85 m2	1,963.82	4,974.96

LINEAMIENTOS DE DISEÑO Y CONTROL AMBIENTAL (PLAYACAR)

CRITERIOS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE

EMPLAZAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES

Las edificaciones e instalaciones deberán respetar las condiciones naturales del predio, alterando en forma mínima la topografía, preservando los escurrimientos y las especies vegetales. Para el apego al relieve del terreno, en pendientes mayores



al 10%, se evitará un solo bloque edificado, favoreciéndose la construcción en terrazas o escalonamientos adaptados a la topografía.

En pendientes del 10 al 15%, los cortes y rellenos deberán ser inferiores a 1.00 m. En pendientes mayores del 15%, no podrán ser superiores a 2.00 m.

Los volúmenes construidos no deberán obstruir las vistas de que gocen las edificaciones existentes en los predios vecinos. Si **El Desarrollo Playacar** determina que las construcciones obstaculizan las vistas o comprometen la privacidad de los vecinos, solicitará modificaciones al proyecto.

VIALIDAD Y ESTACIONAMIENTO VEHICULAR

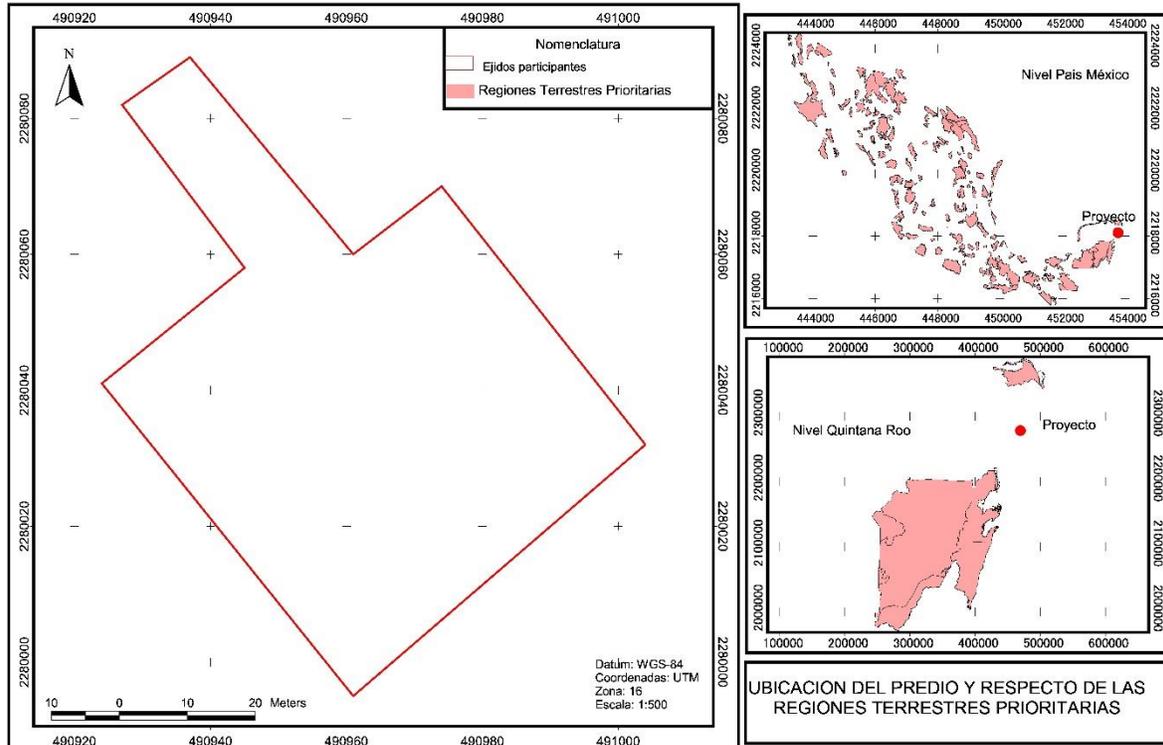
Las calles se trazarán en función del relieve del terreno, para minimizar pendientes, cortes y rellenos. Los pavimentos de los arroyos vehiculares y estacionamientos deberán emplear materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo. Se dará preferencia al uso de adoquines de piedra o concreto asentados y junteados con arena o sascab. Los andadores y ciclistas así como las vialidades, se pavimentarán con adoquín de piedra, concreto o con sascab apisonado y bien confinado. El uso de concretos estampados será permitido, siempre y cuando esté garantizado el escurrimiento de las aguas superficiales hacia las cunetas. <http://condominioplayacar.com/docs/lineamientos.pdf> (recuperado el día 11 de agosto de 2015).

III.6. Otros instrumentos

III.7. Ubicación del predio con referencia a Regiones terrestres prioritarias (CONABIO 2007).

El predio no se ubica dentro de una región prioritaria terrestre según la CONABIO.





Mapa 2. Ubicación del predio sobre las RPT.

III.8. Ubicación del predio con referencia a Regiones Hidrológicas Prioritarias (CONABIO, 2008)

Extensión: 1,715 km²

Polígono: Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N
Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-2000 mm.

Principales poblados: Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha

Actividad económica principal: turismo, forestal y pecuaria

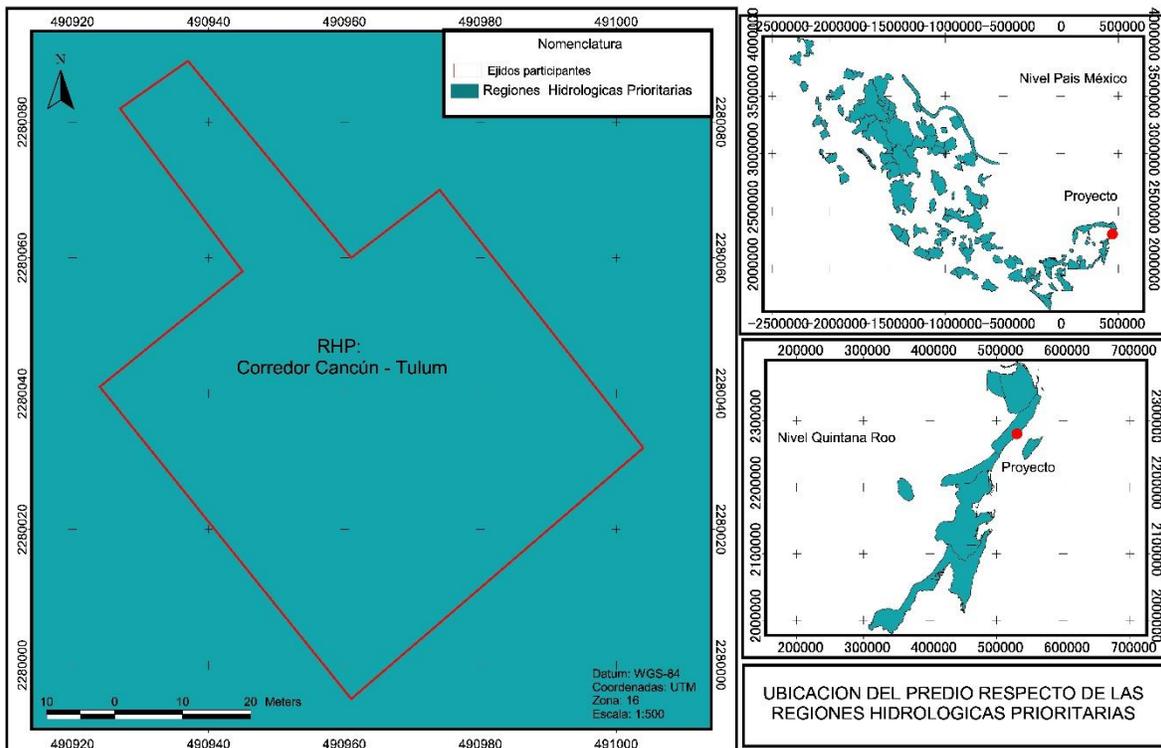
Indicadores de calidad de agua: ND



Para esta región se identifica que existe la siguiente problemática:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.

El proyecto no causará contaminación ya que no maneja hidrocarburos y los residuos sólidos estarán sujetos a un plan de manejo de residuos sólidos. No tendrá efectos negativos y significativos sobre los procesos hidrológicos de la cuenca en cuestión, ni en la disponibilidad de aguas superficiales y subterráneas.

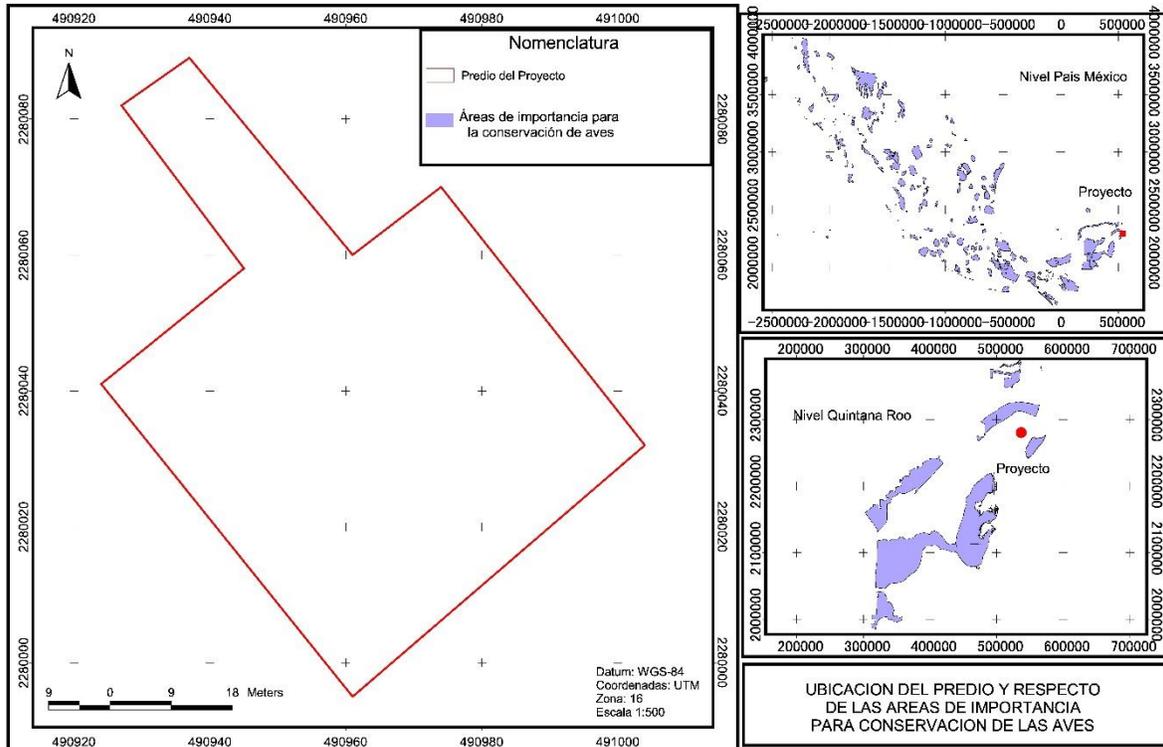


Mapa 3. Ubicación del predio sobre RHP

III.9. Ubicación del predio con referencia a Áreas de Importancia para Conservación de las Aves (AICAs). (CONABIO, 2008)

El proyecto no se ubica dentro de ningún Área de importancia para la Conservación de Aves.

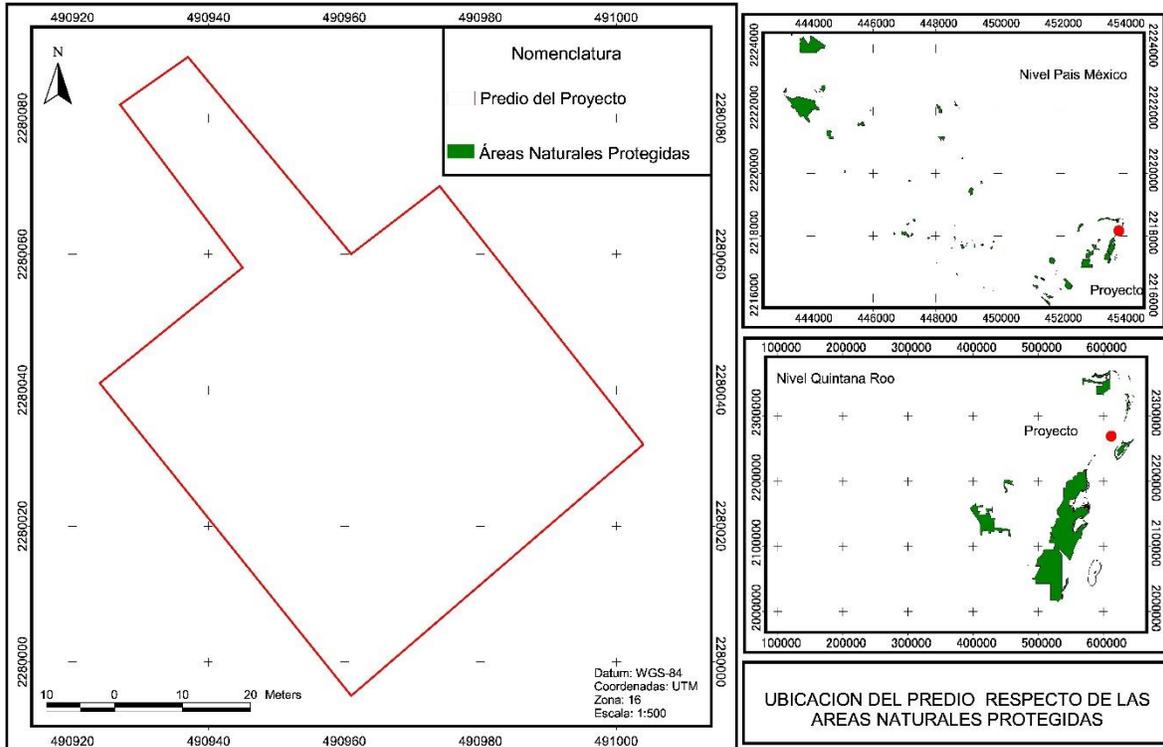




Mapa 4. Ubicación del predio respecto de las AICAS

III.10. Ubicación del predio Respecto de las Áreas Naturales Protegidas

Como se puede apreciar en la imagen siguiente el predio donde se pretende instalar el proyecto no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida.



Mapa 5. Ubicación del predio respecto de alguna ANP.

Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

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

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

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

IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto

El área geográfica será siempre un espacio superior al que ocupara físicamente el proyecto, pero que cuya definición no resulta evidente; y donde pueden existir un gran número de ecosistemas entre los cuales existen complejas y dinámicas interacciones ecológicas. Puede ser delimitado por sus componentes ambientales como topografía, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura y paisaje; elementos con los que el proyecto interactuara en un espacio y tiempo.

Caracterización y análisis del sistema ambiental:

- I. Carretera federal Cancún- Chetumal; límite Noroeste del sistema ambiental propuesto. es una vialidad turística que comunica desde la ciudad de Cancún, hasta la capital del estado, sin embargo su infraestructura mejorada se acentúa más en la porción que comprende desde Cancún hasta Tulum.

Problemática.- el crecimiento acelerado que ha tenido el estado en cuanto a turismo, ha superado la capacidad de carga de esta vialidad, por lo que en los últimos años se han diseñado vialidades alternas de desvío del tránsito vehicular y puentes que permita que éste sea más fluido.

- II. Desarrollo urbano; límite Sur del SA propuesto. Se distribuye una gran extensión de áreas verdes ya urbanizadas consideradas dentro de un plan maestro autorizado por la secretaria.

Problemática.- no identificado.

- III. Desarrollo urbano; límite Este del SA propuesto. Colinda con casas de tipo habitacional campestre con club de golf. Este una amplia zona verde entre el desarrollo que permite la conservación de fauna silvestre.

Problemática.- animales domésticos y ferales potenciales para transmitir enfermedades exóticas para la fauna nativa.



IV. Desarrollo urbano; límite Oeste del SA propuesto. Se sigue desarrollando habitacionalmente de acuerdo al plan maestro de playacar.

Problemática.- este consiste básicamente en la transmisión de enfermedades exóticas para la fauna silvestre, se han detectado casos de moquillo canino en diferentes especies de animales como los de la Familia procyonidae.

El sistema ambiental delimitado sobre el cual tiene influencia el predio, comprende una superficie de 76.53 has, fue delimitado tomando en cuenta que un sistema es un complejo de elementos que interactúan generalmente dentro de un espacio tridimensional que tiene límites reales o imaginarios (Valverde, 2005), en donde pueden existir más de un ecosistema donde se contendrán algunos elementos vivos (Garmendia, 2005) y que es necesario definir sus límites espacio- temporales.

La delimitación del Sistema Ambiental para este proyecto parte de los límites que se imponen de manera aleatoria dentro de un ecosistema regulado por un uso de suelo similar, en donde se establecieron Unidades de Paisaje que son notorias en la imagen satelital utilizada¹, como a nivel del suelo. Así se orientó el ejercicio para identificar y determinar las Unidades de Paisaje (UP) entendidas estas como componentes discretos y perceptibles del espacio terrestre que se estructuran en función de su composición característica o su fisonomía distintiva que la hace ser claramente diferenciables unas de otras.

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

Este es un ejercicio replicable que permite la caracterización del estado general de aquellos elementos ambientales que forman parte del espacio en el que se inserta el proyecto tal como lo establece el Artículo 35 de la LGEEPA:

“.. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.”

Bajo este postulado el SA delimitado para la valoración de este proyecto es concordante con el requerimiento de su evaluación en materia de impacto ambiental ya que deriva en un diagnóstico del medio así como en la identificación

¹ Imagen satelital escala 1:500 utilizada para la delimitación del Sistema Ambiental



de cualquier problemática ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Para lo anterior y mediante la utilización del Sistema de Información Geográfica (SIG) Arc View V3.3 se llevaron a cabo análisis de la imagen satelital disponible para este fin.

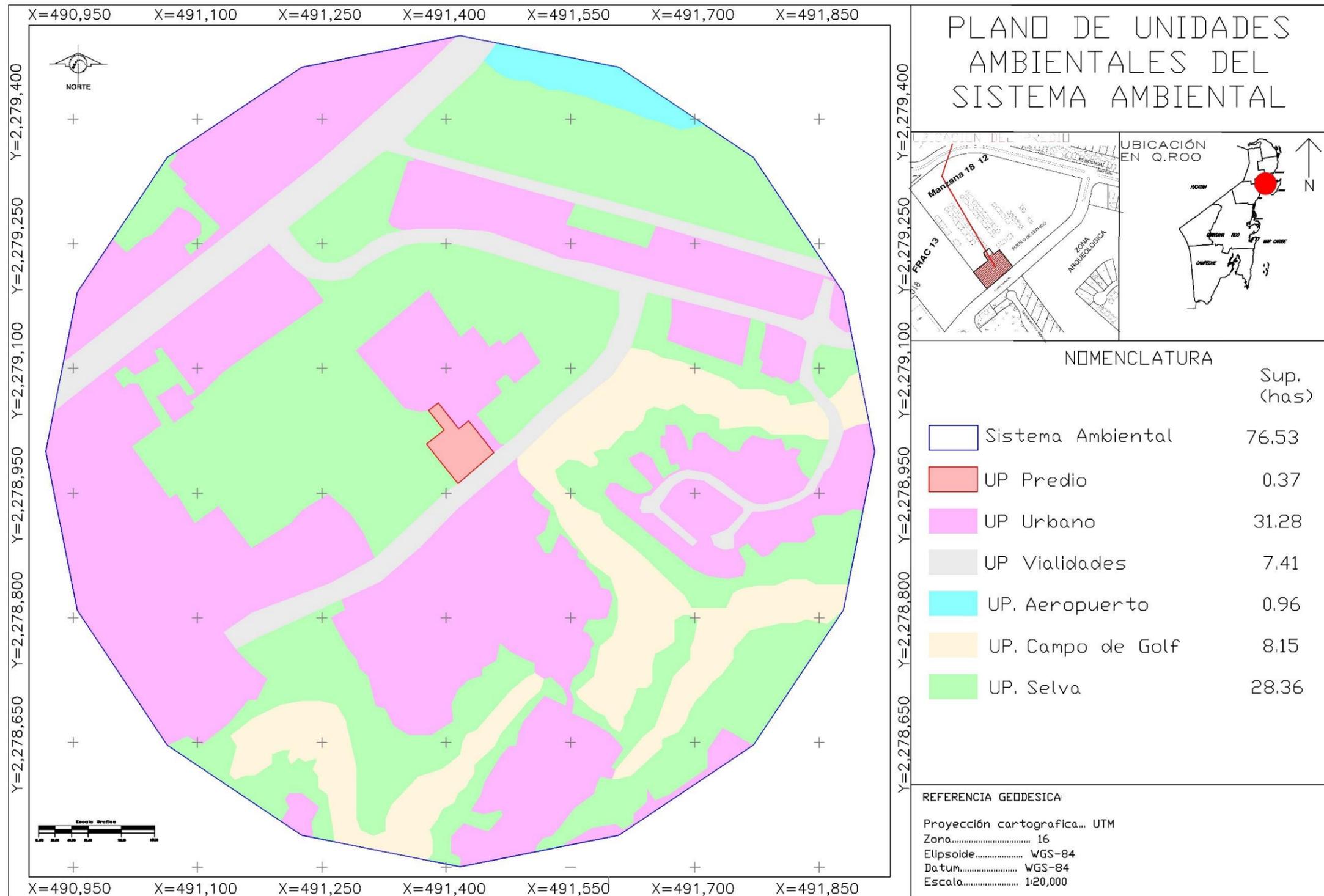
Las corroboraciones de campo fueron realizadas de manera sistemática sobre cada Unidad de Paisaje definida. A continuación se muestra sobre un mosaico fotográfico, el Sistema Ambiental delimitado para este ejercicio.

Esta imagen permite visualizar que dentro del SA que se analiza, existe un entorno ocupado por obras y actividades humanas inmersas dentro de reducidos espacios naturales. Se puede observar que el área en la que se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo y la construcción y operación del proyecto, implica principalmente, vegetación de tipo mediana subperennifolia dentro de una zona inmersa en un programa de desarrollo urbano.

El espacio delimitado expresa como se dijo antes, un avance de viviendas unifamiliares dentro de una mancha urbana, en donde se realiza de manera ordenada. Para efecto del análisis del Sistema Ambiental se determinó una escala de trabajo 1:500 y la misma a nivel predial, que se estiman adecuadas ya que muestran de manera clara, los elementos presentes permitiendo su cuantificación y con ello la realización del inventario.

El análisis cuantitativo de las superficies del mapeo y que caracteriza el Sistema Ambiental en el que se pretende el proyecto expresa que en las 76.53 Has del espacio estudiado, 31.28 has son predominantemente ocupadas por un desarrollo urbano; 28.36 has son ocupadas actualmente por vegetación mediana subperennifolia; 8.15 has son ocupadas por el campo de golf colindante; en 7.41 has se distribuyen las vialidades de acceso; 0.96 has corresponden a la pista aérea que colinda al Este con el fraccionamiento y 0.37 has corresponden a la superficie del predio.





Mapa 1. Unidades de paisaje discriminadas

El inventario realizado implica lo siguiente:

Tabla 1.- INVENTARIO DEL SISTEMA AMBIENTAL

UNIDAD DE PAISAJE (UP)	SUPERFICIE (HA)
urbano	31.28
selva	28.36
Campo de golf	8.15
vialidades	7.41
Pista aérea	0.96
Predio de actuación	0.37
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	76.53

Las coberturas de las UP se expresan con la siguiente gráfica:

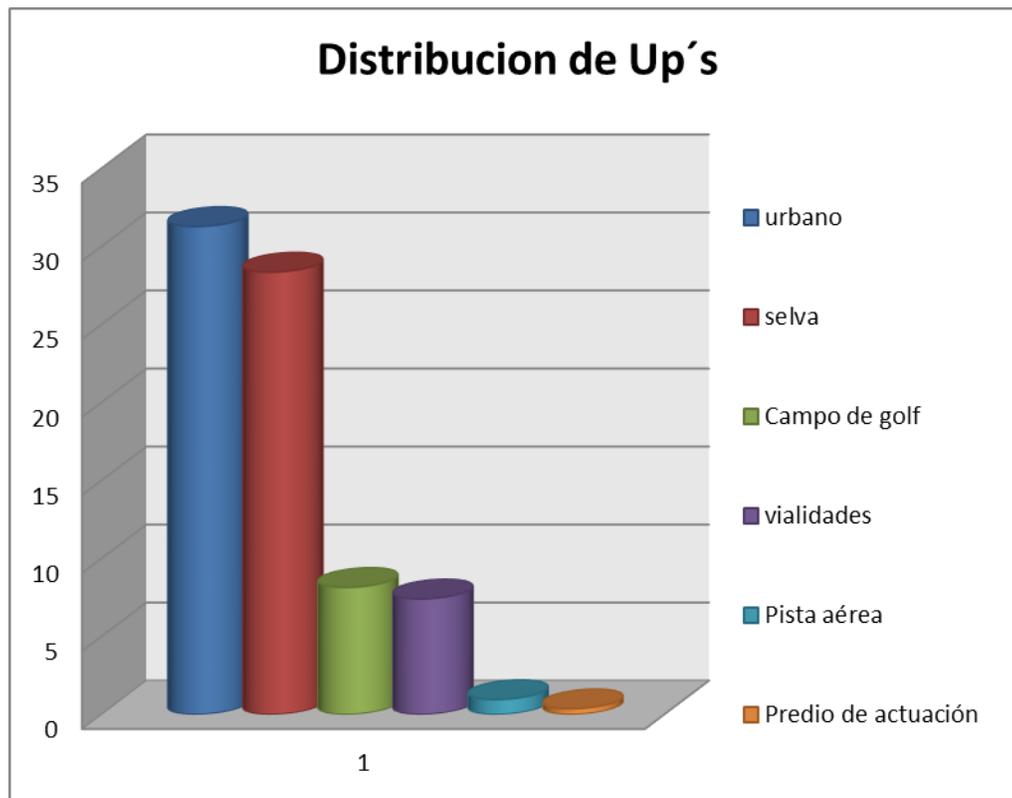


Figura 1. Ocupación en superficie de cada UP identificado dentro del SA.

La gráfica anterior permite visualizar que en términos de cobertura geográfica, el espacio delimitado y analizado como Sistema Ambiental corresponde a un sitio que es transformado por las actividades humanas, por lo que la propuesta de la promotora es congruente.

La comparación de espacios transformados contra sitios que aún mantienen vegetación natural arbórea de selva mediana subcaducifolia se expresa en hectáreas en la siguiente gráfica:

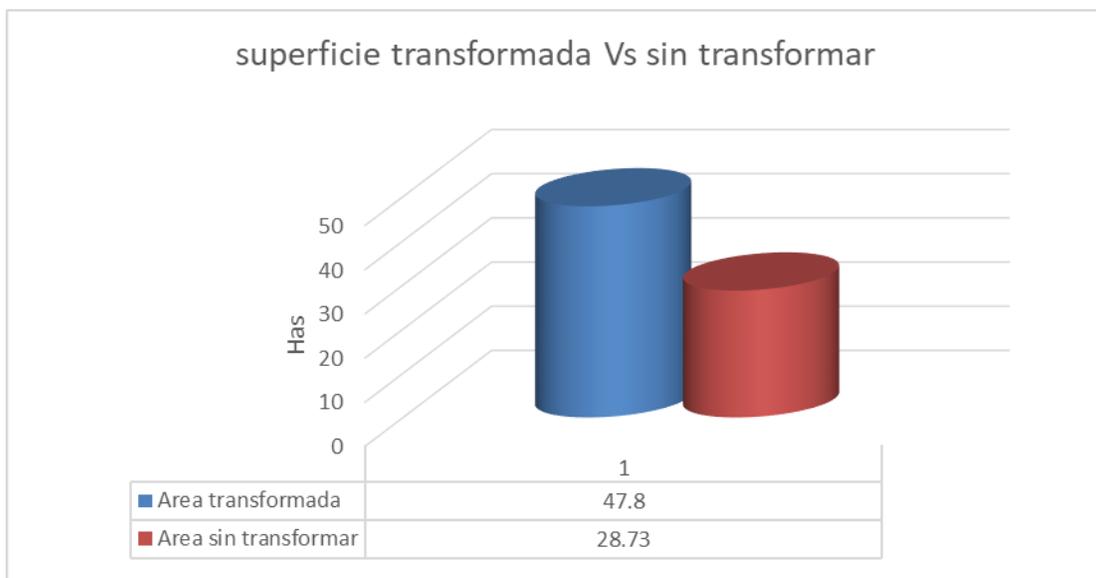


Figura 2. Nos indica el comparativo entre superficie ocupada y sin ocupar dentro del SA.

La gráfica anterior nos muestra como el 62.45% de la superficie estudiada ya ha sido urbanizada y solo el 37.54% se sigue conservando como vegetación natural.

El inventario del sistema ambiental, considera seis Unidades de Paisaje.

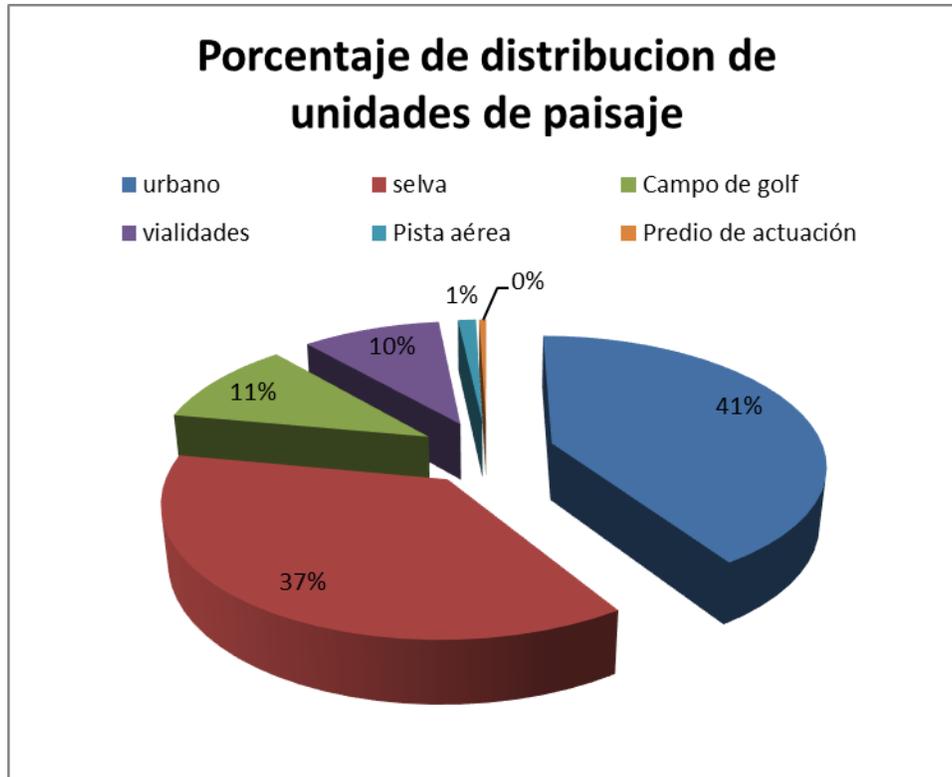


Figura 3. Porcentajes de ocupación de cada UP dentro del Sistema Ambiental

Lo anterior en términos del inventario se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN POR CADA UP

UNIDAD DE PAISAJE (UP)	% DE OCUPACIÓN EN EL SA
urbano	40.87
selva	37.06
Campo de golf	10.65
vialidades	9.68
Pista aérea	1.25
Predio de actuación	0.48
TOTAL DEL SISTEMA AMBIENTAL	100

El conteo expuesto indica que el predio se encuentra en un ambiente en el que predominan los elementos antropológicos, en este contexto establecido por el Sistema Ambiental, se describen las Unidades de Paisaje definidas y con las cuales el proyecto interactuará eventualmente en un espacio y tiempo. El polígono de actuación será descrito de forma separada.



IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

El análisis y caracterización del sistema ambiental, se realiza a través de la descripción de las Unidades de Paisaje discriminados resultantes del análisis del territorio estudiado.

IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

Para el estudio de campo que diera soporte técnico a la gestión para realizar este Documento Técnico Unificado, se realizó un inventario de la vegetación y fauna a nivel de predio y sobre el sistema ambiental delimitado. Se utilizaron técnicas y herramientas como un GPSmap 62 sc para la delimitación de los sitios de muestreo; fursicula y estadal para el DAP y altura fustal y total del arbolado, para posteriormente calcular el volumen de las especies que se eliminarán, y el volumen total de la madera. Para la fauna se utilizó la observación directa e indirecta (huellas, excretas), montaje y toma de fotografías mediante cámaras fotográficas tipo espía marca Moultrie, acumulando horas de muestreo directo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes de 20m de largo por 5m de ancho con un total de 100m² cada cuadrante. Durante el recorrido se contaron e identificaron todas las especies arbóreas ubicadas a no más de 2.5m de distancia del centro del trazo elegido. En ellos se contaron e identificaron todas las especies que éste contenía, se estimó el porcentaje de cobertura arbustiva y herbácea, el porcentaje de cobertura arbórea, la altura del dosel, la altura de los estratos arbustivo y herbáceo así como el tipo de suelo, pendiente y estado sucesional de la vegetación.

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

- **ÁREA BASAL**

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

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

Siendo:

RAP = radio a la altura de pecho

DAP = diámetro a la altura de pecho



- VOLUMEN DE FUSTE LIMPIO

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

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

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

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

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las siguientes:

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

Dónde:

VFL = Volumen del fuste limpio

DAP2 = Diámetro al cuadrado

AFL = Altura del fuste limpio

- VOLUMEN TOTAL ÁRBOL

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

Volumen total árbol = Volumen del Fuste Limpio x factor Fn

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



ESPECIES	Factor Fn
Chechen	2.018
Chaca	2.153
Tzalam	2.324

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

El número total de especies registradas o la riqueza específica obtenida al interior del predio y de cada UP sin considerar invertebrados y plantas no vasculares; la riqueza específica (s) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (s) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. Para las plantas se estimó el índice de dominancia de Shannon, Índice de valor de importancia, la valoración de los métodos empleados fueron corroborados mediante la aplicación del método no paramétrico Chao, de acumulación de especies.

Para la fauna se aplicaron tres métodos diferentes para el muestreo: para estimar la densidad y registrar las especies de roedores se colocaron cuadrículas con 10 trampas tipo Sherman por tres días las cuales fueron cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuete para atraer y garantizar la captura de los roedores, acumulando un esfuerzo total de 72 hrs/ trampa; para el registro de especies de mamíferos de talla mediana y grande se dispusieron de 5 cámaras trampa Marca Moultrie modelo Game Spy por 10 días, las cámaras se colocaron a una altura promedio de 35 cm y fueron programadas para hacer dos disparos al momento de detectar el movimiento de cualquier tipo de organismo. Estos se restablecían a los 60 seg. Después del último disparo. Estas fueron cebadas con frutas como atrayente para especies frugívoras y herbívoras; y otras dos fueron cebadas con vísceras de pollo como atrayente para especies carnívoras. Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron sitios, en cada punto se realizaron observaciones con duración de 30 minutos cada una, durante tres días de igual forma, se observaron y anotaron todos los individuos que se percharon a los alrededores y los que pasaron volando. Las observaciones se realizaron entre las 06:00 a 08:00 hrs. Estos muestreos directos realizados para



cada grupo taxonómico de acuerdo a Jones² (1986) y Cherkiss³ et al (2005), fueron complementados con recorridos diurnos mediante el uso de transectos lineales aleatorios y el registro de huellas y cualquier otro signo que evidencie la presencia de fauna vertebrada, de tal manera que fue determinado cualquier taxón avistado.

La herpetofauna se determinó mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela⁴ et. al (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez⁵ (2004), Frost⁶ et. al (2006), Wüster⁷ et. al (2005) y Smith⁸ (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín⁹ et. al (1997), Wilson y Reeder¹⁰ (1993), Arita y Ceballos¹¹ (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos¹² et. al (2005) y Ramírez-Pulido¹³ et. al (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb¹⁴ (1995) y Edwards¹⁵ (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union¹⁶ (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, et. al (2005)

² Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. XVIII, 858 pp.

³ Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice, y M. D. Conill. 2005. Wildlife.

⁴ Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

⁵ Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144.

⁶ Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

⁷ Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*).

⁸ Smith, H. M. 2005. Plestiodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. Journal of Kansas Herpetology No 14. 15 pp.

⁹ Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. México.

¹⁰ Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

¹¹ Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.

¹² Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los Mamíferos Silvestres de México. CONABIO, FCE. México. 986 pp.

¹³ Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) 21(1):21-82.

¹⁴ Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

¹⁵ Edwards, E. P. 2003. A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

¹⁶ American Ornithologists Union. 1982. Thirty-fourth supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American birds. Supplement to the Auk. 99 (3): 15 pp.



para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell, et. al (1995) para las aves.

El criterio empleado para el establecimiento de las líneas de muestreo fue el de aprovechar los caminos de acceso existentes, de manera que variables como materiales, traslado, régimen de propiedad de la tierra que ocupa el sistema ambiental, son “variables importantes que aun cuando el tamaño de muestra óptima fuera estadísticamente representativo, tal vez el costo de su aplicación sería demasiado oneroso, por lo que no sería posible su aplicación” (Franco, 2011)¹⁷. Respecto al tamaño de la muestra, un número de observaciones individuales demasiado elevado aporta a veces la misma información que un número inferior de observaciones.

Respecto a determinar si al muestreo fue representativo, hay que tomar en cuenta que resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada (Jiménez, 2003)¹⁸, este es un grave problema dado que la riqueza específica (S) es la principal variable descriptiva de la biodiversidad; razón por la cual se utilizaron cámaras espías que son muy útiles para el registro de fauna en movimiento, escurridizas que difícilmente se logran observar en una caminata normal de muestro. Por lo que la riqueza específica (S) para cada sitio estudiado, es confiable para ser analizado. Hay que tomar en cuenta que una especie puede variar su distribución en función de cambios en el ambiente, de manera que esta se pueda ver ampliada o disminuida.

La metodología empleada para la estimación de la abundancia relativa, en donde según Franco (2011) “la diversidad de las comunidades habitualmente se analiza a través del patrón o patrones de distribución de la abundancia entre especies”, siendo que ésta es “la fracción con la que contribuye dicha especie a la abundancia total” (Franco, 2011).

Al final, una vez recabada la información del número de individuos de los diferentes grupos registrados, se estimó la densidad de estos utilizando el método de índice de Shannon-Weiner mediante la siguiente fórmula

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

Donde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S= número de especies

¹⁷ Franco Lopez Jonathan. 2011. Ecología y conservación. Editorial Trillas, SA de CV. México, D.F.

¹⁸ Jiménez-Valverde Alberto, Hortal Joaquín. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de Aracnología. Madrid, España.



P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

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

Para demostrar la confiabilidad del muestreo realizado, se realizaron dos métodos y se compararon; el primero correspondió a un método paramétrico y otro y más usado no paramétrico de Chao (1984). Ambos utilizan la acumulación de especies, a través del cual nos indica si todas las especies muestreadas fueron representativas, con la diferencia que Chao es el más usado y estima el número de especies que no fueron muestreadas.

Ambos métodos partieron de una matriz de muestreo en donde se sumó la acumulación de especies por muestra.

En el método paramétrico se realizó una gráfica de dispersión con una proyección logarítmica y potencial, en donde se utilizó los datos de alfa y beta del R2 mayor y se hizo una predicción del número de especies que se hubieran encontrado si se aumenta el número de muestreos.

En el método no paramétrico de Chao (1984), se analizan los singletes sobre los dobletes del total de especies acumuladas de acuerdo con la siguiente fórmula.

		2
Schao1=Sobs	+	F1
		2
		F2

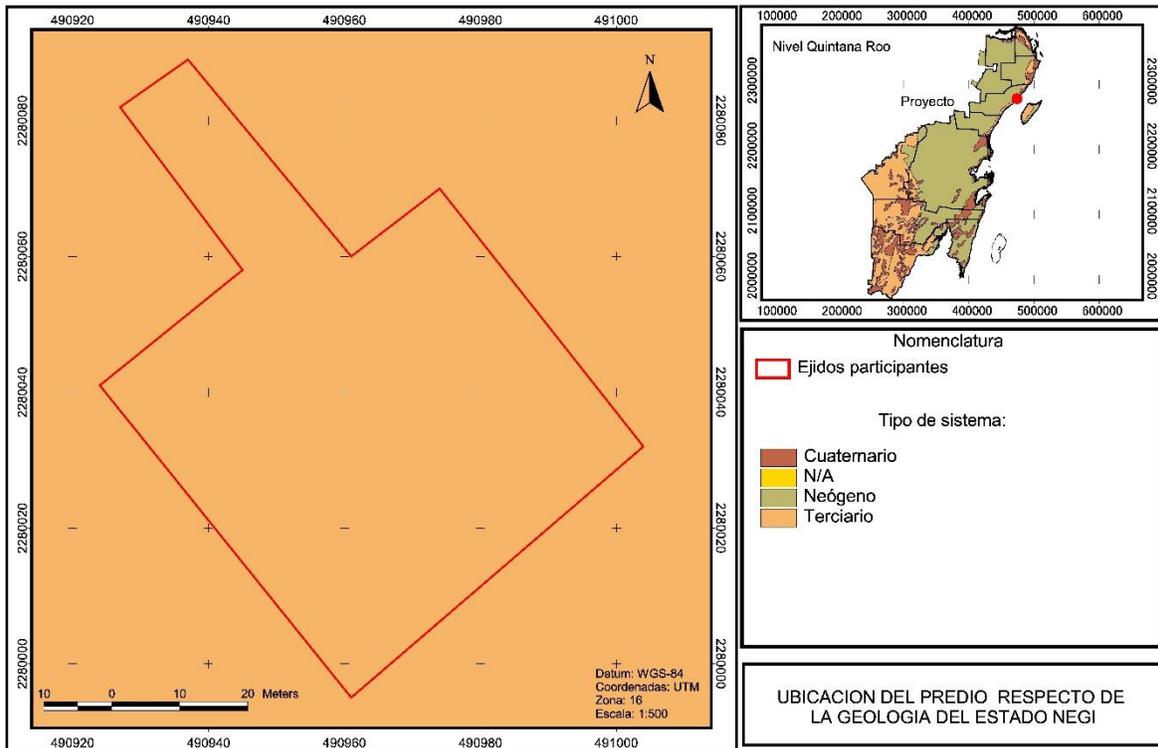
S_{obs} = riqueza de especies capturada mediante el muestreo.

F_1 = número de especies que estuvieron representadas solamente por un individuo en el muestreo (singletes).

F_2 = número de especies que estuvieron representadas por dos individuos en el muestreo (dobletes).



IV.2.2.1 Medio abiótico



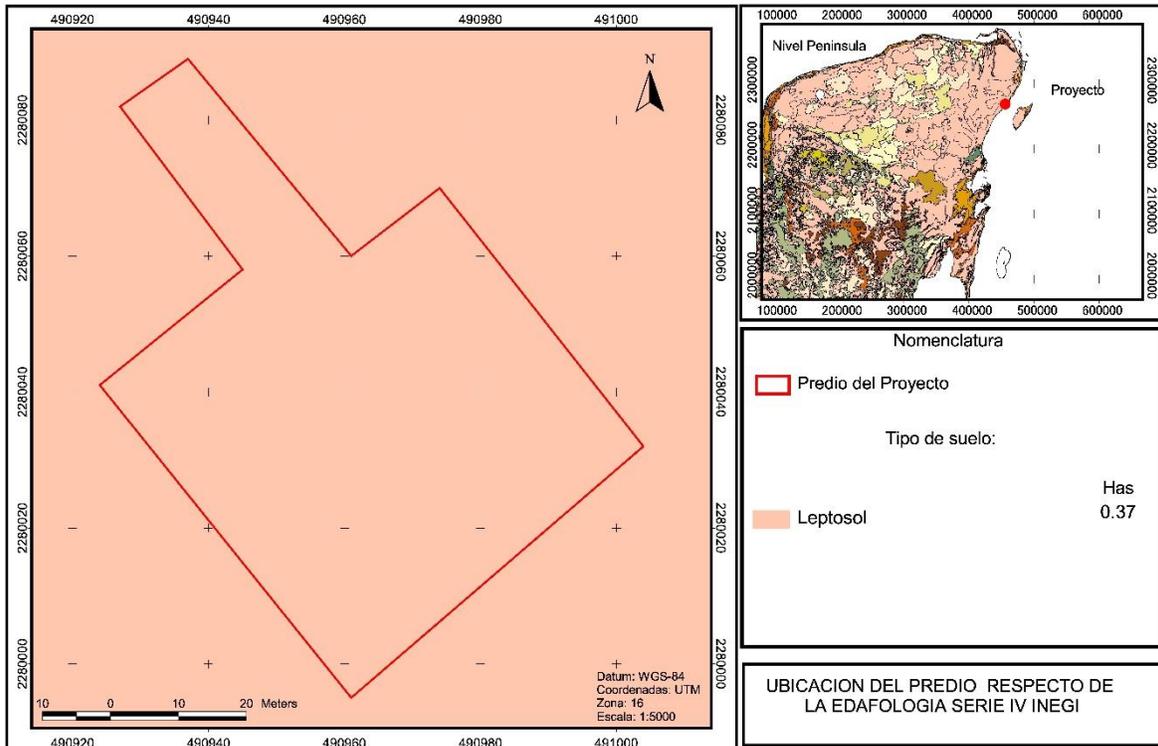
Mapa 2. De geología

Con base en la Carta Geológica 1:250000 del (INEGI, s.f.) el predio presenta una clase Sedimentaria, con tipo de roca caliza, proveniente de la Era geológica Cenozoica, del sistema terciario (INEGI, 2009)¹⁹.

Por las características geológicas de la Península, ésta no es susceptible a fenómenos geológicos como terremotos, derrumbes o hundimientos, actividad volcánica, etc. por lo que el presente proyecto no es susceptible a ser dañado por alguno de estos fenómenos geológicos. En cambio lo que se debe tomar en cuenta son los fenómenos meteorológicos representados desde las tormentas tropicales hasta los huracanes que por la velocidad de los vientos que presentan podrían ocasionar daños al proyecto durante la etapa de construcción.

¹⁹ INEGI, 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 23004.

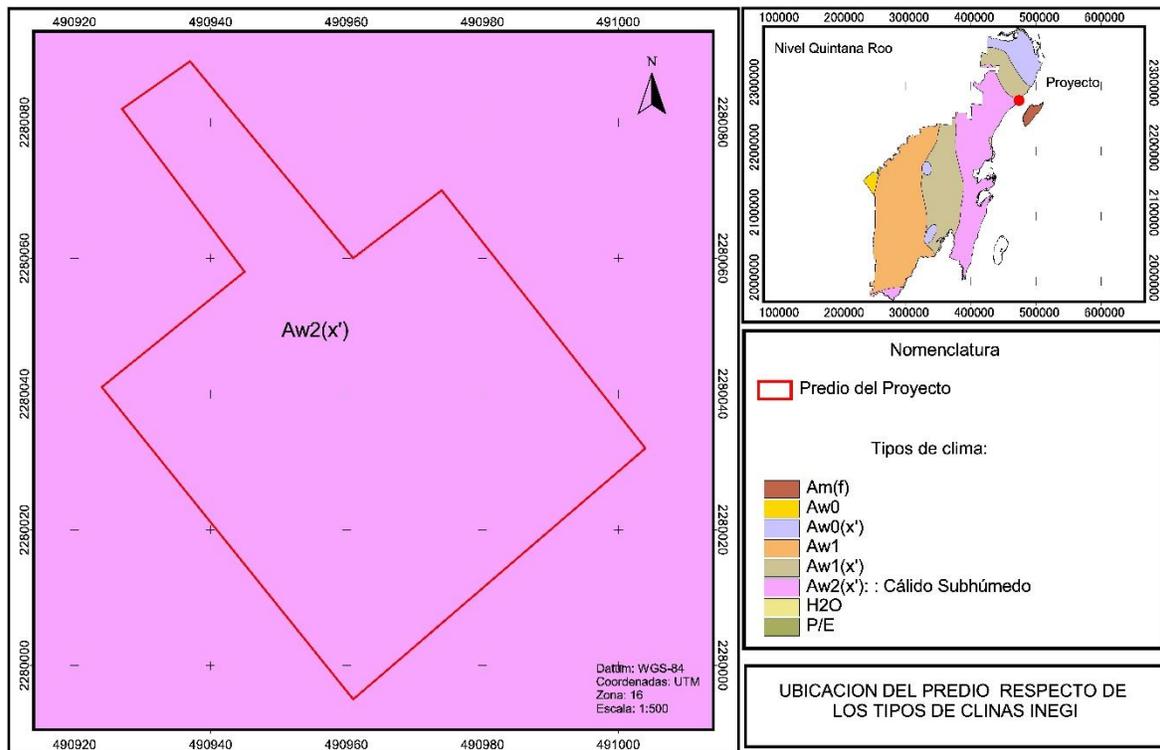




Mapa 3. De edafología del predio y sus colindancias.

El suelo que se presenta en el predio del proyecto conforme al INEGI es del tipo Leptosol, que se caracteriza por ser suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos) y su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar.





Mapa 4. De climas del sitio

Al igual que para el sistema ambiental definido, el clima de los predios donde se llevará a cabo el proyecto es de tipo Aw2(x'), que corresponde al cálido subhúmedo con lluvias en verano, con base en la clasificación del INEGI de la carta de Climas 1:250000. (Orellana, s.f.)²⁰.

El promedio anual de la temperatura media mensual es de 28.5°C, con media mensual máxima de 32.91°C en julio, y una media mensual mínima en febrero con 24.50°C. La oscilación mensual promedio alcanza los 7°C y la anual, obtenida de los promedios mensuales, 8.4°C.

La precipitación anual es del orden de 1,300 mm de acuerdo a datos obtenidos durante los cuatro últimos años por la Comisión Nacional del Agua. El 80 % de la precipitación ocurre durante la época de lluvias que abarca de mayo a octubre, mientras que el remanente se registra en el resto del año.

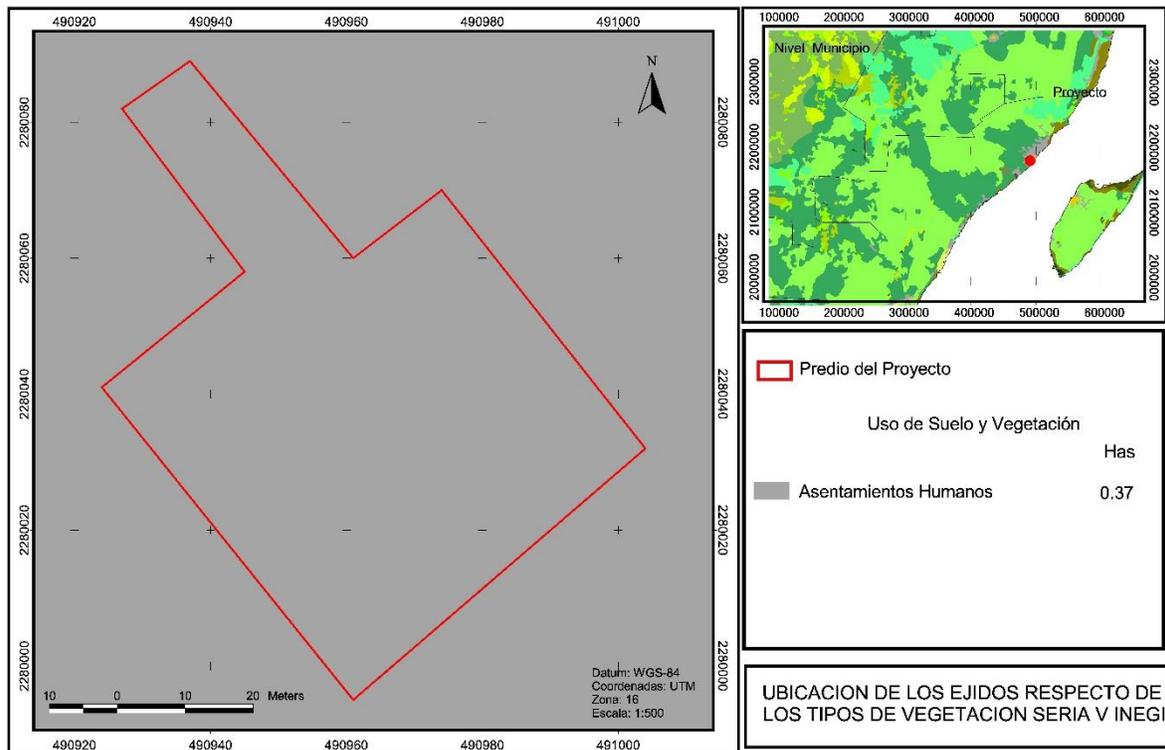
Los vientos dominantes son los “alisios”, que presentan una dirección constante hacia el Este, durante los meses de febrero a julio.

²⁰ Orellana Lanza Roger. S.f. Climas. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán.

A esta temporada le sigue un período de transición entre julio y septiembre, en los que se presenta una alta variabilidad en la dirección de los vientos. Durante los meses de junio a octubre se presentan sistemas tales como tormentas tropicales y huracanes y que son los responsables de cambios periódicos en los ecosistemas al generar alteraciones de los mismos a gran escala.

Entre los huracanes más recientes que afectaron las costas de los predios, se encuentran Emily y Wilma, que tocaron tierra en el estado en 2005, provocando serias afectaciones físicas y ambientales en las costas, ya que las playas fueron severamente erosionadas y la vegetación se vio severamente perturbada.

En los meses de noviembre a marzo ocurre la presencia de los denominados “nortes” que son masas de aire continental polar de alta velocidad, que hacen descender la temperatura y ocasionan precipitaciones, que a veces se acompañan de vientos de hasta 100 km/hr. Este tipo de vientos ha producido recientemente modificaciones en el litoral costero a lo largo del corredor Cancún – Tulum, al incrementar los procesos erosivos en las playas, tal y como aconteció a finales de 1996 con un “tren de nortes” que afectaron severamente las playas desde Tulum a Cancún, incluyendo las localizadas en el sistema ambiental.



Mapa 5. de uso de suelo y vegetación.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie V del INEGI, escala 1:2500000, el tipo de vegetación que se distribuye en el predio y en las



colindancias es de asentamiento humano; a nivel de predio esto corresponde a lo encontrado en campo basándose en el hecho que se encuentra dentro de un desarrollo urbano, sin embargo la vegetación es de tipo selva mediana subperennifolia.





Figura 4. Imagen satelital que muestra las condiciones actuales del predio.



IV.3. Relieve y pendiente media

Relieve.

En cuanto a la topografía del terreno que presenta una altura máxima de 2.75 msnm en la sección Norte del predio va disminuyendo paulatinamente conforme se avanza hacia el Sur del terreno donde alcanza la altura mínima de 0.75 msnm

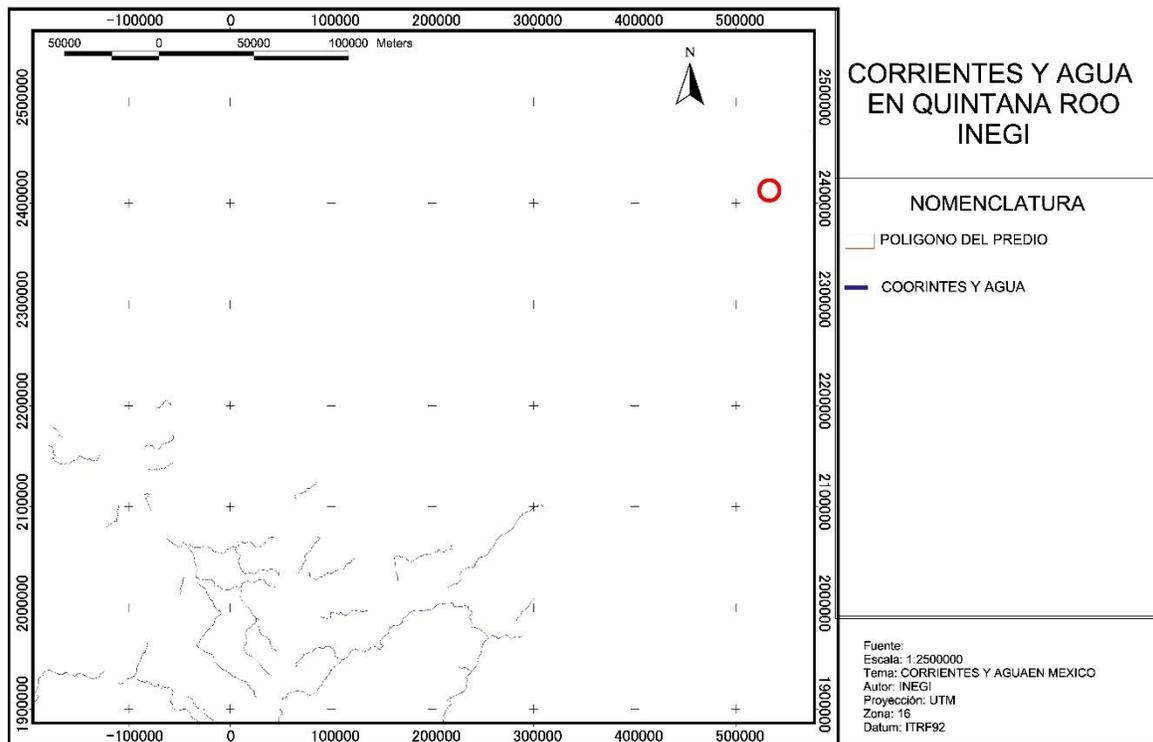
Pendiente media del terreno

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

Cuadro 4.16. Inclinación de la pendiente (en grados)
0-2 (planas)
2-5 (muy poco inclinadas)
5-10 (poco inclinadas)
10-15 (medianamente inclinadas)
15-30 (fuertemente inclinadas)
30-50 (muy fuertemente inclinadas)
➤ 50 (escarpadas)

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





Mapa 6. De corrientes y cuerpos de agua.

De acuerdo a la carta de corrientes y agua en México del INEGI escala 1:250000, en el sitio del proyecto, no se localizan corrientes ni cuerpos de agua de gran importancia, que por el desarrollo del proyecto en un momento dado pueda ocasionar un daño a un ecosistema acuático o que éste represente un riesgo a la población la cual ocuparía la zona de desplante del proyecto.

Según la escala contiene información acerca de fallas, fracturas volcánicas, minas y zonas hidrotermales entre otras. Indica la existencia de minerales metálicos y no metálicos que se explotan económicamente. Útil en la exploración minera, petrolera y de aguas subterráneas, ubicación de explotación de minerales y rocas, construcción de obras civiles, planeación, ordenamiento territorial e investigación (INEGI)²¹. En forma general, no se encuentra ningún tipo de falla o fractura sobre el área de distribución del proyecto.

²¹ <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825674786> recuperado el 15 de febrero de 2017.



IV.2.2.2 Medio biótico

Sistema Ambiental

Caracterización de la Vegetación

Tipo de vegetación por afectar

Con base en los tipos de vegetación antes descritos se menciona que el ecosistema que se desarrolla en el área de ubicación del predio corresponde al conformado por la selva mediana subperennifolia, por lo cual se realizó un inventario de flora y fauna dentro del mismo tipo de vegetación de la cuenca cercanos al predio, y para poder realizar una comparación de parámetros entre el predio y la cuenca, se delimito una superficie similar a la que se presenta en el predio, distribuyéndola en varias zonas, dentro de las cuales se establecieron los sitios testigo, por lo tanto se presenta a continuación la descripción de la metodología empleada, la ubicación de los sitios y los resultados obtenidos del muestreo sobre la vegetación del sistema ambiental dentro de la cuenca:

Caracterización de la vegetación

Como se mencionó anteriormente se realizó una caracterización ambiental de la flora dentro de la Selva Mediana Subperennifolia presente en el sistema ambiental obteniendo los siguientes resultados:

Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio dirigido sobre las áreas con vegetación sujetas al cambio de uso de suelo.

Intensidad de muestreo

En las área cubiertas por vegetación de selva mediana subperennifolia sujetas al cambio de uso de suelo en terrenos forestales se levantaron 4 sitios rectangulares de 100 m² donde se muestreó el estrato arbóreo de la vegetación, para el estrato arbustivo se levantaron 4 subsitios de 25 m², mientras que para el estrato herbáceo se levantaron 4 subsitios de 25 m², con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 13.5 %, 1.4 % y 1.4 % respectivamente.



Cuadro. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio testigo				
Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84				
No. sitio	Vert	X	Y	Tipo de vegetación
1	1	490901.22	2280042.35	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490897.55	2280038.95	
	3	490911.16	2280024.2	
	4	490914.83	2280027.70	
2	1	490917.93	2280018.52	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490914.58	2280014.80	
	3	490929.45	2280001.42	
	4	490932.79	2280005.14	
3	1	491035.99	2280085.29	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	491038.22	2280080.81	
	3	491056.11	2280089.76	
	4	491053.88	2280094.23	
4	1	491000.99	2280079.29	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	491003.22	2280074.81	
	3	491021.11	2280083.76	
	4	491018.88	2280088.23	

Para corroborar la confiabilidad del tamaño de la muestra, se hizo el análisis no paramétrico de Chao, dando como resultado que todas las especies fueron correctamente representadas.

Habitat 2 (testigo)			M 1	M 2	M 3	M 4	Sobres	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes	
Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri	0	1	0	1	2	28	1	23	28	0
Moraceae	Boob	Coccoloba spicata	1	1	1	0	3					
Meliaceae	Cedro	Cedrela odorata	0	0	1	0	1					
bombaceae	Ceiba	Ceiba pentandra	0	0	1	1	2					
Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba	1	0	1	0	2					
Leguminosae	Chimay	Mimosa bahamensis	0	0	1	2	2					
Palmae	Chit	Thrinax radiata	1	1	0	1	3					
Leguminosae	Cornizuelo	Acacia cornigera	1	0	0	1	2					
sapindaceae	Crisantemo	Serjania mexicana	0	5	8	0	2					
Leguminosae	Diphysa	Diphysa carthagenensis	0	0	1	2	2					
Moraceae	Ficus	Ficus cotinifolia	1	0	0	1	2					
Bromeliaceae	Guapilla	Bromelia pinguin	5	0	1	0	2					
Sapotaceae	Guaya	Melicoccus oliviformis	1	0	0	1	2					
Meliaceae	Jabín	Piscidia piscipula	2	0	0	1	2					
Burseraceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata	0	0	1	1	2					
Celastraceae	katalox	Swartzia cubensis	0	1	0	1	2					



Euphorbiaceae	Katzin	Acacia gaumeri	0	1	1	0		2
Anacardiaceae	Labonaaak	Peperomia pereskifolia	0	0	10	1		2
Palmae	Malamujer	Cnidocolus aconitifolius	4	0	0	1		2
Boraginaceae	Mora	Chlorophora tinctoria	0	3	3	8		3
Palmae	Muk	Celtis iguaneae	2	0	1	0		2
Salicaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	2	0	0	1		2
Moraceae	Oreganillo	Lantana involucrata	0	0	1	3		2
Moraceae	Peechkitam	Randia aculeata	1	2	2	0		3
Palmae	Trompillo	Astrocasia tremula	2	0	0	1		2
Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida	0	1	2	0		2
Sapotaceae	Yaxnic	Vitex gaumeri	0	0	1	1		2
Moraceae	Zapote	Manilkara zapota	1	0	1	0		2
			14	20	28	28		Sobres 8

Definición de estratos

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

Forma de crecimiento	Alturas	Diámetros	Tallo	Ramificación
Árboreo	Mínimo de 1.30	5 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

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

Fórmulas utilizadas:

- Índice de diversidad



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

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

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S = número de especies

P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

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

IV.2.1.3 Análisis de diversidad de la vegetación

Lista de especies incluidas en los muestreos realizados

Del inventario forestal de la vegetación de Selva mediana subperennifolia, resultó que en ella se desarrollan 18 especies que se desarrollan en los tres estratos de vegetación, las cuales se enlistan a continuación;

Cuadro. Especies muestreadas en la vegetación de selva mediana subperennifolia			
No.	familia	Nombre común	Nombre científico
1	Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri
2	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata
3	Meliaceae	Cedro	Cedrela odorata
4	Bombacaceae	Ceiba	Ceiba pentandra
5	Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba
6	Leguminosae	Chimay	Mimosa bahamensis
7	Palmae	Chit	Thrinax radiata
8	Leguminosae	Cornizuelo	Acacia cornigera
9	Sapindaceae	Crisantemo	Serjania mexicana
10	Leguminosae	Diphysa	Diphysa carthagenensis
11	Burceraceae	Ficus	Ficus cotinifolia
12	Bromeliaceae	Guapilla	Bromelia pinguin
13	Sapindaceae	Guaya	Melicoccus oliviformis
14	Fabacea	Jabín	Piscidia piscipula
15	Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata
16	Caesalpinaceae	katalox	Swartzia cubensis
17	Leguminosae	Katzin	Acacia gaumeri
18	Piperaceae	Labon aak	Peperomia pereskiifolia



Cuadro. Especies muestreadas en la vegetación de selva mediana subperennifolia			
No.	familia	Nombre común	Nombre científico
19	Euphorbiaceae	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius
20	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria
21	Ulmaceae	Muk	Celtis iguanae
22	Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri
23	Verbenaceae	Oreganillo	Lantana involucrata
24	Rubiaceae	Peechitam	Randia aculeata
25	Phyllanthaceae	Trompillo	Astrocasia tremula
26	Euphorbiaceae	Yaiti	Gymnanthes lucida
27	Lamiaceae	Yaxnic	Vitex guameri
28	Sapotacea	Zapote	Manilkara zapota

Con base en la lista de especies de flora presentes en el área testigo se identificó a la especie de Guapilla (*Bromelia pinguin*) como especies epifitas dentro del ecosistema del sistema ambiental

Diversidad de especies por hectárea por estrato

Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas de vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en el sistema ambiental, arrojó la presencia de 10 especies para el estrato arbóreo, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Cuadro 4.13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri	25.0	6
2	Arbóreo	Meliaceae	Cedro	Cedrela odorata	25.0	6
3	Arbóreo	Bombacaceae	Ceiba	Ceiba pentandra	25.0	6
4	Arbóreo	Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba	25.0	6
5	Arbóreo	Burseraceae	Ficus	Ficus cotinifolia	25.0	6
6	Arbóreo	Fabacea	Jabín	Piscidia piscipula	50.0	11
7	Arbóreo	Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata	25.0	6
8	Arbóreo	Caesalpinaceae	katalox	Swartzia cubensis	50.0	11
9	Arbóreo	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria	175.0	39
10	Arbóreo	Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	25.0	6
				Total	450.0	100.0



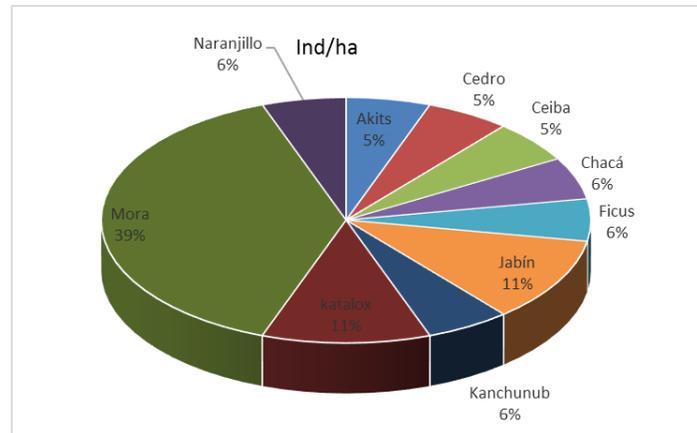


Figura 4.10. Diversidad de especies en el estrato arbóreo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado ampliamente por la especie Mora (*Chlorophora tinctoria*) que representa el 39 % de toda la población. En este estrato se presenta un diversidad de 450 ejemplares por hectárea.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la vegetación de selva mediana subperennifolia se observan 10 especies las cuales presentan la siguiente diversidad:

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Polygonaceae	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	75.0	17
2	Arbustivo	Palmae	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	75.0	17
3	Arbustivo	Leguminosae	Cornizuelo	<i>Acacia cornigera</i>	25.0	6
4	Arbustivo	Sapindaceae	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	25.0	6
5	Arbustivo	Fabaceae	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	25.0	6
6	Arbustivo	Moraceae	Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	50.0	11
7	Arbustivo	Euphorbiaceae	Naranjillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	25.0	6
8	Arbustivo	Euphorbiaceae	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	50.0	11
9	Arbustivo	Lamiaceae	Yaxnic	<i>Vitex gaumeri</i>	50.0	11
10	Arbustivo	Sapotacea	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	50.0	11
				Total	450	100.0



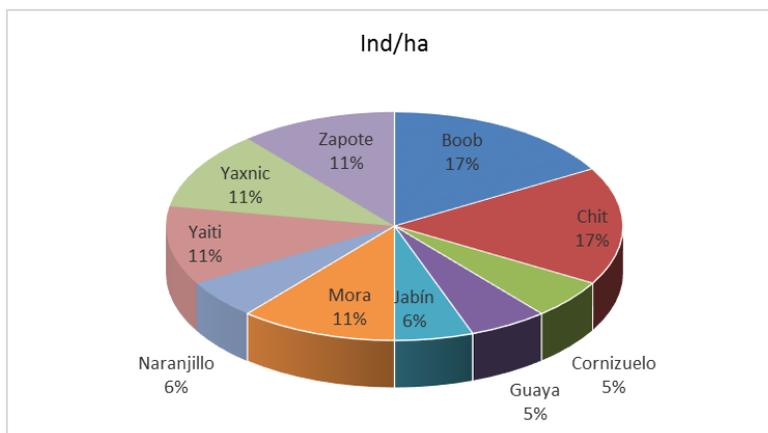


Figura 4.11. Diversidad de especies en el estrato arbustivo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra distribuido equitativamente entre todas las especies, resaltando solo la Palma Chit (*Thrinax radiata*) y el Boob (*Coccoloba spicata*). En este estrato se presenta un diversidad de 450 ejemplares por hectárea

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se presentan 13 especies, las cuales en conjunto presentan diversidad de 1175 ejemplares por hectárea, conforme al siguiente cuadro:

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Leguminosae	Chimay	Mimosa bahamensis	50.0	4
2	Herbáceo	Sapindaceae	Crisantemo	Serjania mexicana	325.0	28
3	Herbáceo	Leguminosae	Diphysa	Diphysa carthagenensis	50.0	4
4	Herbáceo	Bromeliaceae	Guapilla	Bromelia pinguin	125.0	11
5	Herbáceo	Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata	25.0	2
6	Herbáceo	Leguminosae	Katzin	Acacia gaumeri	25.0	2
7	Herbáceo	Piperaceae	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	250.0	21
8	Herbáceo	Euphorbiaceae	Mala mujer	Cnidoscolus aconitifolius	100.0	9
9	Herbáceo	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria	75.0	6
10	Herbáceo	Ulmaceae	Muk	Celtis iguaneae	0.0	0
11	Herbáceo	Verbenaceae	Oreganillo	Lantana involucrata	0.0	0
12	Herbáceo	Rubiaceae	Peechkitam	Randia aculeata	75.0	6
13	Herbáceo	Phyllanthaceae	Trompillo	Astrocasia tremula	75.0	6
					1175.0	100.0



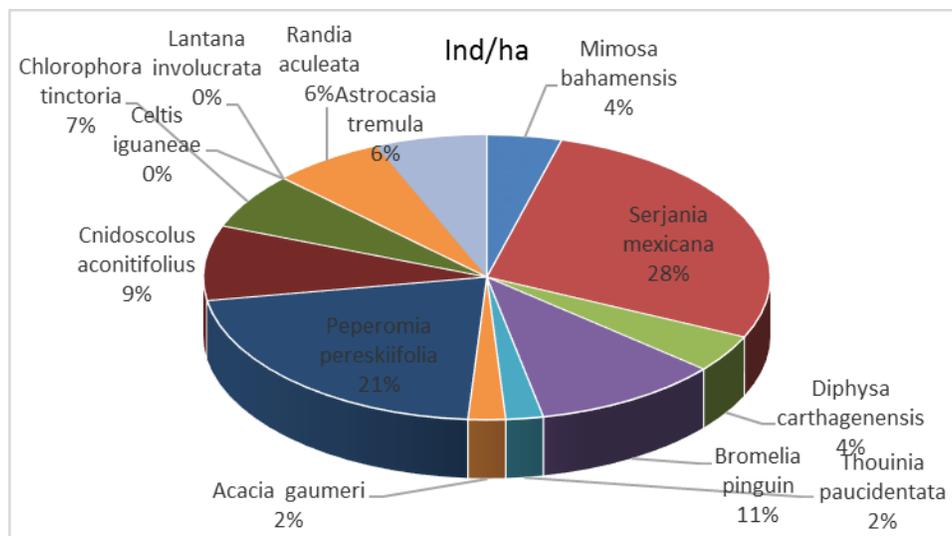


Figura 4.12. Diversidad de especies en el estrato herbáceo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado por 2 especies que representan el 49 % de todas las especies, dentro de las cuales se encuentran el *Serjania mexicana* con un 28% y el *Peperomia pereskifolia* con el 21 % de la población.

Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio con vegetación, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados para cada estrato de la vegetación de Selva mediana subperennifolia:

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.980, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.303, lo cual nos da un índice de equidad de 0.860, esto indica que las 10 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 86 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó al Cedro (*Cedrela odorata*) que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Akits	Cascabela gaumeri		1	0.056	-2.890	0.161
2	Arbóreo	Cedro	Cedrela odorata	Pr	1	0.056	-2.890	0.161
3	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra		1	0.056	-2.890	0.161



Cuadro 4.16. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
4	Arbóreo	Chacá	Bursera simaruba		1	0.056	-2.890	0.161
5	Arbóreo	Ficus	Ficus cotinifolia		1	0.056	-2.890	0.161
6	Arbóreo	Jabín	Piscidia piscipula		2	0.111	-2.197	0.244
7	Arbóreo	Kanchunub	Thouinia paucidentata		1	0.056	-2.890	0.161
8	Arbóreo	katalox	Swartzia cubensis		2	0.111	-2.197	0.244
9	Arbóreo	Mora	Chlorophora tinctoria		7	0.389	-0.944	0.367
10	Arbóreo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri		1	0.056	-2.890	0.161
					20	1.000		1.980

Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	1.980
H max =	2.303
Equidad (J) =	0.860
H max - H' =	0.323

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.216 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.303, lo cual nos da un índice de equidad de 0.962 esto indica que las 12 especies de flora arbustiva reportadas, presentan cada una el 96 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a la especie de Palma Chit (*Thrinax radiata*) que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada.

Cuadro 4.17. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata		3	0.167	-1.792	0.299
2	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata		3	0.167	-1.792	0.299
3	Arbustivo	Cornizuelo	Acacia cornigera		1	0.056	-2.890	0.161
4	Arbustivo	Guaya	Melicoccus oliviformis		1	0.056	-2.890	0.161
5	Arbustivo	Jabín	Piscidia piscipula		1	0.056	-2.890	0.161
6	Arbustivo	Mora	Chlorophora tinctoria		2	0.111	-2.197	0.244
7	Arbustivo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri		1	0.056	-2.890	0.161
8	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida		2	0.111	-2.197	0.244
9	Arbustivo	Yaxnic	Vitex gaumeri		2	0.111	-2.197	0.244
10	Arbustivo	Zapote	Manilkara zapota		2	0.111	-2.197	0.244
					18	1.000		2.216

Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	2.216
H max =	2.303
Equidad (J) =	0.962



$H_{max} - H'$ =	0.086
------------------	-------

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.272 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.565, lo cual nos da un índice de equidad de 0.886, esto indica que las 13 especies de flora herbáceas reportadas, presentan cada una el 88 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato no se identificó especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazadas.

Cuadro 4.18 Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Chimay	Mimosa bahamensis		2	0.038	-3.258	0.125
2	Herbáceo	Crisantemo	Serjania mexicana		13	0.250	-1.386	0.347
3	Herbáceo	Diphysa	Diphysa carthagenensis		2	0.038	-3.258	0.125
4	Herbáceo	Guapilla	Bromelia pinguin		5	0.096	-2.342	0.225
5	Herbáceo	Kanchunub	Thouinia paucidentata		1	0.019	-3.951	0.076
6	Herbáceo	Katzin	Acacia gaumeri		1	0.019	-3.951	0.076
7	Herbáceo	Labon aak	Peperomia pereskiifolia		10	0.192	-1.649	0.317
8	Herbáceo	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius		4	0.077	-2.565	0.197
9	Herbáceo	Mora	Chlorophora tinctoria		3	0.058	-2.853	0.165
10	Herbáceo	Muk	Celtis iguaneae		2	0.038	-3.258	0.125
11	Herbáceo	Oreganillo	Lantana involucrata		3	0.058	-2.853	0.165
12	Herbáceo	Peechkitam	Randia aculeata		3	0.058	-2.853	0.165
13	Herbáceo	Trompillo	Astrocasia tremula		3	0.058	-2.853	0.165
					52	1.000		2.272

Riqueza (S) =	13
H' Calculada =	2.272
H max =	2.565
Equidad (J) =	0.886
H max - H' =	0.293

Índice de Valor de Importancia

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

De los datos obtenidos directamente en el campo para el área de estudio, se tiene el análisis de los valores de Densidad relativa, Dominancia relativa, Frecuencia relativa y cuya combinación permite obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI)



para cada estrato de ambos tipos de vegetación que cubren el predio. Por ello los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas.

Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo de vegetación de Selva mediana subperennifolia, está compuesto por 10 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Chlorophora tinctoria* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 68.500, seguida de la *Ceiba pentandra* con un IVI de 61.860, estas especies son las más importantes debido a que son las más abundantes en el área sujeta al cambio de uso de suelo.

Cuadro 4.19. Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akits	Cascabela gaumeri	5.556	10.000	2.204	17.760
2	Cedro	Cedrela odorata	5.556	10.000	2.587	18.142
3	Ceiba	Ceiba pentandra	5.556	10.000	46.304	61.860
4	Chacá	Bursera simaruba	5.556	10.000	6.308	21.863
5	Ficus	Ficus cotinifolia	5.556	10.000	1.624	17.179
6	Jabín	Piscidia piscipula	11.111	10.000	12.520	33.631
7	Kanchunub	Thouinia paucidentata	5.556	10.000	2.278	17.834
8	katalox	Swartzia cubensis	11.111	10.000	4.971	26.082
9	Mora	Chlorophora tinctoria	38.889	10.000	19.611	68.500
10	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	5.556	10.000	1.593	17.148
			100.000	100.000	100.000	300.000

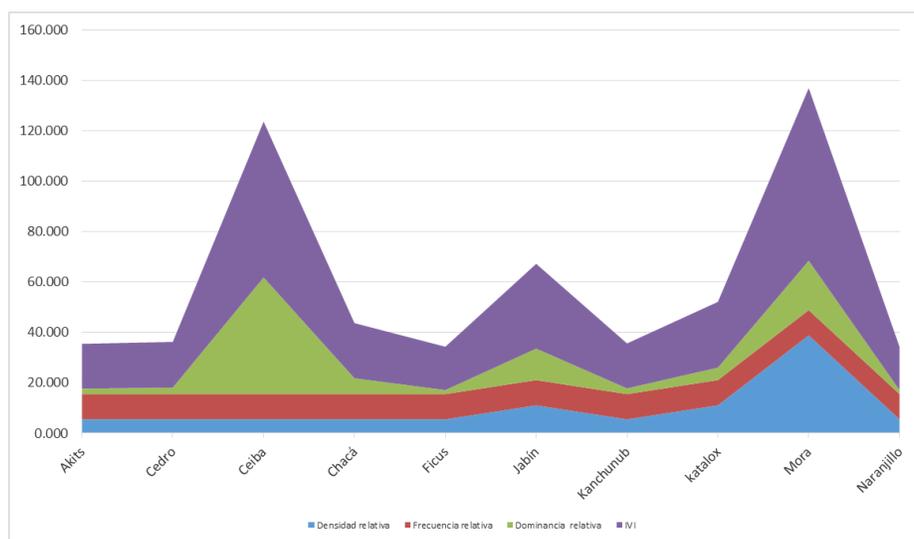


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato arbóreo

Estrato arbustivo



La estructura horizontal del estrato arbustivo de la vegetación de selva mediana subperennifolia, está compuesto por 10 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Coccoloba spicata* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 48.026, seguida por la *Thrinax radiata* con un IVI de 38.731.

Cuadro 4.20. Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	16.667	16.667	14.693	48.026
2	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	16.667	16.667	5.397	38.731
3	Cornizuelo	<i>Acacia cornigera</i>	5.556	5.556	9.595	20.706
4	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	5.556	5.556	7.346	18.457
5	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	5.556	5.556	25.337	36.448
6	Mora	<i>Chlorophora tinctoria</i>	11.111	11.111	12.744	34.966
7	Naranjillo	<i>Esenbeckia berlandieri</i>	5.556	5.556	5.397	16.508
8	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	11.111	11.111	2.999	25.221
9	Yaxnic	<i>Vitex gaumeri</i>	11.111	11.111	8.696	30.918
10	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	11.111	11.111	7.796	30.018
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

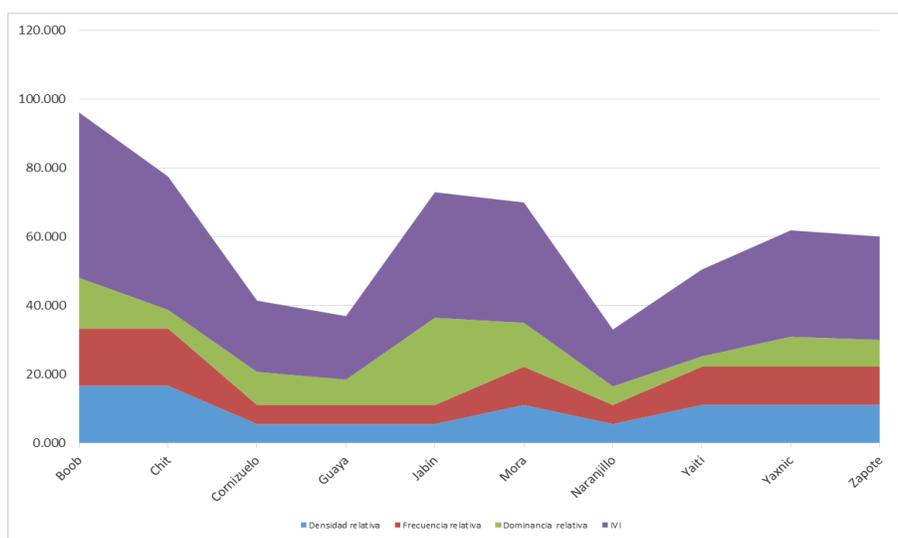


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato arbustivo

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la vegetación de Selva mediana subperennifolia, está compuesto por 16 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Serjania mexicana* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a



su ocupación espacial con un IVI de 63.771, seguida de la *Peperomia pereskiifolia* con un IVI de 46.063.

Cuadro 4.21. Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chimay	Mimosa bahamensis	4.255	5.556	3.846	13.657
2	Crisantemo	Serjania mexicana	27.660	11.111	25.000	63.771
3	Diphysa	Diphysa carthagenensis	4.255	5.556	3.846	13.657
4	Guapilla	Bromelia pinguin	10.638	5.556	9.615	25.809
5	Kanchunub	Thouinia paucidentata	2.128	5.556	1.923	9.606
6	Katzin	Acacia gaumeri	2.128	5.556	1.923	9.606
7	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	21.277	5.556	19.231	46.063
8	Mala mujer	Cnidioscolus aconitifolius	8.511	5.556	7.692	21.759
9	Mora	Chlorophora tinctoria	6.383	5.556	5.769	17.708
10	Muk	Celtis iguaneae	0.000	5.556	3.846	9.402
11	Oreganillo	Lantana involucrata	0.000	5.556	5.769	11.325
12	Peechkitam	Randia aculeata	6.383	16.667	5.769	28.819
13	Trompillo	Astrocasia tremula	6.383	16.667	5.769	28.819
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

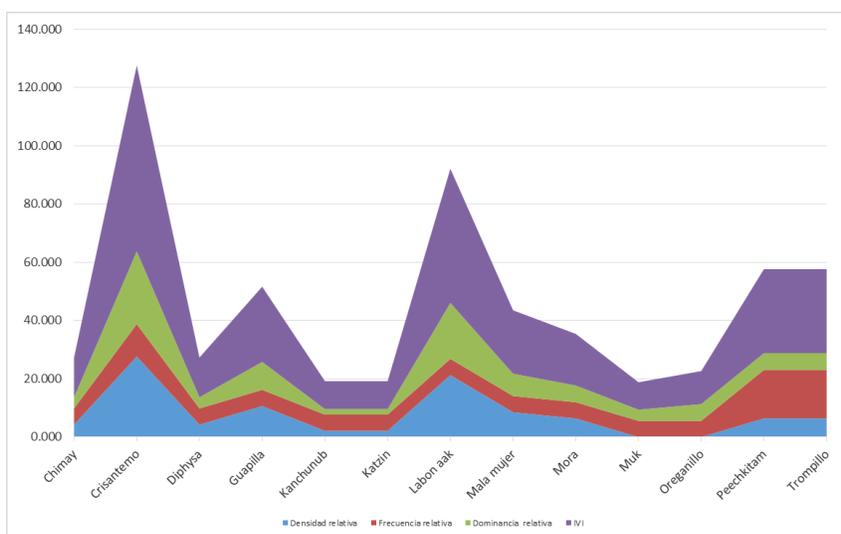


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato herbáceo.

Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

En la vegetación del predio sujeta al cambio de uso de suelo, se encontró tres especies que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana, en la categoría de amenazadas están la Palma de Chit (*Thrinax radiata*), cedro (*Cedrela odorata*)



Caracterización de la fauna

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

índices cuenca

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	anfibio	Rana verrugosa	Trachycephalus venulosus		13	0.61904762	-0.47957308	-0.29687857
2	anfibio	Sapo	Incilius valliceps		8	0.38095238	-0.9650809	-0.36764987
					21	100		0.66452844
		Riqueza (S) =	2					
		H' Calculada =	0.66452844					
		H max =	0.69314718					
		Equidad (J) =	0.95871188					
		H max - H' =	0.02861874					

El índice de diversidad para el grupo de anfibio, de acuerdo con el método de Shannon Wiener la diversidad observada fue calculado en 0.664, mientras que la diversidad máxima esperada que puede presentar esta comunidad es de 0.693, lo anterior es claro que la diversidad observada está por arriba de lo que uno pudiera esperar. El índice de equidad es de 0.958.

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	aves	Colibrí	Amazilia rutila		6	0.03389831	-3.38439026	0.11472509
2	aves	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus		15	0.08474576	-2.46809953	0.20916098
3	aves	Momoto ceja azul	Eumomota superciliosa		17	0.0960452	-2.34293639	0.22502779
4	aves	Buhito, Monjita	Glaucidium brasilianum		8	0.04519774	-3.09670819	0.13996421
5	aves	Bolsero	Icterus auratus		8	0.04519774	-3.09670819	0.13996421
6	aves	Luis pico grueso	Megarynchus pitangua		12	0.06779661	-2.69124308	0.18245716



Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B, Particular, Proyecto “Bamoá”

7	aves	Carpintero yucateco	Melanerpes pygmaeus		10	0.05649718	-2.87356464	0.16234828	-
8	aves	Cenzonte tropical	Mimus gilvus		7	0.03954802	-3.23023958	0.12774959	-
9	aves	Luis gregario	Myiozetetes similis		15	0.08474576	-2.46809953	0.20916098	-
10	aves	Chachalaca	Ortalis vetula		12	0.06779661	-2.69124308	0.18245716	-
11	aves	Paloma	Patagioenas flavirostris		9	0.05084746	-2.97892516	0.15147077	-
12	aves	Pájaro ardilla	Piaya cayana		11	0.06214689	-2.77825446	0.17265988	-
13	aves	Carpintero mexicano	Picoides scalaris		8	0.04519774	-3.09670819	0.13996421	-
14	aves	Luis bien te veo	Pitangus sulphuratus		7	0.03954802	-3.23023958	0.12774959	-
15	aves	Zanate mexicano	Quiscalus mexicanus		8	0.04519774	-3.09670819	0.13996421	-
16	aves	Trogon cabeza negra	Trogon melanocephalus		16	0.09039548	-2.40356101	0.21727105	-
17	aves	Tirano tropical	Tyrannus melancholicus		8	0.04519774	-3.09670819	0.13996421	-
					177	100		2.78205938	
		Riqueza (S) =	17						
		H' Calculada =	2.78205938						
		H max =	2.83321334						
		Equidad (J) =	0.98194489						
		H max - H' =	0.05115397						

En cuanto al grupo de aves, el índice de diversidad observado de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.78, mientras que la diversidad máxima esperada que pudiera presentarse en la comunidad es de 2.866, lo cual nos da un índice de equidad de 0.981, esto indica que están bien representadas.

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	mamífero	Sereque	Dasyprocta punctata		7	0.125	-2.07944154	-0.25993019
2	mamífero	Rata de abazones	Heteromys gaumeri		5	0.08928571	-2.41591378	-0.21570659
3	mamífero	Coatí	Nasua narica		9	0.16071429	-1.82812711	-0.29380614
4	mamíferos	Tlacoachete	Didelphis virginiana		3	0.05357143	-2.9267394	-0.15678961



5	mamífero	Rata arborícola	Ototylomys phyllotis		9	0.16071429	-1.82812711	-0.29380614
6	mamífero	Ardilla yucateca	Sciurus yucatanensis		13	0.23214286	-1.46040233	-0.33902197
7	mamífero	Rata de cañavera	Sigmodon hispidus		10	0.17857143	-1.7227666	-0.30763689
					56	100		1.86669754
		Riqueza (S) =		7				
		H' Calculada =						1.86669754
		H max =						1.94591015
		Equidad (J) =						0.95929277
		H max - H' =						0.07921261

En cuanto al grupo de mamíferos, el índice de diversidad observada de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.86 mientras que la diversidad máxima esperada que pudiera observarse en una comunidad es de 1.945, lo cual nos da un índice de equidad de 0.959.

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	reptiles	Lagartija	Ameiva undulata		7	0.13461538	-2.00533357	-0.26994875
2	reptiles	Cuija besucona	Hemidactylus frenatus		5	0.09615385	-2.34180581	-0.22517364
3	reptiles	Chipojo	A. sagrei		4	0.07692308	-2.56494936	-0.1973038
4	reptiles	Toloque	Basiliscus vittatus		9	0.17307692	-1.75401914	-0.30358024
5	reptiles	Iguana gris	Ctenosaura similis	A	11	0.21153846	-1.55334845	-0.32859294
6	reptiles	Gecko	Hemidactylus frenatus		8	0.15384615	-1.87180218	-0.28796957
7	reptiles	Lagartija	Sceloporus chrysostictus		8	0.15384615	-1.87180218	-0.28796957
					52	100		1.90053849
		Riqueza (S) =		7				
		H' Calculada =						1.90053849
		H max =						1.94591015
		Equidad (J) =						0.97668358



	H max - H' =	0.04537166					
--	-----------------	------------	--	--	--	--	--

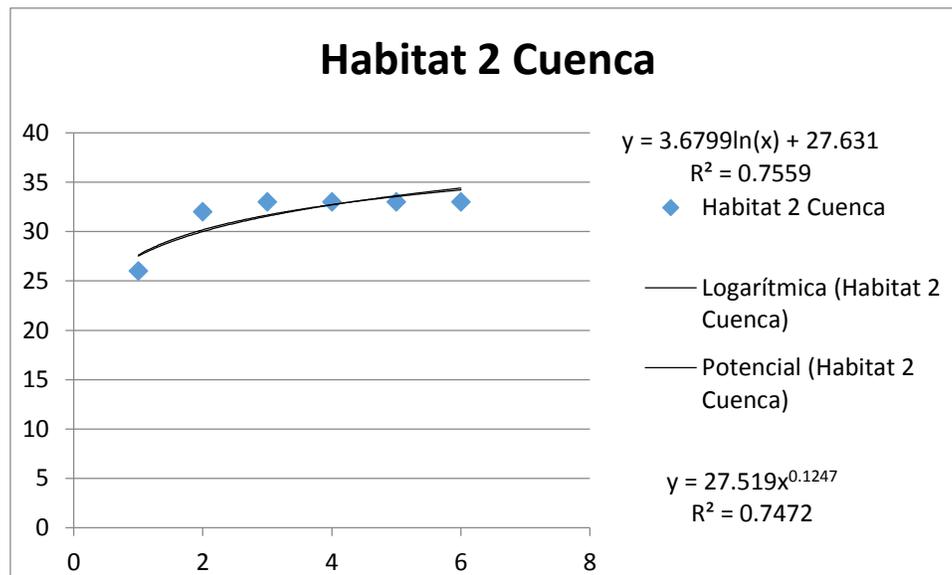
Finalmente para el grupo de los reptiles, el índice de diversidad observada de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.900, mientras que la diversidad máxima que puede ser observada en la comunidad es de 1.945, lo cual nos da un índice de equidad de 0.976, esto indica que las 3 especies de reptiles reportadas, presenta cada una el 97 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Del análisis de la confiabilidad de la muestra que a continuación se muestra, nos dice que es confiable según el método no paramétrico, ya que no hay especies faltantes.

Habitat 2 (cuenca)			M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	Sobres	Singletes	Dobletes	Chao 2	especies faltantes	
anfibia	Rana verrugosa	<i>Trachycephalus venulosus</i>	2	0	6	4	1	0	4	33	0	33	33	0
anfibia	Sapo	<i>Incilius valliceps</i>	0	2	1	2	2	1	5					
reptiles	Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	2	0	1	2	1	1	5					
reptiles	Cuija besucona	<i>Hemidactylus frenatus</i>	2	1	0	0	1	1	4					
reptiles	Chipojo	<i>A. sagrei</i>	0	0	1	1	1	1	4					
reptiles	Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>	2	2	3	1	0	1	5					
reptiles	Iguana gris	<i>Ctenosaura similis</i>	1	2	2	4	1	1	6					
reptiles	Gecko	<i>Hemidactylus frenatus</i>	3	0	2	1	1	1	5					
reptiles	Lagartija	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	2	0	2	2	1	1	5					
mamífero	Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	2	0	2	1	1	1	5					
mamífero	Rata de abazones	<i>Heteromys gaumeri</i>	1	2	1	0	1	0	4					
mamífero	Coatí	<i>Nasua narica</i>	3	1	2	1	1	1	6					
mamíferos	Tlacoache	<i>Didelphis virginiana</i>	1	0	1	0	0	1	3					
mamífero	Rata arborícola	<i>Otodylomys phyllotis</i>	2	0	4	2	1	0	4					
mamífero	Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	2	6	3	0	1	1	5					
mamífero	Rata de cañaveral	<i>Sigmodon hispidus</i>	2	0	3	2	2	1	5					
aves	Colibrí	<i>Amazilia rutila</i>	0	1	2	0	1	2	4					
aves	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	6	2	2	1	2	2	6					
aves	Momoto ceja azul	<i>Eumomota superciliosa</i>	0	4	5	6	1	1	5					
aves	Buhito, Monjita	<i>Glaucidium brasilianum</i>	2	0	1	1	2	2	5					
aves	Bolsero	<i>Icterus auratus</i>	1	2	2	1	1	1	6					
aves	Luis pico grueso	<i>Megarynchus pitangua</i>	1	2	2	2	3	2	6					
aves	Carpintero yucateco	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	2	3	0	2	1	2	5					
aves	Cenzonte tropical	<i>Mimus gilvus</i>	0	2	0	2	2	1	4					
aves	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	2	1	1	5	3	3	6					



aves	Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	4	1	0	3	2	2	5
aves	Paloma	<i>Patagioenas flavirostris</i>	2	0	1	2	2	2	5
aves	Pájaro ardilla	<i>Playa cayana</i>	2	0	4	2	2	1	5
aves	Carpintero mexicano	<i>Picoides scalaris</i>	2	1	0	2	2	1	5
aves	Luis bien te veo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	1	0	2	2	1	1	5
aves	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	1	1	2	1	3	5
aves	Trogon cabeza negra	<i>Trogon melanocephalus</i>	0	2	4	5	3	2	5
aves	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	2	0	0	3	1	2	4
		Riqueza acumulada	26	32	33	33	33	33	Sob s 3



Del análisis paramétrico, tomando el valor logarítmica de R2, nos dice que la muestra se estabiliza en 7, sin embargo según Chao, todas las especies están bien representadas, por lo tanto los resultados son válidos.

Modelo logarítmico Habitat 2 cuenca			
M	alfa	beta	Resultado
7	27.631	3.6799	35
8	27.631	3.6799	35
9	27.631	3.6799	36

Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.



Dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, se identificó únicamente a una especie de reptil denominada Iguana gris (*Ctenosaura similis*) en la categoría de amenazada.

Predio

Caracterización de la Vegetación

Tipo de vegetación por afectar

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (escala 1:250000), Serie V, el predio se ubica dentro de una zona de asentamientos humanos.

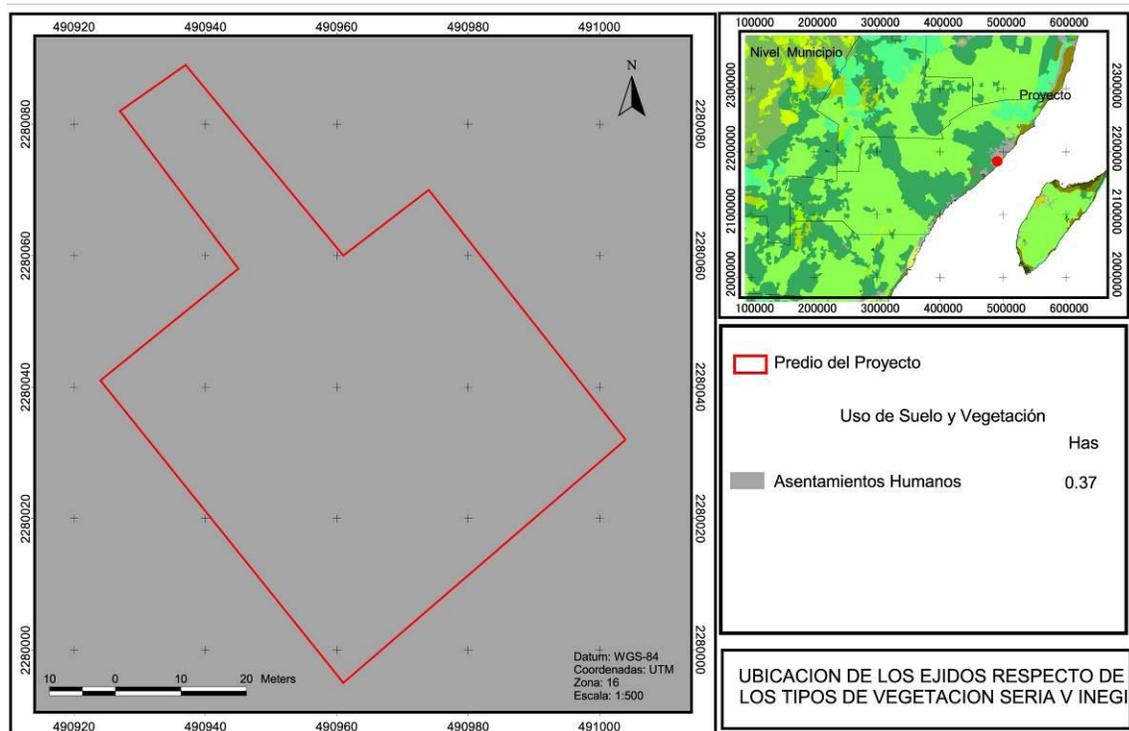


Figura 4.7. Mapa de vegetación conforme al INEGI

Sin embargo en vista de que la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, no representa las condiciones reales del predio actualmente, se procedió a realizar el estudio sobre la composición y estructura de la vegetación que se desarrolla en el predio del proyecto a través de un inventario forestal, concluyendo que en el predio se desarrolla Vegetación de Selva Median Subperennifolia.





Figura 4.8. Mapa de vegetación del predio



Caracterización de la vegetación

Descripción del método de muestreo.

La vegetación se caracterizó aplicando el método de cuadrantes con un sistema aleatorio dirigido sobre las áreas con vegetación sujetas al cambio de uso de suelo

Intensidad de muestreo

En las área cubiertas por vegetación de selva mediana subperennifolia en el predio testigo con una superficie similar al área solicitada para el cambio de uso de suelo, se levantarón 4 sitios rectangulares de 100 m² donde se muestreó el estrato arbóreo de la vegetación, para el estrato arbustivo se levantarón 4 subsitios de 25 m², mientras que para el estrato herbáceo se levantaron 4 subsitios de 25 m², con lo cual se logró obtener intensidades de muestreo del 13.5 %, 1.4 % y 1.4 % respectivamente.

Cuadro. Ubicación de los sitios de muestreo en el predio				
Coordenadas UTM Zona 16, Datum WGS-84				
No. sitio	Vert	X	Y	Tipo de vegetación
1	1	490977.51	2280023.28	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490980.78	2280019.50	
	3	490995.90	2280032.60	
	4	490992.62	2280036.38	
2	1	490958.24	2280000.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490961.52	2279997.01	
	3	490976.63	2280010.11	
	4	490973.36	2280013.88	
3	1	490946.24	2280015.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490949.52	2280012.01	
	3	490964.63	2280025.11	
	4	490961.36	2280025.11	
4	1	490932.24	2280033.79	Vegetación de Selva Mediana Subperennifolia
	2	490935.52	2280030.01	
	3	490950.63	2280043.11	
	4	490947.36	2280046.88	

Para demostrar la confiabilidad del muestreo realizado, se hizo un análisis no paramétrico de Chao (1984),

Habitat 1 (predio)			M 1	M 2	M 3	M 4	Sobres	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes	
Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri	0	1	1	1	3	23	0	18	23	0



Documento Técnico Unificado (DTU) del Trámite de Cambio de Uso de Suelo Forestal, Modalidad B, Particular, Proyecto “Bamoá”

Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	1	0	0	1		2
burceraceae	Chacá	Bursera simaruba	1	1	0	0		2
Palmae	Chit	Thrinax radiata	1	0	1	1		3
Sapindaceae	Crisante mo	Serjania mexicana	0	18	16	0		2
Malvaceae	Guázima	Guazuma ulmifolia	0	0	1	1		2
Salicaceae	Iximche	Casearia corymbosa	0	1	2	0		2
Fabaceae	Jabín	Piscidia piscipula	1	0	1	0		2
Fabaceae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	0	1	1	0		2
Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata	1	0	0	1		2
Leguminosae	Katzin	Acacia gaumeri	0	4	0	1		2
Piperaceae	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	20	20	0	0		2
Euphorbiaceae	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius	1	0	3	0		2
Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria	0	1	3	1		3
Cannabaceae	Muk	Celtis iguaneae	0	1	0	1		2
Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	1	1	1	1		4
Verbenaceae	Oreganillo	Lantana involucrata	0	0	1	3		2
Myrsinaceae	Parathesis	Parathesis cubana	3	0	0	1		2
Apocynaceae	Peechkita m	Randia aculeata	3	0	2	0		2
Leguminosae	Senna	Senna atomeria	1	0	1	0		2
Salicaceae	Volador	Zuelania guidonia	0	0	1	2		2
Lamiaceae	Yaxnic	Vitex guameri	1	7	1	0		3
Sapotaceae	Zapote	Manilkara zapota	1	0	0	1		2
			13	20	23	23		Sob s 3

Ninguna especie hizo falta o que no estuviera debidamente representada, por lo tanto el número de muestras fue suficiente.

Definición de estratos

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

Forma de crecimiento

Alturas

Diámetros

Tallo

Ramificación



Arbóreo	Mínimo de 1.30	5 cm de diámetro normal a la altura del pecho	Leñoso	Presente
Arbustivo	Mínimo de 50 cm	Desde 2 cm hasta menores a 10 cm.	Leñoso	Ramificado desde la base del tallo
Herbáceo	Mínimo 10 cm	Desde 1 cm en la base del tallo	Poco resiste o muy flexible	Presente o ausente

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

Fórmulas utilizadas:

- Índice de diversidad

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

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

Dónde:

H' = diversidad (bits/individuo)

S = número de especies

P_i = proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t)

La equitatividad se calculó con la siguiente fórmula:

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

IV.2.1.3 Análisis de diversidad de la vegetación

Lista de especies incluidas en los muestreos realizados

Del inventario forestal de la vegetación de Selva mediana subperennifolia, resultó que en ella se desarrollan 30 especies distribuidas en 22 familias, que se desarrollan en los tres estratos de vegetación, las cuales se enlistan a continuación;

Cuadro 4.12. Especies muestreadas en la vegetación de selva mediana subperennifolia			
No.	familia	Nombre común	Nombre científico
1	Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri



Cuadro 4.12. Especies muestreadas en la vegetación de selva mediana subperennifolia			
No.	familia	Nombre común	Nombre científico
2	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata
3	Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba
4	Palmae	Chit	Thrinax radiata
5	Sapindaceae	Crisantemo	Serjania mexicana
6	Malvaceae	Guázima	Guazuma ulmifolia
7	Salicaceae	Ix imche	Casearia corymbosa
8	Fabacea	Jabin	Piscidia piscipula
9	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus
10	Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata
11	Leguminosae	Katzin	Acacia gaumeri
12	Piperaceae	Labon aak	Peperomia pereskiifolia
13	Euphorbiaceae	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius
14	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria
15	Ulmaceae	Muk	Celtis iguaneae
16	Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri
17	Verbenaceae	Oreganillo	Lantana involucrata
18	Myrsinaceae	Parathesis	Parathesis cubana
19	Rubiaceae	Peechkitam	Randia aculeata
20	Salicaceae	Senna	Senna atomeria
21	Salicaceae	Volador	Zuelania guidonia
22	Lamiaceae	Yaxnic	Vitex guameri
23	Sapotacea	Zapote	Manilkara zapota

Con base en la lista de especies de flora presentes en el predio se aclara que no se presentan especies epifitas dentro del ecosistema del predio.

Diversidad de especies por hectárea por estrato

Estrato arbóreo

El inventario forestal que se realizó en las áreas de vegetación derivada de Selva Mediana Subperennifolia, arrojó la presencia de 10 especies para el estrato arbóreo, en el siguiente cuadro se presenta la diversidad de las especies encontradas:

Cuadro 4.13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbóreo	Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri	25.0	5
2	Arbóreo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	25.0	5
3	Arbóreo	Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba	25.0	5
4	Arbóreo	Malvaceae	Guázima	Guazuma ulmifolia	25.0	5
5	Arbóreo	Fabacea	Jabín	Piscidia piscipula	25.0	5
6	Arbóreo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	25.0	5
7	Arbóreo	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria	75.0	15
8	Arbóreo	Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	25.0	5



Cuadro 4.13. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbóreo						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
9	Arbóreo	Myrsinaceae	Parathesis	Parathesis cubana	50.0	10
10	Arbóreo	Lamiaceae	Yaxnic	Vitex guameri	200.0	40
				Total	500	100

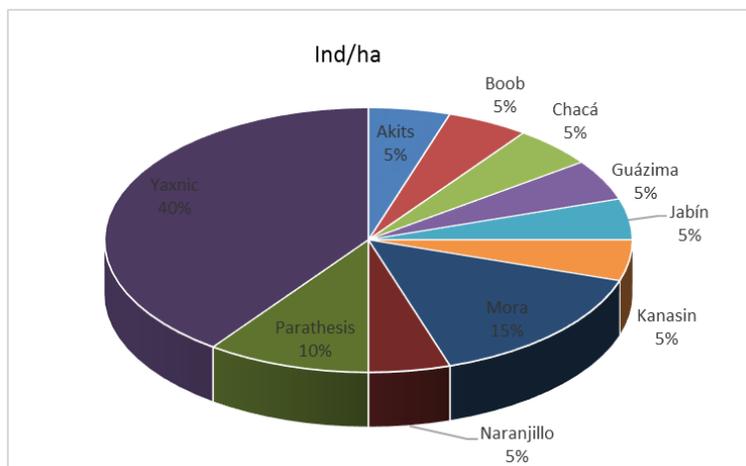


Figura 4.10. Diversidad de especies en el estrato arbóreo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbóreo se encuentra dominado por 1 especie, que representa el 40 % de la población total por hectárea en la zona. En este estrato se presenta un diversidad de 500 ejemplares por hectárea.

Estrato arbustivo

En el estrato arbustivo de la vegetación de selva mediana subperennifolia se observan 12 especies las cuales presentan la siguiente diversidad:

Cuadro 4.14. Diversidad de especies muestreadas en el estrato arbustivo						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Arbustivo	Apocynaceae	Akits	Cascabela gaumeri	50.0	11
2	Arbustivo	Polygonaceae	Boob	Coccoloba spicata	25.0	6
3	Arbustivo	Palmae	Chit	Thrinax radiata	75.0	17
4	Arbustivo	Salicaceae	Ix imche	Casearia corymbosa	25.0	6
5	Arbustivo	Leguminosae	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	25.0	6
6	Arbustivo	Moraceae	Mora	Chlorophora tinctoria	50.0	11
7	Arbustivo	Rutaceae	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	75.0	17
8	Arbustivo	Myrsinaceae	Parathesis	Parathesis cubana	25.0	6
9	Arbustivo	Salicaceae	Senna	Senna atomeria	25.0	6
10	Arbustivo	Salicaceae	Volador	Zuelania guidonia	25.0	6
11	Arbustivo	Lamiaceae	Yaxnic	Vitex gaumeri	25.0	6
12	Arbustivo	Sapotacea	Zapote	Manilkara zapota	25.0	6
				Total	450	100.0



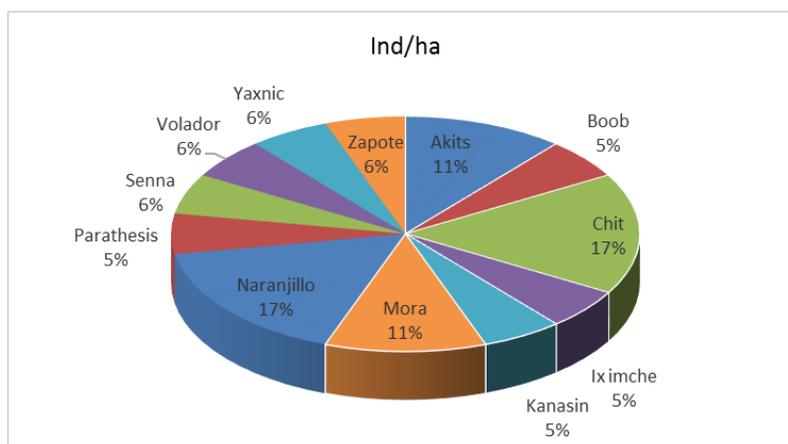


Figura 4.11. Diversidad de especies en el estrato arbustivo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato arbustivo se encuentra dominado por 4 especies que representan el 56 % de la población total, las cuales corresponden a *Esenbeckia berlandieri*, *Thrinax radiata*, *Cascabela gaumeri* y *Chlorophora tinctoria*. En este estrato se presenta un diversidad de 450 ejemplares por hectárea.

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se presentan 16 especies, las cuales en conjunto presentan diversidad de 2600 ejemplares por hectárea, conforme al siguiente cuadro:

No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
1	Herbáceo	Burseraceae	Chacá	Bursera simaruba	25.0	1
2	Herbáceo	Sapindaceae	Crisantemo	Serjania mexicana	850.0	33
3	Herbáceo	Malvaceae	Guázima	Guazuma ulmifolia	25.0	1
4	Herbáceo	Salicaceae	Iximche	Casearia corymbosa	50.0	2
5	Herbáceo	Fabacea	Jabín	Piscidia piscipula	25.0	1
6	Herbáceo	Sapindaceae	Kanchunub	Thouinia paucidentata	25.0	1
7	Herbáceo	Leguminosae	Katzin	Acacia gaumeri	100.0	4
8	Herbáceo	Piperaceae	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	1000.0	38
9	Herbáceo	Euphorbiaceae	Mala mujer	Cnidoscolus aconitifolius	100.0	4
10	Herbáceo	Ulmaceae	Muk	Celtis iguaneae	50.0	2
11	Herbáceo	Verbenaceae	Oreganillo	Lantana involucrata	100.0	4
12	Herbáceo	Myrsinaceae	Parathesis	Parathesis cubana	25.0	1
13	Herbáceo	Rubiaceae	Peechkitam	Randia aculeata	125.0	5
14	Herbáceo	Salicaceae	Senna	Senna atomeria	25.0	1



Cuadro 4.15. Diversidad de especies muestreadas en el estrato herbáceo						
No.	Estrato	familia	Nombre común	Nombre científico	Ind/ha	%
15	Herbáceo	Salicaceae	Volador	Zuelania guidonia	50.0	2
16	Herbáceo	Sapotacea	Zapote	Manilkara zapota	25.0	1
					2600	100

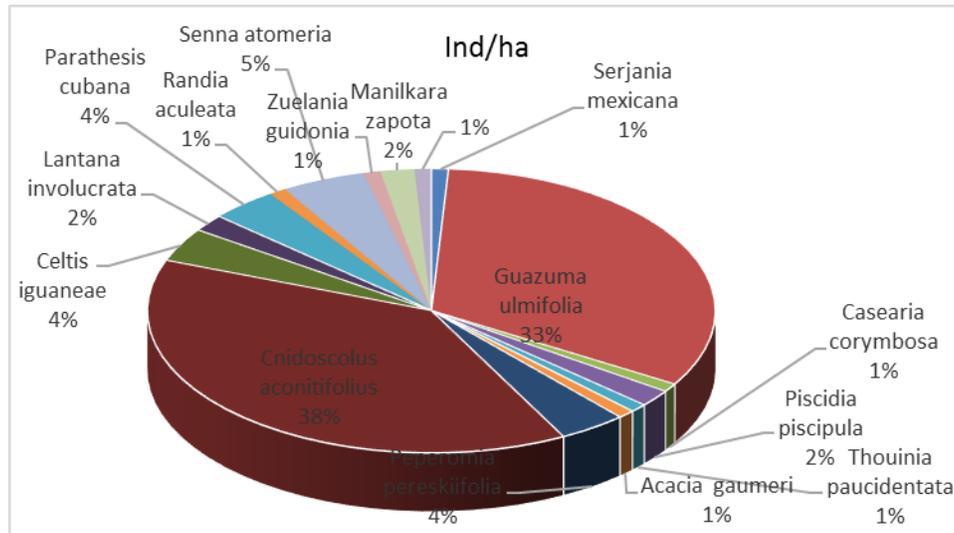


Figura 4.12. Diversidad de especies en el estrato herbáceo.

Los resultados del inventario forestal demuestran que el estrato herbáceo se encuentra dominado por 2 especies que representan el 74 % de todas las especies, dentro de las cuales se encuentran el *Peperomia pereskiifolia* con un 40% y el *Serjania mexicana* con el 34 % de la población.

Índice de diversidad Shannon Wiener

Complementando la información respecto a la riqueza florística del predio con vegetación, se calculó el índice de diversidad utilizando la función de Shannon-Wiener, obteniendo los siguientes resultados para cada estrato de la vegetación de Selva mediana subperennifolia:

Estrato arbóreo

El índice de diversidad para el estrato arbóreo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.930, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.303, lo cual nos da un índice de equidad de 0.838, esto indica que las 10 especies de flora arbórea reportadas, presenta cada una el 84 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato no se identificó especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Cuadro 4.16. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbóreo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbóreo	Akits	Cascabela gaumeri		1	0.050	-2.996	0.150
2	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata		1	0.050	-2.996	0.150
3	Arbóreo	Chacá	Bursera simaruba		1	0.050	-2.996	0.150
4	Arbóreo	Guázima	Guazuma ulmifolia		1	0.050	-2.996	0.150
5	Arbóreo	Jabín	Piscidia piscipula		1	0.050	-2.996	0.150
6	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		1	0.050	-2.996	0.150
7	Arbóreo	Mora	Chlorophora tinctoria		3	0.150	-1.897	0.285
8	Arbóreo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri		1	0.050	-2.996	0.150
9	Arbóreo	Parathesis	Parathesis cubana		2	0.100	-2.303	0.230
10	Arbóreo	Yaxnic	Vitex guameri		8	0.400	-0.916	0.367
					20	1.000		1.930

Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	1.930
H max =	2.303
Equidad (J) =	0.838
H max - H' =	0.373

Estrato arbustivo

El índice de diversidad para el estrato arbustivo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.370 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.485, lo cual nos da un índice de equidad de 0.954 esto indica que las 12 especies de flora arbustiva reportadas, presentan cada una el 95 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a la especie de Palma Chit (*Thrinax radiata*) que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazada.

Cuadro 4.17. Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Arbustivo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Arbustivo	Akits	Cascabela gaumeri		2	0.111	-2.197	0.244
2	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata		1	0.056	-2.890	0.161
3	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	A	3	0.167	-1.792	0.299
4	Arbustivo	Ix imche	Casearia corymbosa		1	0.056	-2.890	0.161
5	Arbustivo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		1	0.056	-2.890	0.161
6	Arbustivo	Mora	Chlorophora tinctoria		2	0.111	-2.197	0.244
7	Arbustivo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri		3	0.167	-1.792	0.299
8	Arbustivo	Parathesis	Parathesis cubana		1	0.056	-2.890	0.161
9	Arbustivo	Senna	Senna atomaria		1	0.056	-2.890	0.161
10	Arbustivo	Volador	Zuelania guidonia		1	0.056	-2.890	0.161
11	Arbustivo	Yaxnic	Vitex guameri		1	0.056	-2.890	0.161
12	Arbustivo	Zapote	Manilkara zapota		1	0.056	-2.890	0.161
					18	1.000		2.370



Riqueza (S) =	12
H' Calculada =	2.370
H max =	2.485
Equidad (J) =	0.954
H max - H' =	0.115

Estrato herbáceo

El índice de diversidad para el estrato herbáceo de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.795 mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.733, lo cual nos da un índice de equidad de 0.648, esto indica que las 16 especies de flora herbáceas reportadas, presentan cada una el 65 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio. En este estrato se identificó a la Palma Chit (*Thrinax radiata*) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de amenazadas.

Cuadro 4.18 Índice de Diversidad Shannon- Wiener Estrato Herbáceo								
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Herbáceo	Chacá	Bursera simaruba		1	0.010	-4.644	0.045
2	Herbáceo	Crisantemo	Serjania mexicana		34	0.327	-1.118	0.366
3	Herbáceo	Guázima	Guazuma ulmifolia		1	0.010	-4.644	0.045
4	Herbáceo	Ix imche	Casearia corymbosa		2	0.019	-3.951	0.076
5	Herbáceo	Jabín	Piscidia piscipula		1	0.010	-4.644	0.045
6	Herbáceo	Kanchunub	Thouinia paucidentata		1	0.010	-4.644	0.045
7	Herbáceo	Katzin	Acacia gaumeri		4	0.038	-3.258	0.125
8	Herbáceo	Labon aak	Peperomia pereskiifolia		40	0.385	-0.956	0.368
9	Herbáceo	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius		4	0.038	-3.258	0.125
10	Herbáceo	Muk	Celtis iguaneae		2	0.019	-3.951	0.076
11	Herbáceo	Oreganillo	Lantana involucrata		4	0.038	-3.258	0.125
12	Herbáceo	Parathesis	Parathesis cubana		1	0.010	-4.644	0.045
13	Herbáceo	Peechkitam	Randia aculeata		5	0.048	-3.035	0.146
14	Herbáceo	Senna	Senna atomaria		1	0.010	-4.644	0.045
15	Herbáceo	Volador	Zuelania guidonia		2	0.019	-3.951	0.076
16	Herbáceo	Zapote	Manilkara zapota		1	0.010	-4.644	0.045
					104	1.000		1.795

Riqueza (S) =	16
H' Calculada =	1.795
H max =	2.773
Equidad (J) =	0.648
H max - H' =	0.977

Índice de Valor de Importancia



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

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

Estrato arbóreo

La estructura horizontal del estrato arbóreo de vegetación de Selva mediana subperennifolia, está compuesto por 10 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Vitex guameri* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 100.869, seguida del *Chlorophora tinctoria* con un IVI de 48.176, estas especies son las más importantes debido a que son las más abundantes en el área sujeta al cambio de uso de suelo.

Cuadro 4.19. Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akits	Cascabela gaumeri	5.000	8.333	2.760	16.093
2	Boob	Coccoloba spicata	5.000	8.333	4.477	17.810
3	Chacá	Bursera simaruba	5.000	8.333	8.774	22.108
4	Guázima	Guazuma ulmifolia	5.000	8.333	2.972	16.305
5	Jabín	Piscidia piscipula	5.000	8.333	3.838	17.171
6	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	5.000	8.333	2.556	15.889
7	Mora	Chlorophora tinctoria	15.000	16.667	16.510	48.176
8	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	5.000	8.333	3.026	16.360
9	Parathesis	Parathesis cubana	10.000	8.333	10.885	29.218
10	Yaxnic	Vitex guameri	40.000	16.667	44.202	100.869
			100.000	100.000	100.000	300.000



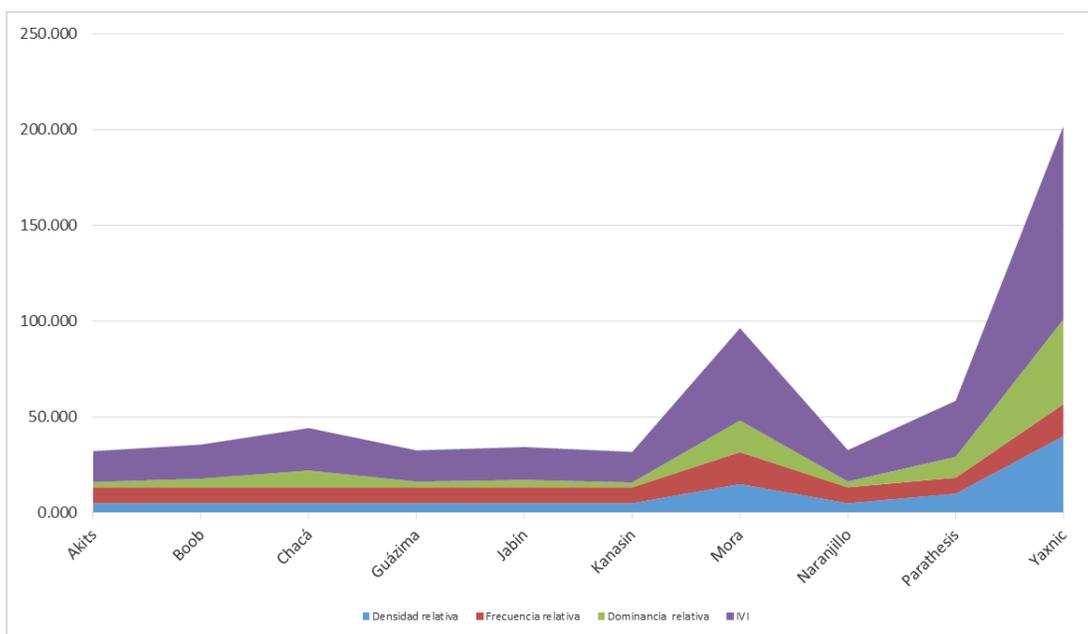


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato arbóreo

Estrato arbustivo

La estructura horizontal del estrato arbustivo de la vegetación de selva mediana subperennifolia, está compuesto por 12 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Thrinax radiata* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 50.495, seguida por la *Esenbeckia berlandieri* con un IVI de 46.205 y el Cascabela gaumeri con un IVI de 40.869.

Cuadro 4.20. Índice de Valor de Importancia del estrato arbustivo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Akits	Cascabela gaumeri	11.111	11.111	18.647	40.869
2	Boob	Coccoloba spicata	5.556	5.556	8.086	19.197
3	Chit	Thrinax radiata	16.667	16.667	17.162	50.495
4	Ix imche	Casearia corymbosa	5.556	5.556	2.640	13.751
5	Kanasin	Lonchocarpus rugosus	5.556	5.556	0.660	11.771
6	Mora	Chlorophora tinctoria	11.111	11.111	3.300	25.523
7	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	16.667	16.667	12.871	46.205
8	Parathesis	Parathesis cubana	5.556	5.556	1.485	12.596
9	Senna	Senna atomeria	5.556	5.556	16.502	27.613
10	Volador	Zuelania guidonia	5.556	5.556	0.660	11.771
11	Yaxnic	Vitex gaumeri	5.556	5.556	16.502	27.613
12	Zapote	Manilkara zapota	5.556	5.556	1.485	12.596
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000



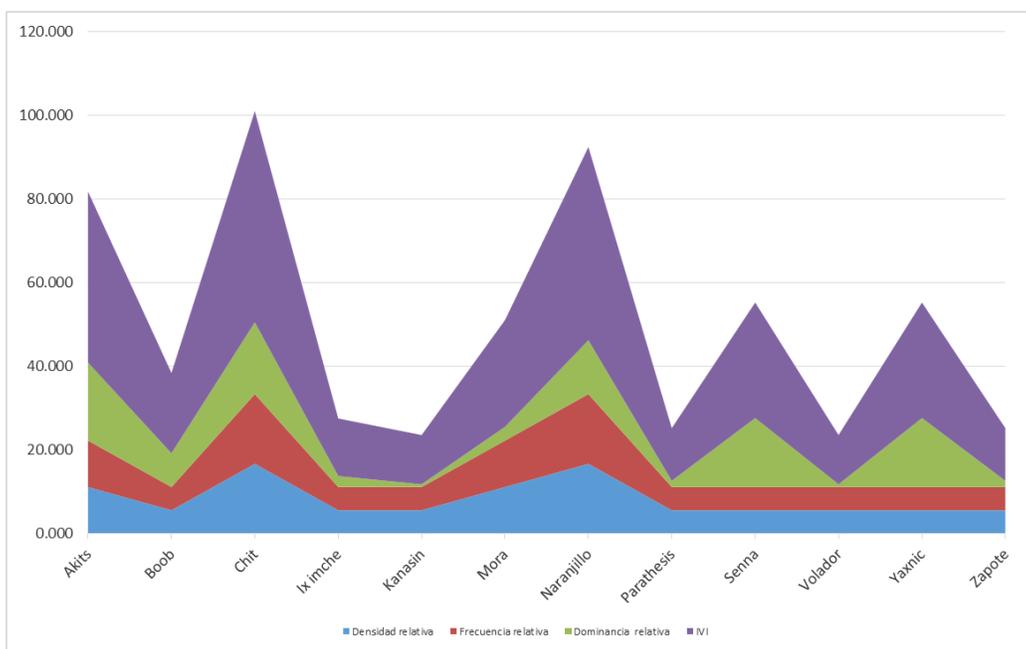


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato arbustivo

Estrato herbáceo

La estructura horizontal del estrato herbáceo de la vegetación de Selva mediana subperennifolia, está compuesto por 16 especies, que de acuerdo al Índice de Valor de Importancia, *Peperomia pereskiifolia* resulta ser la de mayor importancia en cuanto a su ocupación espacial con un IVI de 86.014, seguida de la *Thrinax radiata* con un IVI de 74.476.

Cuadro 4.21. Índice de Valor de Importancia del estrato herbáceo						
No.	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Chacá	Bursera simaruba	0.962	4.545	0.962	6.469
2	Crisantemo	Serjania mexicana	32.692	9.091	32.692	74.476
3	Guázima	Guazuma ulmifolia	0.962	4.545	0.962	6.469
4	Ix imche	Casearia corymbosa	1.923	4.545	1.923	8.392
5	Jabín	Piscidia piscipula	0.962	4.545	0.962	6.469
6	Kanchunub	Thouinia paucidentata	0.962	4.545	0.962	6.469
7	Katzin	Acacia gaumeri	3.846	4.545	3.846	12.238
8	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	38.462	9.091	38.462	86.014
9	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius	3.846	9.091	3.846	16.783
10	Muk	Celtis iguaneae	1.923	9.091	1.923	12.937
11	Oreganillo	Lantana involucrata	3.846	9.091	3.846	16.783
12	Parathesis	Parathesis cubana	0.962	4.545	0.962	6.469
13	Peechkitam	Randia aculeata	4.808	9.091	4.808	18.706



14	Senna	Senna atomeria	0.962	4.545	0.962	6.469
15	Volador	Zuelania guidonia	1.923	4.545	1.923	8.392
16	Zapote	Manilkara zapota	0.962	4.545	0.962	6.469
			100.0000	100.0000	100.0000	300.0000

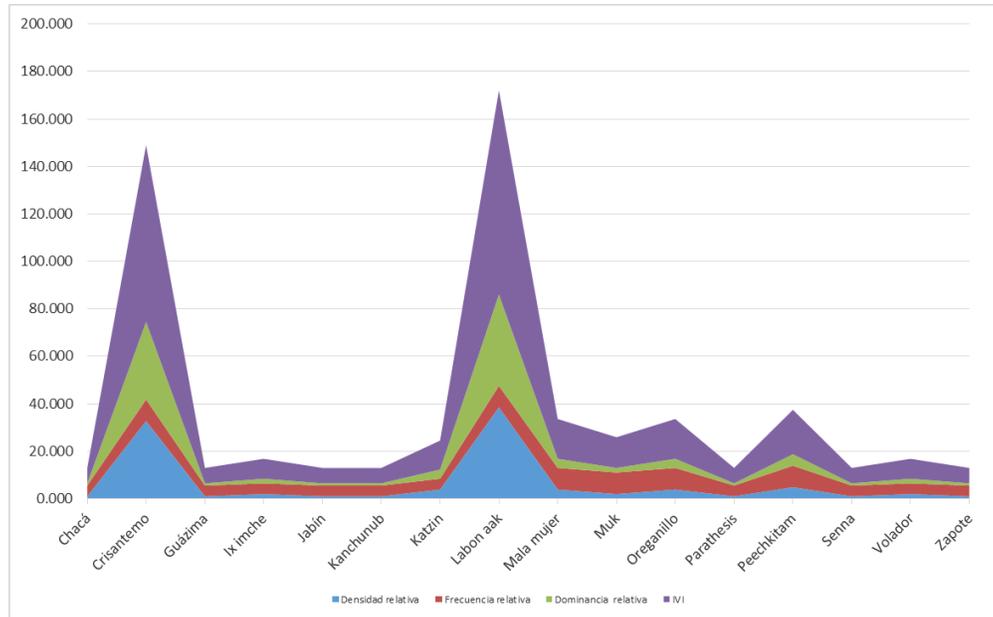


Figura. Índice de valor de importancia por especie en estrato herbáceo.

Especies vegetales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

En la vegetación del predio sujeta al cambio de uso de suelo, se encontró tres especies que se encuentran dentro de la Norma Oficial Mexicana, en la categoría de amenazadas están la Palma de Chit (*Thrinax radiata*).

Caracterización de la fauna

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



El índice de Shannon-Wiener se calculó con los datos directos recabados por cada grupo faunístico, los resultados obtenidos se pueden apreciar en los siguientes cuadros:

índices predio

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	anfibio	Rana verrugosa	Trachycephalus venulosus		7	0.58333333	-0.5389965	0.31441463
2	anfibio	Sapo	Incilius valliceps		5	0.41666667	-0.87546874	0.36477864
					12	100		0.67919327
		Riqueza (S) =	2					
		H' Calculada =	0.679193266					
		H max =	0.693147181					
		Equidad (J) =	0.979868757					
		H max - H' =	0.013953915					

El índice de diversidad para el grupo de anfibio, de acuerdo con el método de Shannon Wiener la diversidad observada fue calculado en 0.679, mientras que la diversidad máxima esperada que puede presentar esta comunidad es de 0.693, lo anterior es claro que la diversidad observada está por arriba de lo que uno pudiera esperar. El índice de equidad es de 0.979.

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	aves	Tirano tropical	Tyrannus melancholicus		4	0.33333333	-1.09861229	-0.3662041
2	aves	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus		4	0.33333333	-1.09861229	-0.3662041
3	aves	Cenzonte tropical	Mimus gilvus		5	0.41666667	-0.87546874	0.36477864
4	aves	Zanate mexicano	Quiscalus mexicanus		8	0.66666667	-0.40546511	0.27031007



5	aves	Bolsero	Icterus auratus		5	0.41666667	0.87546874	0.36477864
					26	100		1.73227555
		Riqueza (S) =	5					
		H' Calculada =	1.71264504					
		H max =	1.609437912					
		Equidad (J) =	1.076323313					
		H max - H' =	-0.103207127					

En cuanto al grupo de aves, el índice de diversidad observado de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.732 mientras que la diversidad máxima esperada que pudiera presentarse en la comunidad es de 1.609, lo cual nos da un índice de equidad de 1.07.

Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	mamíferos	Sereque	Dasyprocta punctata		5	0.41666667	0.87546874	0.36477864
2	mamíferos	Ardilla yucateca	Sciurus yucatanensis		5	0.41666667	0.87546874	0.36477864
3	mamíferos	Coatí	Nasua narica		4	0.33333333	1.09861229	-0.3662041
4	mamíferos	Tlacoache	Didelphis virginiana		4	0.33333333	1.09861229	-0.3662041
					18	100		1.46196547
		Riqueza (S) =	4					
		H' Calculada =	1.71264504					
		H max =	1.386294361					
		Equidad (J) =	1.054585169					
		H max - H' =	-0.326350679					

En cuanto al grupo de mamíferos, el índice de diversidad observada de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.461, mientras que la diversidad máxima esperada que pudiera observarse en una comunidad es de 1.3862, lo cual nos da un índice de equidad de 1.05.

Cuadro 3.9. Abundancia relativa e Índice de diversidad Shannon- Wiener grupo faunístico								
No.	Grupo	Nombre común	Especies	Estatus	Total absoluto	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	reptiles	Toloque	Basiliscus vittatus		4	0.33333333	1.09861229	-0.3662041
2	reptiles	Chipojo	A. sagrei		7	0.58333333	-0.5389965	0.31441463
3	reptiles	Cuija besucona	Hemidactylus frenatus		6	0.5	0.69314718	0.34657359
					17	100		1.02719231
		Riqueza (S) =	3					



	H' Calculada =	1.71264504				
	H max =	1.098612289				
	Equidad (J) =	0.934990736				
	H max - H' =	-0.614032751				

Finalmente para el grupo de los reptiles, el índice de diversidad observada de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.027, mientras que la diversidad máxima que puede ser observada en la comunidad es de 1.098, lo cual nos da un índice de equidad de 0.934.

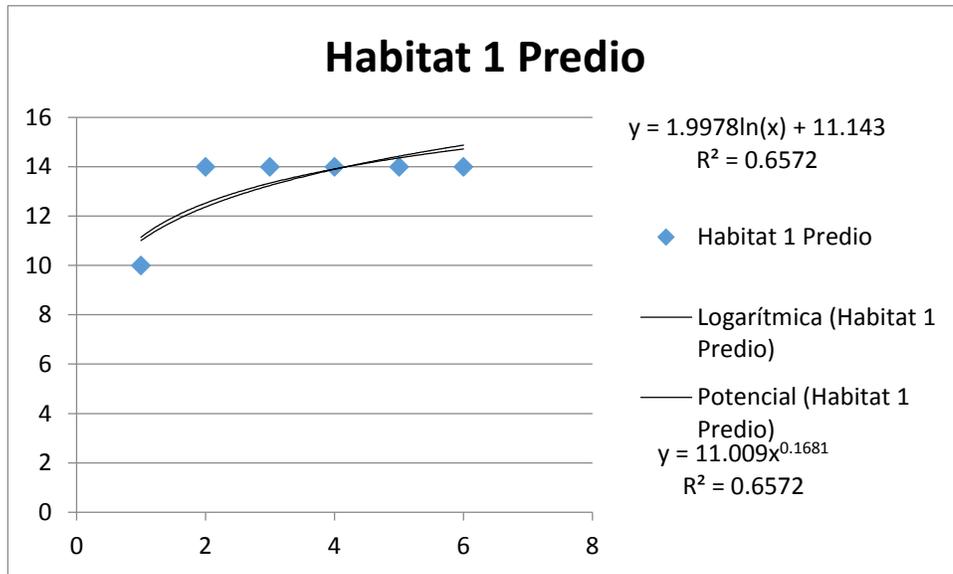
De tal manera que tenemos una riqueza acumulada de 14 especies de acuerdo al muestreo y al final nos indica que no hay ninguna especie faltante.

Análisis

Habitat 1 (predio)			M1	M2	M3	M4	M5	M6
grupo								
anfibio	Rana verrugosa	<i>Trachycephalus venulosus</i>	2	1	0	2	1	1
anfibio	Sapo	<i>Incilius valliceps</i>	0	2	0	2	0	1
aves	Tirano tropical	<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	0	0	1	2	0
aves	Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	1	0	1	0	1	1
aves	Cenzonte tropical	<i>Mimus gilvus</i>	1	0	0	1	2	1
aves	Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	2	1	1	0	4	0
aves	Bolsero	<i>Icterus auratus</i>	1	0	1	0	3	0
mamíferos	Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	0	1	0	2	2	0
mamíferos	Ardilla yucateca	<i>Sciurus yucatanensis</i>	1	2	0	0	0	2
mamíferos	Coatí	<i>Nasua narica</i>	0	1	0	2	1	0
mamíferos	Tlacoache	<i>Didelphis virginiana</i>	1	0	2	0	0	1
reptiles	Toloque	<i>Basiliscus vittatus</i>	1	0	0	1	2	0
reptiles	Chipojo	<i>A. sagrei</i>	3	0	1	1	1	1
reptiles	Cuija besucona	<i>Hemidactulus frenatus</i>	0	1	0	0	3	2
		Riqueza acumulada	10	14	14	14	14	14

Curva de acumulación de especies





Gráfica 1. Curva de acumulación de especies

En la gráfica anterior se observa que R^2 es igual en ambas proyecciones, sin embargo se tomaran los datos de la curva potencial, de tal manera que en la siguiente tabla de predicción resulta que a la muestra 8 se estabiliza en 16 especies.

Modelo potencial Habitat 1 predio			
M	alfa	beta	Resultado
7	11.009	0.1681	15
8	11.009	0.1681	16
9	11.009	0.1681	16
10	11.009	0.1681	16
11	11.009	0.1681	16

Sin embargo en el método no paramétrico de Chao, nos indica que al no haber dobles ni singletes, todas las especies fueron muestreadas, por lo que la confiabilidad del número de muestras realizadas es más que aceptable.

Especies animales en la NOM 059-SEMARNAT-2010.

No se registró ninguna especie dentro de esta NOM.



IV.2.2.3 Medio socioeconómico

De acuerdo con la tabla siguiente, el estado de Quintana Roo cuenta con una población total de **1.325,578 habitantes**, del cual el 18.44 % pertenece al municipio de Solidaridad (INEGI)²².

Instituto Nacional de Estadística y Geografía

Banco de Indicadores

Fecha de consulta: 21/04/2017 15:50:36

Población total

Periodo	Número de personas
1995	202,046
2000	208,164
2005	219,763
2010	244,553

Fuente: INEGI, censo de población y vivienda 2000, 2005 y 2010.

En cuanto a las actividades económicas que se desarrollan en el estado, el turismo es la actividad más importante generando el 11.3% en el PIB turístico nacional, es la entidad que participa con más de la tercera parte de las divisas que por concepto de turismo ingresan al país. El 81% de los turistas son extranjeros. El principal medio de transporte de los turistas es la vía aérea, en vuelos fletados con destino a Cancún y Cozumel, también es importante el arribo de cruceros turísticos internacionales

²² <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=23> recuperado el 16 de febrero de 2017.



que llegan a Cozumel, Playa del Carmen y Cancún y por último la vía terrestre que utilizan los visitantes de Belice que llegan a Chetumal.

La actividad turística en el Estado tiene su auge con la construcción en la década de los 70's de Cancún, el primer centro turístico planeado del País. Con el éxito alcanzado por Cancún a nivel mundial, se desarrollaron otros centros turísticos como Cozumel, Isla Mujeres, Playa del Carmen y el tramo costero de Cancún a Tulum, conocido como la Riviera Maya. En el sur del Estado se encuentra en etapa de desarrollo turístico el litoral caribeño, conocido como la Costa Maya.

La importancia turística del Estado se sustenta en una serie de recursos naturales y atractivos que lo distinguen a nivel nacional y mundial. En primer lugar, se cuenta con un litoral con playas con una textura y color de la arena excepcional; un mar cristalino y colorido, de temperatura agradable todo el año y con pocos peligros de fauna marina; el clima es cálido durante casi todo el año, con invierno poco severo y brisa marina; se cuenta con una barrera arrecifal de coral con extraordinarios paisajes submarinos en gran parte de su litoral y existen vestigios importantes de la civilización maya y de la época colonial.

Comercio

Participa con el 0.62 % del PIB comercial nacional. En 1993 el Censo Comercial señala 9,852 establecimientos comerciales, en su mayoría pequeños comercios localizados en los municipios de Benito Juárez, Othón P. Blanco y Cozumel. En estos municipios también se localizan las tiendas departamentales del Estado y un comercio de artículos con bajos impuestos de importación.

Para el abasto de la población existen en todos los municipios 27 mercados públicos, 9 rastros incluyendo un rastro TIF en Chetumal, una Central de Abastos en Cancún y 7 Centros receptores de productos básicos.

Agricultura

Dentro del PIB Estatal del sector primario, la agricultura es la actividad más importante y participa con el 0.19 % del PIB de la agricultura nacional. Los principales cultivos por su valor de producción son la caña de azúcar, el chile jalapeño, el maíz, la naranja dulce, arroz, sandía, hortalizas y frutales varios. La superficie sembrada es de aproximadamente 120 mil Ha. de las cuales el 97 % es de temporal.

Las principales áreas agrícolas se localizan en el sur del Estado, donde se siembra principalmente caña de azúcar, chile jalapeño y arroz; en el Municipio de José María Morelos, en el centro del Estado se tienen áreas mecanizadas y con riego donde se siembra principalmente sandía, frutales y hortalizas. El cultivo de maíz y frijol está generalizado en toda la superficie estatal, pero en su mayor parte los rendimientos son muy bajos debido al tipo de suelo que no permite la mecanización y la falta de



infraestructura de riego, limitando la producción a nivel de autoconsumo en su mayor parte.

Ganadería

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el tercer lugar en importancia y participa con el 0.32 % del PIB ganadero nacional. Existe un potencial de 460 mil Ha. aptas para la cría de ganado bovino que no es utilizado. Las principales especies explotadas son el ganado bovino con aproximadamente 110 mil cabezas, el ganado porcino con 150 mil cabezas y las abejas con aproximadamente 107 mil colmenas.

A nivel familiar se crían borregos, cerdos y aves de corral. Las principales áreas ganaderas se localizan en el municipio de Othón P. Blanco, al sur de la entidad, y en el municipio de Lázaro Cárdenas en el norte, además de la actividad pecuaria y sobre todo apícola que se desarrolla en el centro del Estado. Para el aprovechamiento del hato ganadero existe en Chetumal un rastro TIF.

Silvicultura

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el segundo lugar en importancia y aporta el 2.23 % del PIB silvícola nacional. Durante mucho tiempo la economía estatal se sustentó en la explotación de maderas preciosas como el cedro y la caoba y la explotación de la resina del chicozapote para la fabricación de chicle.

La explotación sin control provocó serios problemas de deforestación, por lo cual se instituyó un programa para regular la explotación de maderas preciosas y promover el aprovechamiento de otras especies comunes tropicales y apoyar los programas de reforestación. El volumen de la producción forestal actual es de aproximadamente 50 mil m³ en rollo de los cuales el 20 % son de maderas preciosas, la producción anual de chicle es alrededor de 300 toneladas. La principal producción forestal se realiza en los municipios de Felipe Carrillo Puerto, Othón P. Blanco, Lázaro Cárdenas y José María Morelos.

Pesca

Por su participación en el PIB estatal del sector primario ocupa el último lugar en importancia y significa el 1.32 % del PIB pesquero nacional. Con 860 Km. de litoral y 264 mil Ha. de bahías, esteros y lagunas propicias para la acuicultura, la entidad no aprovecha el gran potencial pesquero, debido principalmente a que los pescadores prefieren la captura de especies como la langosta, el camarón y el caracol que tienen un buen precio en el mercado, dejando sin capturar la gran variedad de especies de escama disponibles.

El volumen de captura es de aproximadamente 4 mil toneladas anuales. La pesca es realizada en su mayoría en pequeñas embarcaciones, que no se alejan mucho de las costas. Existen 16 congeladoras para la conservación de la captura antes de su venta, ya que no se cuenta con procesadoras industriales²³.

²³ <http://quintanaroo.webnode.es/economia/>



IV.2.2.4 Paisaje

El complejo de condominios de Playacar, es un sitio destinado al turismo nacional e internacional en donde se pueden encontrar tanto hoteles como residencias rodeando a un campo de golf y colindantes con la playa y en la que se pueden realizar actividades atractivas para el turismo por lo que es reconocido este destino. Cuenta con un aviario llamado Xaman Há, además de tiendas de artesanías, tiendas comerciales y un centro arqueológico. Playacar es un terreno con una superficie de 349.35 hectáreas. Colindante con el centro eco-turístico de Xcaret al suroeste y establecido al sur de la ciudad de Playa del Carmen. Ofrece una amplia gama de servicios en un entorno natural.

IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

Los bienes y servicios indispensables para la vida humana son proporcionados tanto por los bosques, las selvas y la vegetación de zonas áridas. Entre dichos bienes que se pueden mencionar están la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales, la resina, los hongos, la leña, el carbón y los animales de caza; los ecosistemas forestales no sólo son fuente de materias primas, brindan también una serie de servicios ambientales de vital importancia para el sostén de las poblaciones urbanas y rurales y están ligados a la regulación de procesos naturales.

En general ¿qué son los servicios ambientales que brindan los bosques, selvas y zonas áridas? La **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable Artículo 7, fracción XXXVII dice:** Son los servicios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, presentando beneficios tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad, captura de carbono, regulación del ciclo de nutrientes en el suelo, captura de contaminantes y componentes naturales, generación de oxígeno, amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática, protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida; protección de suelos, paisaje y la recreación, entre otros.

Los servicios ambientales que se presentan a nivel de predio y nivel de cuenca son los siguientes.



	Tabla. Servicios ambientales en el predio y cuenca	Predio	Cuenca	Dejará de proporcionar el servicio por el cambio de uso de suelo.
A	Provisión del agua en calidad y cantidad	X	X	NO
B	Captura de carbono, contaminantes	X	X	NO
C	Generación de oxígeno	X	X	NO
D	Amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales	X	X	NO
E	Modulación o regulación climática	X	X	NO
F	Protección de la biodiversidad	X	X	NO
G	Protección recuperación de suelo	X	X	NO
H	Cambio en el Paisaje	X	X	NO

IV.3.1. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de predio

Los servicios ambientales que brinda el predio de manera natural que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de Uso de Suelo se describen a continuación.

a) Provisión del agua en calidad y cantidad.

En cantidad:

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).

Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$C_e = K (P-250)/200 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

C_e= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente



USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,11	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al predio le correspondería como valor de K: 0.16, ya que el suelo del terreno es medianamente permeable y está cubierto en más del 75 % por vegetación forestal y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = 0.16 * (1300-250)/2000 + (0.16-0.15)/1.5$$

Ce= 0.09

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).



En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla. Cálculo de escurrimiento anual por tipo de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso de suelo	Superficie (m ²)	Tipo de Suelo	Factor K	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
Superficies impermeables del predio	Vegetación de selva mediana subperennifolia	3,089.220	B	0.16	0.09	364.12	83.0
Superficie permeables del predio	Vegetación de selva mediana subperennifolia	630.880	B	0.16	0.09	74.36	17.0
Total		3,720.100				438.48	100.00

Para la zona impermeable de CUSTF:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 3,089.220 \text{ m}^2 * 0.09$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = \mathbf{364.12 \text{ m}^3}$$

Para la zona permeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 630.880 \text{ m}^2 * 0.09$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = \mathbf{74.36 \text{ m}^3}$$

Las superficie que abarca todo el proyecto del terreno corresponde a 0.309 ha, en los cuales de acuerdo a la tabla anterior se dejarían de aprovechar un volumen de 364.12 m³ anuales que corresponde al 83 % de todo el volumen de agua captado en el predio por el hecho del sellamiento de la superficies. Por lo tanto este servicio no dejará de presentarse en el predio si no que únicamente será reducido manteniendo una captación del 17% de forma natural, sin embargo en compensación a esta disminución se instala un sistema de captación de agua pluvial sobre los techos de las edificaciones conectado a un pozo de absorción, con lo cual se permitirá incrementar la captación del predio después de la instalación del proyecto, logrando que este servicio se mantenga presente en el ecosistema.

En calidad:



En el estado de Quintana Roo se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentar por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

- Se proporcionaran suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 1 por cada 20 trabajadores mínimo, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.
- El manejo y disposición final de las aguas residuales correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.
- Se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

b) Captura de carbono y mitigación de los gases de invernadero. (Reducción, absorción, fijación y almacenamiento de dióxido de carbono)

Los bosques y selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de los procesos fotosintéticos de respiración y de degradación de materia seca. El saldo



es una captura neta positiva cuyo monto depende del manejo que se le dé a la cobertura vegetal, así como de la edad, distribución de tamaños, estructura y composición de ésta. Este servicio ambiental que prevén los bosques o selvas como secuestradores de carbono (sumideros) permite equilibrar la concentración de este elemento, misma que se incrementa debido a las emisiones producto de la actividad humana (Torres y Guevara, 2002).

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, se utilizó el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil ya que dependiendo del tipo de suelo se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m³), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = V_r \times F_d \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V_r= Volumen real en m³

F_d= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:



- Cálculo del volumen total en metros cúbicos
- Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)
- Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)
- Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla. Cálculo de Carbono capturado						
Uso	Clasificación	Volumen Total Árbol (m ³)	Factor de densidad	Factor CO ²	Captura de CO ² (t)	%
Superficie sujeta al Cambio de uso de suelo	Especies latifoliadas	11.81	0.6	0.45	3.19	83.0
Superficie del predio que será conservada con vegetación	Especies latifoliadas	2.41	0.6	0.45	0.65	17.0
Total		14.22			3.84	100.00

Debido a que se cuenta con poca información para estimar la captura de carbono por año, el resultado total (3.19 t.), es la cantidad de carbono que se ha almacenado en la vegetación arbórea que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo, lo cual representa el 83 % de la cantidad de carbono almacenado en toda la superficie del predio que cuenta con vegetación.

En compensación a esta situación, el proyecto contemplará el rescate y reubicación de vegetación con una intensidad del 50% de la densidad total de ejemplares registrados en el inventario forestal, además se realizará la reforestación de las áreas nativas y verdes, por lo cual estas acciones mitigaran la afectación de este servicio ambiental, permitiendo que se continúe ofreciendo naturalmente dentro del ecosistema.

Por lo tanto se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido por consecuencia del cambio de uso de suelo.

c) Generación de oxígeno

Para estimar la no afectación de este servicio ambiental se presentará a continuación el cálculo de la producción de oxígeno de follaje de los arboles quedando de la siguiente manera:



Un metro cuadrado de hojas produce bajo iluminación solar, 3 litros de oxígeno por hora²⁴. Aplicando la Ley de Gases Ideales se puede calcular la masa de esos tres litros de oxígeno, suponiendo una temperatura de 24 °C²⁵ = 297 °K y la presión de 1 atmosfera.

$$pV = nRT = \frac{a(g)}{M} RT \quad a(g) = \frac{pVM}{RT}$$

R= constante de los gases
n = número de moles del gas
T= temperatura en grados Kelvin.

$$a(g) = \frac{1 \text{ atm} \times 3 \text{ l} \times 32 \text{ g mol}^{-1}}{0.0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{l}}{\text{mol K}} \cdot 297 \text{ K}} = 3.93 \text{ g}$$

Es decir, 1m² de hojas sanas produce 3.93 gramos de oxígeno por hora. El número medio de horas de luz en el estado de Quintana Roo es de 10, por lo que el número total de horas al año con luz será de 3650 horas de luz/año. Entonces 1m² de hojas sanas produce 14,344.5 gramos de oxígeno al año. Si un árbol tiene en promedio 20 m² de hojas sanas produciría al año 286,890.0 gramos de oxígeno al año (286.89 kilogramos de oxígeno al año).

La generación de oxígeno en el área de vegetación del estrato arbóreo, considerando una densidad de árboles por hectárea de 500 ind/has, y tomando en cuenta que un árbol genera 286.89 kg O/año, obtenemos que en esta zona del proyecto la productividad de oxígeno es de 143,445.0 kg O /ha en un año, por lo cual se determina que el predio de 0.372 has en su totalidad genera 53,363.0 kg O en un año.

Ahora bien debido a que el proyecto dejara sin vegetación una superficie de 0.309 has, solo se reducirá este servicio en un 83 %, por lo cual el predio podrá seguir generando 9071.7 kg/O en un año. Sin embargo se debe considerar que se ejecutara un Programa de Rescate y reubicación de vegetación dentro del predio que permitirá mitigar la afectación de este servicio ya que todos los arboles rescatados seguirán realizando la generación de oxígeno.

²⁴ González-Velasco, J. 2009. Energías Renovables. Editorial Reverté. Madrid España. 656 p

²⁵ INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos



Por lo tanto se aplicarán las mismas estrategias que en la captura de carbono y con lo cual se concluye que este servicio no será eliminado solo disminuido sin que se ponga en riesgo la existencia del mismo por el cambio de uso de suelo.

d) Amortiguamiento a los impactos de fenómenos naturales

Durante el verano en el Caribe y el Golfo de México se generan fenómenos ocasionados por inestabilidades de baja presión lo que da lugar a la formación de tormentas tropicales. Estas dependiendo de la energía acumulada pueden evolucionar para formar un ciclón o un huracán.

Además de que Quintana Roo es el estado de la República Mexicana con mayor incidencia de huracanes. La temporada de estos fenómenos meteorológicos abarca de junio a noviembre y ocasionalmente pueden presentarse fuera de temporada.

De acuerdo con los registros, septiembre es el mes en que se manifiesta la mayor actividad de este tipo de fenómenos. Así entre los meses de agosto a octubre se origina el 80% de los huracanes de la temporada y en septiembre tiene lugar el 40% de los que alcanzan las categorías mayores y con efecto más destructivo (Morales, 1993). La intensidad de los vientos durante un huracán varía según las condiciones climáticas que se presenten y van de los 120 a los 300 km/h con ráfagas incluso superiores a ésta última.

En lo particular para el Estado existe la posibilidad de que estos fenómenos climáticos generados principalmente en el Mar Caribe afecten la zona costera y de manera directa al propio municipio de Benito Juárez ya que éste se encuentra en su radio de acción y aun cuando la mayoría de estos no tocan tierra y pasan por el canal de Yucatán el efecto de sus vientos y oleaje provocan fuerte erosión en las costas del Estado.

El huracán Gilberto incidió sobre las costas de Quintana Roo en septiembre de 1988 con categoría 5 por lo cual se le consideró el huracán de mayor intensidad que había impactado esta zona.

Además en el 2005 se manifestó el Huracán Wilma el cual causó grandes pérdidas materiales y al medio ambiente debido a los potentes vientos y su duración ya que se mantuvo prácticamente estacionado.

Algunos de estos fenómenos se presentan al finalizar la temporada de huracanes (noviembre), por lo que su trayectoria puede verse afectada por la incidencia de los Nortes o frentes fríos. Lo que ha ocasionado que se desvíen hacia el sur como fue el caso del huracán Mitch (1998), por lo que en su recorrido impactó a los países



centroamericanos. No obstante, en el estado se tuvo la incidencia directa sobre la franja costera cuyos efectos fueron fuertemente significativos debido al oleaje de tormenta que se generó.

De cualquier manera, se reconoce que la presencia de aguas cálidas ya sea en el Mar Caribe o el Golfo de México, es la fuente de energía de los huracanes. Por ello cuando tocan tierra su fortaleza comienza a decrecer y de ahí la importancia de que el territorio cuente con amplias zonas cubiertas de vegetación natural, la cual contribuye a la disipación o al menos a la pérdida del poder de destrucción de estos fenómenos.

Para el caso del proyecto se considera que la remoción de vegetación en una superficie de 0.309 Ha de vegetación de selva, es poco significativa por la ubicación del predio respecto de la costa. Además de que el proyecto contempla dejar 0.063 Ha de áreas con vegetación nativa. Por otra parte, se debe esperar que la vegetación forestal o de selva sea remplazada por el componente urbano, el cual contribuye de igual manera a la mitigación de los eventos meteóricos y no se considera un ambiente que permita la continuidad en la alimentación de la energía de los huracanes.

e) Modulación o regulación climática

La pérdida de bosques y selvas en México es una de las fuentes más importantes de emisiones de CO₂, principal gas de efecto invernadero (GEI) que genera el cambio climático. Es decir, deforestación es igual a cambio climático.

México se encuentra entre los 20 países que más contribuyen al cambio climático y uno de los motivos es la pérdida de los ecosistemas forestales. La deforestación implica pérdida de riqueza biológica, desabasto de agua y acelera el cambio climático, ya que al remover la cobertura vegetal se libera el bióxido de carbono (CO₂) almacenado. Se estima que el 20 por ciento de las emisiones de GEI a nivel mundial provienen de la pérdida de los ecosistemas forestales, los cuales desaparecen a un ritmo de 13 millones de hectáreas cada año. De esas 13 millones, por lo menos 500 mil corresponden a México.

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales²⁶.

²⁶ <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>



La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., *et al*)²⁷.

Algunos climatólogos urbanos apunta que el origen del problema del cambio climático, está asociado con la desintegración del complejo suelo-planta-atmósfera, lo que determina el movimiento del agua en sus dos fases: líquida y gaseosa. El agua al llegar al suelo se moverá tanto vertical como horizontalmente, de acuerdo con las características fisicoquímicas del mismo; verticalmente alcanzará la zona enraizada con lo cual proveerá a las plantas no sólo con agua sino también con nutrientes, y continuará su curso hasta encontrar el nivel freático, con lo que se compensará al manto acuífero de la extracción que realiza el hombre. Tal balance es muy importante para este tan demandado recurso no renovable (Irma Rosas P. *op cit.*).

Una vez que el agua y los nutrimentos entren al vegetal, los vasos de conducción se encargarán de llevarlos a las estructuras aéreas, en contra de un gradiente de presión regulado por el cierre y la apertura de estomas. El vegetal conservará parte del agua y nutrimentos, y el resto saldrá en forma de vapor proporcionando agua a la atmósfera a través del proceso de evapotranspiración. El agua que sale permitirá la regulación de la temperatura tanto del vegetal como de la atmósfera. Un suelo con cobertura vegetal tendrá un patrón de absorción de radiación y reflexión de ondas cortas y largas diferente que un suelo erosionado y sin agua, lo que le conferirá un color y una respuesta espectral distinta. Esta modificación se manifiesta en un calor sensible mucho mayor que el latente (Irma Rosas P., *op cit.*).

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental prestado por el ecosistema que se desarrolla en el predio, toda vez que el proyecto tiene contemplada la conservación de una superficie de 6.16 has de vegetación en estado natural.

f) Protección de la biodiversidad

Para el cambio de uso de suelo y consecuente construcción es indispensable retirar el 83 % de la vegetación del predio de manera total o parcial. A consecuencia de esta intervención se reduce el hábitat actualmente utilizado por las especies identificadas y distribuidas en el hábitat, en la que no se identificarán especies

²⁷ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>



protegidas, en cuanto a las especies de fauna no se identificó ninguna dentro de la norma, por lo cual esta remoción no representa una amenaza por pérdida de recursos y hábitat que pudiera ponerlas en riesgo.

Se espera que durante la preparación del sitio la fauna silvestre que actualmente utiliza el hábitat, migre hacia la selva colindante, así mismo con implementación de medidas como ahuyentamiento y rescate antes del inicio de obras se espera que el impacto a la fauna se minimice. Una vez concluidas las obras y delimitadas las áreas de conservación se espera que los espacios de conservación vuelvan a ser utilizados por la fauna silvestre.

Si bien es cierto que la construcción de esta obra afectará algunas especies forestales, en términos generales no se verán eliminadas ya que dentro del área de estudio o de influencia del proyecto son abundantes. Por otra parte, la vegetación presente en las áreas de aprovechamiento de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo será eliminada de forma gradual, además de ejecutar el Programa de Rescate de Vegetación.

Finalmente se menciona que se mantendrá un 17% del predio como áreas de conservación y o reforestación, con lo cual todas las especies de flora y fauna presentes en el predio seguirán contando con un amplio hábitat donde podrán seguir con sus procesos naturales.

Así mismo se aplicarán las siguientes medidas que asegurarán la protección de la biodiversidad del sitio y de su área de influencia:

Medida de protección ambiental 1 Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Capacitación del personal Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de vialidades e instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF



Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.

Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
----------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.

Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico

Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF



Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobrepasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Medida de protección ambiental 6 Etapa del proyecto en la cual se aplicará Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Conservación de áreas con vegetación natural Remoción de vegetación para el CUSTF Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del predio del proyecto de 2.955 has con la vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 7 Etapa del proyecto en la cual se aplicará Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Supervisión ambiental Remoción de vegetación para el CUSTF Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planteen estrategias para el



	cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Informe semanal de supervisión ambiental
 Medida de protección ambiental 8	 Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.
 Medida de protección ambiental 9	 Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción de deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento Documentos que demuestran el	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental Registro fotográfico

g) Protección y recuperación de suelos (erosión)

Es evidente que la cobertura vegetal es un elemento importante en la protección y recuperación del suelo en un ecosistema, ya que sus raíces fijan el sustrato impidiendo que sea arrastrado por corrientes superficiales de agua; y su extenso follaje impide que la energía de la lluvia y el viento incidan en forma directa sobre el recurso, evitando su pérdida por erosión (eólica o hídrica). La interacción de los vegetales con el viento resulta interesante: los primeros actúan como una barrera



modificando la trayectoria o la velocidad de éste, lo que permite proteger a los organismos y al suelo de la erosión (Irma Rosas P., *et al*²⁸).

Como parte del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, se realizó un estudio para evaluar la degradación de los suelos causada por el hombre. Según este trabajo, el 45.2% de la superficie del país presentaba degradación inducida por el hombre. El nivel de degradación predominante era de ligero a moderado, mientras que los procesos más importantes de degradación fueron la química (principalmente por la pérdida de fertilidad), la erosión hídrica y la erosión eólica. Estos tres procesos fueron responsables del 87% de los suelos degradados en el país. Entre las principales causas de degradación se identificaron el cambio de uso del suelo para fines agrícolas y el sobrepastoreo (17.5% en ambos casos). La deforestación (7.4%) ocupa el tercer lugar, seguida de la urbanización (1.5%). Todas estas causas tienen una importante relación con la afectación de la cubierta vegetal, responsable de la conservación del suelo²⁹.

El proceso de formación del suelo comienza con la desintegración de la roca madre que está expuesta en la superficie de la corteza terrestre a partir del rompimiento físico y químico ocasionado por las lluvias, el viento, la exposición al sol y la actividad mecánico-biológica de raíces de las plantas. En el caso de la actividad biológica, las cianobacterias y los líquenes son los primeros colonizadores del sustrato rocoso, ya que liberan ácidos orgánicos débiles, como el ácido carbónico, que disuelve lentamente la roca madre. Después, el efecto mecánico del crecimiento de las raíces acelera la ruptura de las rocas, además de que la presencia de las plantas permite una gran actividad de micro y meso organismos y la acumulación de materia orgánica en diferentes estados de descomposición, la cual también contribuye a la formación del suelo. Aunque el suelo siempre está en formación, el proceso es sumamente lento. Se calcula que para tener un centímetro de suelo en la capa superficial son necesarios entre 100 y 400 años, por lo cual se considera que el suelo es un recurso natural no renovable en la escala de tiempo humana³⁰.

Existen cuatro procesos de degradación de los suelos: la erosión hídrica y eólica, y la degradación física y química. De estos procesos, el que estará implicado en el cambio de uso de suelo es la degradación física, la cual se presenta en cinco tipos específicos: compactación, encostramiento, anegamiento, disminución de la disponibilidad de agua y pérdida de la función productiva; a su vez, de estos 5 tipos de degradación física, el que estará involucrado en el proyecto es la compactación la cual se refiere a la destrucción de la estructura del suelo asociada frecuentemente al pisoteo del ganado o al paso frecuente de maquinaria pesada, provocando la

²⁸ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

²⁹ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html

³⁰ http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf



ruptura de los agregados del suelo³¹, mientras que en el caso particular del proyecto, estará asociado al desplante del futuro desarrollo habitacional; el cual ocasionará el sellado del suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia hacia el subsuelo, y propiciando la pérdida de su función productiva; sin embargo, es importante mencionar que esta pérdida sólo ocurrirá en el 83 % de la superficie total del predio donde se desplantarán las obras permanentes, mientras que el 17 % restante, permanecerá en estado natural y/o como áreas verdes y jardinadas, lo cual favorecerá la protección y recuperación del suelo; lo cual se complementará con el programa de rescate de flora y las acciones de recuperación de suelo vegetal, en ese sentido, se estima que ocurrirá una reducción en la prestación del servicio ambiental de protección y recuperación del suelo, pero no su pérdida total, y por lo tanto, no se pone en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto.

h) Cambio en el paisaje y belleza escénica.

El cambio en la estructura del paisaje y belleza escénica, debido a que se modifica la vegetación forestal; disminuyen las existencias arbóreas y en algunas áreas se impide el inicio y establecimiento de las diferentes etapas de sucesión vegetal. Sin embargo, el proyecto contempla mantener con vegetación en estado natural una superficie de 0.063 has equivalentes al 17 % de la superficie total del predio, la cual se ubicará en varias zonas al interior del predio, mismas que seguirá prestando el servicio ambiental del paisaje y belleza escénica de la zona.

Al respecto se reitera que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica en la zona urbana de Playa del Carmen, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales, siendo estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; con lo que se advierte que la belleza escénica a nivel natural ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona. No obstante lo anterior, a continuación se realiza un análisis sobre la calidad y fragilidad paisajística del sitio del proyecto.

Para el estudio de la calidad visual del paisaje (calidad paisajística) se utilizó el método indirecto de Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Se asigna un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determina la calidad visual, en comparación con una escala de referencia. En la siguiente tabla se presentan los criterios de valoración y puntuación aplicados para evaluar la calidad visual del paisaje (BLM, 1980).

³¹ bitem



ANÁLISIS DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE			
COMPONENTE	CRITERIOS		
Morfología	Relieve con pendiente muy Marcada (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular.
	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución.	Cierta variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos.	Escasa o ninguna variedad o contraste en la vegetación.
	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas cristalinas o espejos de agua en reposo.	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje.	Ausente o inapreciable.
	5	3	1
Variabilidad cromática	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes pero no actúa como elemento dominante	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
	5	3	1
Singularidad o rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, o aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
	5	3	1
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	5	3	1



	favorablemente en la calidad visual	las actuaciones no añaden calidad visual.	
	5	3	1

En la siguiente tabla se presenta en forma resumida, los resultados de la aplicación del Método BLM (1980) al paisaje actual.

CRITERIO	PUNTUACIÓN
Morfología	1
Vegetación	1
Agua	1
Variabilidad cromática	1
Fondo escénico	1
Singularidad o rareza	1
Acción antrópica	1
Total	7

En la siguiente tabla se presentan las clases utilizadas para evaluar la calidad visual del paisaje.

CLASE	VALORACIÓN	PUNTAJE
A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes.	de 22 a 35
B	Áreas de calidad media, cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y textura, pero que resultan similares a otros en la región estudiada y no son excepcionales.	de 8 a 21
C	Áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, y textura.	de 1 a 7

Al aplicar el Método BLM (1980) se obtuvo que la calidad visual del paisaje, sin el proyecto, encuadra en la Clase C (7 puntos obtenidos), que corresponde a áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color y textura.

En tanto a su fragilidad, determinarla es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él. Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual dependerá del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para conocer la fragilidad visual del paisaje, entendida también como su capacidad de absorción ante la ocurrencia de algún factor extrínseco, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), la cual consiste en asignar puntajes a un conjunto de atributos del paisaje, valorados con base en su condición actual; consecuentemente se ingresan los puntajes asignados a cada atributo en



una fórmula y el resultado obtenido se compara con una escala de referencia; finalmente la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV) será determinada con base en el resultado obtenido de la fórmula aplicada comparado con una escala de referencia.

Fórmula aplicada en el análisis:

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente

E = Regeneración potencial y Erosionabilidad

R = Potencial estético

D = Diversidad de la vegetación

C = Acción antrópica

V = Contraste de color

En la siguiente tabla se asignan los puntajes a los atributos del paisaje, con base en la condición que presentan actualmente en el sistema ambiental (Yeomans, 1986).

Análisis de la calidad visual del paisaje			
Componente	Criterios	Puntaje	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
Regeneración potencial y Erosionabilidad (E)	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Acción antrópica (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Alto	3
	Contraste visual moderado	Moderado	2



	Contraste visual alto	Bajo	1
--	-----------------------	------	---

En la tabla anterior, los puntajes altos son asignados a la condición del atributo que favorece la capacidad de absorción del paisaje ante la ocurrencia de algún factor extrínseco; por ejemplo, si existe una fuerte presencia antrópica (condición del atributo), entonces significa que cualquier proyecto de origen antrópico que se realice, podrá ser absorbido por el paisaje al ser éste un elemento común y predominante, y por lo tanto se le asigna un puntaje elevado (3); mientras que si la acción antrópica es casi imperceptible, significa que la presencia de cualquier obra afectará la calidad visual del paisaje al ser un elemento perturbador, y en consecuencia se le asigna un puntaje bajo (1), toda vez que el paisaje tendrá poca capacidad para absorber el proyecto.

De lo anterior, a continuación se analizan los puntajes asignados a cada uno de los atributos del paisaje.

Pendiente (P).- Este atributo recibió un puntaje alto (3) debido a que su condición en el paisaje se define por un relieve plano, considerando que la zona en la que se ubica el predio carece de dunas o pendientes significativas; por lo tanto, cualquier proyecto que se realice quedará en un mismo plano y al mismo nivel del suelo.

Regeneración potencial y Erosionabilidad (E).- Este atributo recibió un puntaje alto (3) considerando que la zona no es susceptible a la erosión.

Potencial estético (R).- El potencial estético del paisaje desde cualquier perspectiva del observador, es baja, ya que se trata de una zona donde predomina un solo tipo de vegetación, con escasa presencia de cuerpos de agua y sin relieves significativos que aporten contraste, razón por la cual le fue asignado un puntaje moderado (2).

Diversidad de vegetación (D).- Este atributo recibió un puntaje alto (3), debido a que la vegetación, a pesar de ser notoria, es monocromática ya que predomina la Selva mediana subperennifolia, por lo que ofrece poco contraste en el paisaje.

Acción antrópica (C).- Este fue uno de los atributos más importantes en el paisaje, ya que el sistema ambiental se distingue por ser un área fuertemente aprovechada y la actividad humana es importante, por lo que cualquier obra o actividad adicional representará un elemento perturbador en el ambiente, aunque no será un elemento nuevo, por lo cual se le asignó un puntaje alto (3).

Contrastes de color (V).- El contraste de colores aporta una escasa variabilidad cromática al observador, a pesar de ser notorio el contraste entre sus distintos atributos, por lo que obtuvo un puntaje alto (3).



Una vez descrito el origen de los puntajes asignados a cada atributo del paisaje, en seguida se sustituyen los valores obtenidos en la fórmula de Yeomans (1986).

$$\begin{aligned} \text{CAV} &= P \times (E + R + D + C + V) \\ \text{CAV} &= 3 \times (3 + 2 + 3 + 3 + 3) \\ \text{CAV} &= 3 \times (14) \\ \text{CAV} &= 42 \end{aligned}$$

El paso siguiente en el análisis de la capacidad de absorción del paisaje, consiste en definir la escala de comparación para el resultado de la fórmula aplicada, la cual se indica en la siguiente tabla.

Escala de referencia para la estimación del CAV	
Capacidad de absorción del paisaje (CAV)	Baja = < 15
	Moderada = 15 y < 30
	Alta = ó > 30

Una vez definida la escala de referencia, a continuación se realiza el análisis comparativo de la misma con el resultado de la fórmula aplicada

Resultado de la fórmula	Escala de referencia	Capacidad de absorción del paisaje (CAV)
X	= ó < 15	Baja
X	= 15 y < 30	Moderada
42	= ó > 30	Alta

El análisis del resultado de la fórmula aplicada comparado con la escala de referencia previamente definida, indica que el paisaje tendrá una alta capacidad para absorber el proyecto, lo que significa que presenta una baja susceptibilidad ante las modificaciones del entorno. Con base en éste exhaustivo análisis, se puede concluir que el cambio de uso de suelo, no afectará la visibilidad ni la calidad visual del paisaje, ni mucho menos lo hará susceptible ante las posibles modificaciones que sufrirá el entorno, ya que éste no será un elemento nuevo en el paisaje, por el contrario, será un agregado a los usos previos, y por lo tanto, será absorbido en gran medida (alta capacidad de absorción); y en tal sentido, se puede concluir que no se pone en riesgo el servicio ambiental de paisaje o calidad escénica prestado por el ecosistema en estudio.

IV.3.2. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto a nivel de cuenca



Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
			Descripción			
1	Regulación de la composición química atmosférica	Regulación de gases.	Si	Balance de niveles de CO ₂ /O ₂ , SO _x y otros gases	Muy Alta	Nulo
2	Regulación de la temperatura global, la precipitación y otros procesos biológicos mediados por el clima a niveles local y global.	Regulación del clima	Si	Regulación de la temperatura global; precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global a través de la regulaciones de gases de efectos invernaderos	Muy Alta	Nulo
3	Amortiguamiento e integridad de los ecosistemas en respuesta a las fluctuaciones ambientales.	Regulación de disturbios	No	Capacidad del ecosistema de dar respuesta y adaptarse a fluctuaciones ambientales, brindando protección de tormentas, inundaciones, recuperación por sequías y otros aspectos de respuesta de hábitat a los cambios ambientales, principalmente controlada por la estructura de la vegetación	Alta	Nulo
4	Regulación de flujos hidrológicos	Regulación del agua.	No	Regulación de los flujos hidrológicos que influyen en la provisión de agua tanto para el ecosistema como para riego, agroindustria y proceso de transporte acuático.	Nula	Nulo



Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
<u>5</u>	Almacenamiento y retención de agua.	Provisión de agua.	No	Papel del ecosistema en la provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos	Alta	Muy Bajo
<u>6</u>	Retención del suelo dentro de un ecosistema	Control de la erosión y retención de los sedimentos.	No	Prevención de la pérdida de suelo por viento, escorrentía y otros procesos de remoción, almacenamiento de agua en lagos y humedales	Baja	Nulo
<u>7</u>	Proceso de formación de suelos	Formación del suelo.	Si	A través del proceso de meteorización de rocas y acumulación de materia orgánica	Baja	Muy Bajo
<u>8</u>	Almacenamiento, ciclaje interno, procesamiento y adquisición de nutrientes	Ciclaje de nutrientes.	No	Funciones de almacenamiento, reciclado interno, procesamiento y adquisición de nutrientes mediante la fijación de nitrógeno, fósforo y potasio, y otros elementos y ciclos de nutrientes	Muy Alta	Muy Bajo
<u>9</u>	Regulaciones tróficas dinámicas de las poblaciones.	Control biológico.	No	Efecto predador para el control de especies, reducción de herbívoros por otros predadores, control de poblaciones de especies potencialmente dañinas para el hombre, cultivos y ganado	Alta	Nulo
<u>10</u>	Hábitat para poblaciones	Refugio.	No	Desempeña papel de semilleros, hábitat de especies	Alta	Nulo



Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
	residentes y pasajeras.			migratorias, hábitat regionales para especies locales, recolectadas y otros		
<u>11</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como comida	Alimento.	No	Mantenimiento de la provisión de animales, gomas, cultivos, nueces, frutas, cosechas, pesca, agricultura de subsistencia y cacería, entre otros	Baja	Nulo
<u>12</u>	Porción de la producción primaria bruta extraíble como materia prima.	Materias primas.	No	Producción bruta primaria extractables de materias primas, principalmente Producción de madera, leña y forrajes	Alta	No
<u>13</u>	Fuente de materiales y productos biológicamente únicos.	Recursos genéticos.	Si	Material natural base para la elaboración de medicina y productos para el avance científico, genes de resistencia a patógenos y pestes de cultivos, especies ornamentales	Alta	Bajo
<u>14</u>	Ofrecimiento de oportunidades para actividades recreativas	Recreación.	No	Proveer oportunidades para actividades recreacionales tales como ecoturismo, pesca deportiva, y otras actividades de aprovechamiento no extractivo	Muy Alta	Nulo
<u>15</u>	Ofrecimiento de oportunidades para usos no comerciales.	Valores estéticos, artísticos,	No	Desarrollo de actividades económicas a partir de los valores	Muy Alta	Nulo



Tabla. Servicios ambientales cuenca						
No	Función	Bien o Servicio	Afectación por el Proyecto		Importancia del servicio a nivel cuenca	Grado de Afectación por el proyecto a nivel cuenca
				Descripción		
		científicos entre otros.		estético, artístico, educacional, cultural, espiritual y científicos del ecosistema		

IV.4 Diagnóstico ambiental

El ambiente se define por una serie de servicios que presenta el predio. Sin embargo, estos servicios pueden variar cuando ocurre una afectación ambiental, de forma que sus características son diferentes antes y después de la afectación. Para poder evaluar dicha afectación ambiental, se necesita estimar estos dos estados, pues la afectación o daño comprendería la diferencia entre el estado ambiental antes de la intervención por la implementación del proyecto y después de la implementación del proyecto que ocasionó la afectación.

A lo largo de las afectaciones que se pretende realizar en el predio con el desarrollo del proyecto, no se propiciarán nuevas alteraciones ambientales adicionales a las que ya han sido contempladas en el diseño y planeación de mediano y largo plazo previstos en los ordenamientos ambientales, por lo que la implementación del proyecto no pondrá en riesgo la integridad funcional del sistema ambiental y de los servicios ambientales, considerando además, la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas por el proyecto.

Los servicios ambientales que interesaron evaluar son los directamente relacionados con la afectación por la implementación del proyecto. Por ello, se determinó cuáles servicios o recursos fueron afectados y analizar las características de ellos antes y después de la afectación para poder valorar la magnitud e incidencia de dicha afectación.

En la revisión de los servicios ambientales que pudieron verse afectados y su impacto, en este ejercicio se pudo concluir que los factores ambientales que se verán de alguna manera afectados por las obras del proyecto en términos de impactos en una escala de mayor a menor son: son la captación del agua, la



Biodiversidad, degradación física del suelo, lo anterior sin dejar de tomar en cuenta los demás servicios que de alguna manera también se vieron afectados.

También se determinó que la mayoría de los impactos a los servicios, se generaran principalmente durante uno de los componentes, como es la fase de preparación del sitio, así mismo en este y en otros capítulos del estudio se realizó un análisis de cada uno de los componentes de los servicios, explicando, el grado de impacto, así como justificando y proponiendo en su caso alguna medida de protección y mitigación, y su área de influencia.



Documento Técnico
Unificado (DTU) del
trámite de cambio de
uso de suelo forestal,
modalidad B, particular.

**CAPITULO V.
IDENTIFICACION,
DESCRIPCION Y EVALUACION
DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES**

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	2
V.1. Identificación de impactos	2
Valoración de los elementos ambientales	3
V.2. Método utilizado para la identificación de impactos.	4
V.3. Valoración cuantitativa de impactos ambientales o cálculo de la magnitud.	5
V.4. Enjuiciamiento.....	7
V.6. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DEL CAMBIO DE USO DE SUEO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.	9
Conclusiones de los impactos generados.	1



V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

V.1. Identificación de impactos

La evaluación del impacto ambiental es un procedimiento de carácter preventivo, orientado a informar acerca de los efectos al ambiente que pueden generarse con las actividades a desarrollar. Es un elemento correctivo de los procesos de planificación y tiene como finalidad medular atenuar los efectos negativos del proyecto sobre el ambiente.

Actualmente en muchos países la Evaluación del Impacto Ambiental es considerada como parte de las tareas de planeación superando la concepción obsoleta que le asignó un papel posterior o casi último en el procedimiento de gestación de un proyecto que se cumplía como un simple trámite tendiente a cumplir las exigencias administrativas de la autoridad ambiental después de que se había tomado las decisiones clave de la actividad o del proyecto que se pretendía llevarse a la práctica.

El objeto inmediato de la Evaluación del Impacto Ambiental es servir de ayuda en la toma de decisiones. Para ello, sus resultados se presentan con un orden lógico, de forma objetiva y fácilmente comprensible, de forma tal que los evaluadores que analicen este documento, encargados de sustentar la decisión de la autoridad, determinen la conveniencia del proyecto y se ponga en operación. Además de identificar, prevenir e interpretar los efectos que este proyecto puede tener en el ambiente, un objetivo fundamental de la esta Evaluación del Impacto Ambiental, es definir y proponer la adopción de un conjunto de medidas de mitigación que permitan atenuarlos, compensarlos para finalmente y con base en una autoevaluación integral del siguiente proyecto, realizar un balance impacto-desarrollo en el que se discutan los beneficios que podría generar el proyecto y su importancia en la modificación de los procesos naturales de los ecosistemas presentes.

En este capítulo se identificarán y describirán las metodologías, y cada uno de los impactos ambientales provocados por el desarrollo del proyecto durante las etapas de *Preparación del sitio, Construcción, Operación, el mantenimiento de las obras contempladas y Abandono*, incluyendo los que inciden sobre los recursos forestales.

El resultado de esta sección es la construcción del escenario resultante al introducir el proyecto en la zona de estudio. En el escenario ambiental actual



(diseñado en el capítulo anterior), se insertará el proyecto, lo que permitirá identificar las acciones que pudieran generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos.

En este apartado se establece de inicio que la valoración del impacto ambiental se enfoca a la Etapa de Remoción Rescate y Reubicación de Vegetación para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo, así mismo lo que implican la construcción y operación del proyecto, que se ajusta a las posibilidades del marco legal aplicable que establece el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Playa del Carmen, municipio Solidaridad y con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de SOLIDARIDAD.

Por lo que el cambio ambiental que se espera se circunscribe, obligadamente a los límites y condiciones de los instrumentos de regulación territorial que, efectivamente, permiten la construcción y operación del proyecto pretendido desde la perspectiva turística y ambiental.

En este contexto, de la intervención propuesta en este DTU se analizan los impactos ambientales que puedan causar la construcción de un proyecto que implica actividades de tipo habitacional.

Esta valoración del impacto ambiental parte de la obtención de información que permite identificar, describir y minimizar los impactos ambientales que podrían ocurrir por los procesos de preparación, construcción y operación que el proyecto pretende.

Se describe a lo largo de este apartado la metodología utilizada para su determinación y estimación en el entendido de que los resultados y el análisis de los mismos son definidos cuantitativamente y cualitativamente, de manera que se demuestra con los preceptos normativos de excepcionalidad establecidos en el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativos a demostrar que no se compromete la biodiversidad, que no se provocará la erosión de los suelos, ni se causará el deterioro de la calidad del agua o disminución en su captación. Al final, se presentan los indicadores y parámetros que indiquen el nivel de eficiencia de cada medida propuesta.

Valoración de los elementos ambientales

Los elementos ambientales son difíciles de valorar, para unas personas pueden ser de un valor incalculable, mientras que para otras no valen nada debido a que son muy abundantes y no hay que pagar normalmente por ellos.



V.2. Método utilizado para la identificación de impactos.

La identificación de impactos se realizó en función del medio y los factores que acogen el proyecto, entendido éste sistema como receptor de las acciones necesarias para la ejecución de la Etapa de Remoción Rescate y Reubicación de Vegetación para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo.

La valoración cualitativa, será la importancia que tiene el impacto; se recogerá todo lo necesario para realizar la valoración cualitativa, la fórmula elegida, la fórmula normalizada, y todos los atributos que se van a tener en cuenta en esta valoración, así como el valor que les asigna a cada uno de ellos que en este caso será 6 como mínimo y 25 como máximo; el signo, si es simple, acumulativo, o sinérgico (A), la intensidad (In), la extensión (E), la persistencia (P), la reversibilidad (Rv) y la recuperabilidad (Rc).

La fórmula de cálculo propuesta es:

$$I_m = \pm (A+E+I_n+P+R_v+R_c)$$

Solo el resultado obtenido, no es posible analizar si éste es bajo o elevado. Para contrastar los resultados de las distintas alternativas y para comparar con los obtenidos con otros impactos, usualmente se normaliza la fórmula. La expresión de normalización utilizada será 0-1 en donde el primero será el mínimo y el segundo el máximo. Se utilizará la siguiente fórmula.

$$I_{N1} = \pm (|I_m| - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo})$$

En donde mínimo es el mínimo valor, en valor absoluto, que se puede alcanzar con la formula y máximo es también el máximo valor en valor absoluto.

Para obtener valores entre 0 y 1 se usará la fórmula normalizada 2

$$I_{N2} = \pm ((b-a) \cdot (|I_m| - \text{mínimo}) / (\text{máximo} - \text{mínimo})) + a.$$



Valoración cualitativa	
SIGNO	ACUMULACION (A)
Impacto beneficioso + Impacto perjudicial -	Simple 1 Acumulativo 3 Sinérgico 5
EXTENSION (E) Área de influencia	INTENSIDAD (In) Grado de destrucción
Puntual 1 Parcial 2 Extenso 3	Baja 1 Media 4 Alta 8
PERSISTENCIA (P) Permanencia del efecto	REVERSIBILIDAD (Rv) Medios naturales
Temporal 1 Permanente 3	Reversible 1 Irreversible 3
RECUPERABILIDAD (Rc) Medios humanos	
Recuperable 1 Irrecuperable 3	

El signo del impacto se asigna siempre al final. Por ello, en la fórmula normalizada es conveniente utilizar siempre el valor absoluto de la importancia para realizar los cálculos y únicamente al final del cálculo poner el signo positivo o negativo.

V.3. Valoración cuantitativa de impactos ambientales o cálculo de la magnitud.

El fin de una evaluación de impacto ambiental es identificar, predecir, valorar, prevenir o corregir y por último comunicar los efectos y los impactos producidos por las acciones al realizar una obra. Para ello se expresan las características del elemento ambiental de forma medible, mediante factores ambientales y por tanto, los efectos producidos también deben de serlo. En ocasiones pueden medirse directamente, pero lo usual es que requiera la utilización de un proceso más elaborado. Cada uno de los indicadores o índices del impacto ambiental vienen expresados en distintas unidades (unidades heterogéneas), para poder trabajar y comparar los resultados obtenidos con los de los otros impactos se requiere expresarlos en una unidad común, (unidades homogéneas) para lo que se utilizan las (funciones de transformación).

Magnitud de un impacto. Es la valoración cuantitativa que de él se realiza. Es preciso determinar el indicador adecuado para cada elemento ambiental.



Para realizar una buena evaluación es preciso acercarse a esta situación ideal todo lo que sea posible. Una vez que se tiene la lista de posibles impactos la forma de proceder es evaluar la situación pre operacional con el valor de cada indicador del factor ambiental que podría ser afectado, sin proyecto, es decir si la obra no se realizara, y luego evaluar el valor del mismo para cada una de las alternativas propuesta. Por lo tanto, en la comunicación de la valoración del impacto debe reflejar el valor del factor o del indicador antes del proyecto y su previsible evolución sin él y compararlo con el valor del factor o del indicador con él para cada una de las alternativas, que va a ser lo que se denomine magnitud de impacto en unidades heterogéneas. Mediante este proceso se logra que estas medidas heterogéneas (t,m³,has, etc) puedan sumarse y operarse utilizando las funciones de transformación f , que convierten el valor de la magnitud en un número entre 0 y 1, de forma que ya se pueden sumar o comparar con el de otros impactos. Las funciones de transformación pueden tener formas muy variadas según sea la relación entre la variación del factor ambiental con la del valor del impacto (o de la calidad ambiental), esta relación puede ser lineal, logarítmica, exponencial, parabólica, etc. Si dicha función de transformación no es lineal se calcula la diferencia entre el valor obtenido al aplicar la función de transformación a la magnitud dada por el indicador con proyecto y el valor obtenido al aplicar la función de transformación al valor del indicador sin proyecto y así tener la magnitud del impacto en unidades homogéneas.

Magnitud final en unidades homogéneas= f (Magnitud_{CON} en unidades heterogéneas)- f (Magnitud_{SIN} en unidades heterogéneas).

Posteriormente para cada para cada factor se calculará la magnitud del indicador o del índice seleccionado en la hipótesis de que no se realice el proyecto, en las unidades de dicho indicador que se denominan unidades heterogéneas. Luego se calcula dicha magnitud en la hipótesis de que haya proyecto para cada una de las alternativas, se aplica la función de transformación y se calcula la diferencia o magnitud neta final para dicho factor.

La función de transformación hace corresponder para cada factor ambiental, su magnitud en unidades heterogéneas a su magnitud en unidades homogéneas que ahora se hace variar entre 0 y 1, al mayor valor posible de impacto al más desfavorable que se le asigna el 1 y al menor el 0, quedando comprendidas las magnitudes intermedias entre dichos valores.



V.4. Enjuiciamiento

Esto consiste en decir si cada impacto es compatible, moderado, severo o crítico.

Impacto ambiental compatible. Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa practicas protectoras o correctoras.

Impacto ambiental moderado. Aquel cuya recuperación no precisa practicas protectoras o correctoras intensivas y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

Impacto ambiental severo. Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.

Impacto ambiental crítico. Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

V.5. Identificación, predicción y evaluación de impactos ambientales.

La identificación y evaluación de los impactos ambientales que se producirán por las actividades del proyecto en la Etapa de Remoción Rescate y Reubicación de Vegetación para la ejecución del Cambio de Uso de Suelo son presentadas en matrices simples donde se identifican las interacciones entre proyecto y medio ambiente y los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto; esto se denomina lista de revisión (Garmendia, Salvador, Crespo, Garmendia², 2005)¹.

Estas matrices tienen las siguientes características generales:

1. Interacción existente entre las actividades del proyecto con los factores ambientales del medio ambiente (físico, biótico y socio-económico).
2. Valoración del impacto por medio de una matriz de impactos que sintetiza los efectos ambientales previstos en las condiciones reales estimadas del medio ambiente donde se ejecutará el proyecto. En este contexto para la identificación, predicción y evaluación de impactos, se utilizó una matriz simple, permitiendo clasificar y comparar las diferentes áreas de estudio

¹ Garmendia Salvador Alfonso, Salvador Alcaide Adela, Crespo Sanchez Cristina, Garmendia Salvador Luis. 2005. Evaluación de impacto ambiental. Pearson educación, S.A. España.



bajo una escala cuantitativa. Los indicadores están definidos según una escala ordinal que le asigna valores entre 6 Y 25. Estos valores son relativos, no absolutos (*Villalba, 1993*).

Una vez definidas las interacciones ambientales y basadas en los criterios de evaluación utilizados en estudios ambientales realizados en el área del proyecto, el equipo interdisciplinario que desarrolla este proyecto evaluó los impactos potenciales para cada elemento del ambiente susceptible a modificaciones.



V.6. ANALISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL DERIVADO DEL CAMBIO DE USO DE SUEO Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

TABLA MATRIZ DE INTERACCIONES																
ACTIVIDADES	PREPARACION DEL SITIO			CONSTRUCCION						OPERACIÓN				ABANDONO		
	TRAZO	DESMONTE	LIMPIEZA DEL SITIO	EXCAVACION	NIVELACION	COMPACTACION	PAVIMENTACION	CIMENTACION	PEGADO DE BLOQUES Y ALBAÑILERIA	DOTACION DE AGUA POTABLE Y ELECTRICIDAD	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL PROYECTO	LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE AREAS VERDES Y JARDINADAS	MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	SEPARACION Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	DESAMANTAMIENTO DEL PROYECTO Y RETIRO DE ESCOMBROS	PREPARACION DEL SUELO CON SUSTRATO
ATRIBUTO																
1	MICROCLIMA	Precipitación	X													X
2	MICROCLIMA	Vientos	X									X				X
3	SUELO	Propiedades físicas	X		X	X	X	X				X		X	X	X
4	SUELO	Erosión	X													
5	AIRE	ruido	X	X	X	X	X	X		X	X			X		
6	AIRE	Calidad	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
7	AGUA	cantidad	X				X									X
8	AGUA	Calidad	X		X	X	X	X				X	X	X		
9	FLORA	Abundancia	X	X												X
10	FLORA	Sp. Sujetas a protección especial	X	X												X
11	FAUNA	Abundancia	X	X												X
12	FAUNA	Sp. Sujetas a protección especial														
13	PAISAJE	Apariencia	X							X	X	X		X		X
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Se tienen identificados en total 99 interacciones que causaran un impacto benéfico o adverso en las diferentes etapas del proyecto, los cuales son evaluados de manera simple a través de un cálculo cualitativo, cuantitativo, con o sin proyecto, y con medidas correctiva.

De tal manera que son evaluados los atributos + el impacto y no las actividades. Esta manera simplifica la interpretación y las actividades repetidas a lo largo del proceso de consolidación del proyecto.

A continuación se presenta la valoración cualitativa, cuantitativa, peso, valoración cualitativa con medidas correctoras, valoración cuantitativa con medidas correctoras y el análisis del impacto final.



VALORACIÓN CUALITATIVA												
		IMPACTO AMBIENTAL POR EL DESARROLLO HABITACIONAL	Mínimo valor = 6			Máximo valor = 25						
	Factor ambiental	IMPACTOS	Sig no	Acumula ción A	Exten sión E	Intensi dad I	Persiste ncia P	Reversibi lidad Rv	Recuperab ilidad Rc	Valoraci ón de la importa ncia: Im	Importa ncia Normaliz ada: I	Importa ncia Normaliz ada: II
1	MICROCLIM A	Precipitación	-	3	2	8	3	3	1	-20	-0.74	-0.92
2	MICROCLIM A	Vientos	-	1	1	1	1	3	1	-8	-0.11	-0.73
3	SUELO	Propiedades físicas	-	3	1	8	3	3	1	-19	-0.68	-0.91
4	SUELO	Erosión	-	3	1	8	3	3	1	-19	-0.68	-0.91
5	AIRE	ruido	-	1	1	1	1	1	1	-6	0.00	-0.70
6	AIRE	Calidad	-	1	2	1	1	1	1	-7	-0.05	-0.72
7	AGUA	cantidad	-	3	1	4	3	3	1	-15	-0.47	-0.84
8	AGUA	Calidad	-	3	2	4	1	1	1	-12	-0.32	-0.79



9	FLORA	Abundancia	-	3	1	8	3	3	1	-19	-0.68	-0.91
10	FLORA	Sp. Sujetas a protección especial	-	3	1	1	3	1	1	-10	-0.21	-0.76
11	FAUNA	Abundancia	-	3	1	1	3	1	1	-10	-0.21	-0.76
12	FAUNA	Sp. Sujetas a protección especial										
13	PAISAJE	Apariencia	-	3	1	1	3	3	1	-12	-0.32	-0.79
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	+	3	2	8	3	3	3	22	0.84	0.95
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	+	3	3	8	3	3	3	23	0.89	0.97

De la valoración cualitativa se tiene que en 4 atributos ambientales los impactos que en ellos afectaran son de importancia alta, uno crítico, por lo que se implementará una medida compensatoria, los otros 3 son de carácter preventivo. Esto es aceptable de acuerdo a Garmendia (2005). En cambio 2 más son igualmente de importancias altas pero benéficas porque inciden en los atributos socioeconómicos, estos dos últimos no requerirán la aplicación de ninguna medida de corrección.



			VALORACIÓN CUANTITATIVA							
IMPACTO AMBIENTAL POR DESARROLLO HABITACIONAL			Magnitud SIN	Magnitud CON	Máximo	Mínimo				
FACTOR AMBIENTAL	IMPACTOS								Magnitud del impacto	UNIDADES
							$y = \frac{x - Min}{Max - Min}$			
1	MICROCLIMA	Precipitación	0	4017000	4836130	0	0.00	0.831	0.831	mm/m2
2	MICROCLIMA	Vientos	10	15	18	10	0.00	0.625	0.625	Km/h
3	SUELO	Propiedades físicas	0	1001	1000	0	0.00	1.001	1.001	NMP/100 ml
4	SUELO	Erosión	1.302	8.049	9.69	0	0.13	0.831	0.696	T/ha/año
5	AIRE	ruido	0	85	90	0	0.00	0.944	0.944	dB
6	AIRE	Calidad	0	211	210	0	0.00	1.005	1.005	ug/m3
7	AGUA	cantidad	819130	4017000	4836130	819130	0.00	0.796	0.796	mm/m2
8	AGUA	Calidad	0	1001	1000	0	0.00	1.001	1.001	NMP/100 ml



9	FLORA	Abundancia	0	19	19	0	0.00	1.000	1.000	S
10	FLORA	Sp. Sujetas a protección especial	0	1	1	0	0.00	1.000	1.000	S
11	FAUNA	Abundancia	14	11	14	2	1.00	0.750	-0.250	S
12	FAUNA	Sp. Sujetas a protección especial	0	0	0	1	1.00	1.000	0.000	
13	PAISAJE	Apariencia	0.05	0.309	0.37	0.01	0.11	0.831	0.719	has
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	0	40	50	1	-0.02	0.796	0.816	Jornales
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	5	100	1000	50	-0.05	0.053	0.100	transacciones

Cada atributo analizado, tiene su unidad de medida heterogénea, la cual convertimos a una unidad homogeneizada a través de un factor de conversión. La gran mayoría de las 99 interacciones identificadas son repetitivas en cada fase del proyecto, por lo que solo son evaluadas una sola vez en el entendido que en la definición de las medidas correctoras, algunas tendrán que ser ejecutadas durante todo el proceso de consolidación del proyecto. La magnitud de cada impacto se está valorado en el nivel de incidencia en el recurso sin ninguna medida correctora vs el impacto existente sin proyecto.



ASIGNACIÓN DE PESOS A LOS FACTORES

	%	Elementos ambientales	%	Factores		PESOS
Medio inerte	50	MICROCLIMA	25	Precipitación	100	0.125
				Vientos	50	0.0625
		Suelo	25	Propiedades físicas	50	0.0625
				Erosión	50	0.0625
		Aire	25	ruido	50	0.0625
				Calidad	50	0.0625
		Agua	25	cantidad	60	0.075
				Calidad	100	0.125
Medio biótico	20	Flora	50	Abundancia	40	0.040
				Sp. Sujetas a protección especial	40	0.040
		Fauna	50	Abundancia	30	0.03
				Sp. Sujetas a protección especial	0	0
Medio perceptual y socioeconómico	10	Paisaje	40	Apariencia	40	0.016
	20	Socio económico	60	Empleo	100	0.12
				Comercio	100	0.12
	100					1.00

VALORACIÓN CUALITATIVA con MEDIDAS CORRECTORAS									
		IMPACTO AMBIENTAL PORDESARROLLO HABITACIONAL		Mínimo valor = 6			Máximo valor = 25		
		IMPACTOS	Valoración I _{Im}	Importancia Normalizada: I	Intensidad I	Recuperabilidad	Importancia Medidas correctoras	Valoración con MEDIDAS Correctoras I _m MC	Importancia Normalizada con Medidas Correctoras
1	MICROCLIMA	Precipitación	-20	-0.74	4	1	5	-15	-0.47
2	MICROCLIMA	Vientos	-8	-0.11	4	1	5	-3	0.16
3	SUELO	Propiedades físicas	-19	-0.68	8	1	9	-10	-0.21
4	SUELO	Erosión	-19	-0.68	8	1	9	-10	-0.21
5	AIRE	ruido	-6	0.00	4	1	5	-1	0.26
6	AIRE	Calidad	-7	-0.05	8	1	9	2	0.21
7	AGUA	cantidad	-15	-0.47	8	1	9	-6	0.00
8	AGUA	Calidad	-12	-0.32	8	1	9	-3	0.16
9	FLORA	Abundancia	-19	-0.68	8	1	9	-10	-0.21
10	FLORA	Sp. Sujetas a protección especial	-10	-0.21	8	1	9	-1	0.26



11	FAUNA	Abundancia	-10	-0.21	8	1	9	-1	0.26
12	FAUNA	Sp. Sujetas a protección especial	0	0.32	0	0	0	0	0.32
13	PAISAJE	Apariencia	-12	-0.32	4	3	7	-5	0.05
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	22	0.84	0	0	0	22	0.84
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	23	0.89	0	0	0	23	0.89



VALORACIÓN CUANTITATIVA CON MEDIDAS CORRECTORA											
		IMPACTO AMBIENTAL									
		IMPACTOS	Magnitud SIN PROYECTO	Magnitud CON MEDIDAS CORRECTORA	Magnitud CON PROYECTO	Máximo	Mínimo	Magnitud del impacto SIN MEDIDAS CORRECTORA	$y = \frac{x - Min}{Max - Min}$		Magnitud del impacto CON MEDIDAS CORRECTORA
1	MICROCLIMA	Precipitación	0	1004250	4017000	4836130	0	0.83062283	0	0.20765571	0.20766
2	MICROCLIMA	Vientos	10	11	15	18	10	0.625	0	0.125	0.12500
3	SUELO	Propiedades físicas	0	3	1001	1000	0	1.001	0	0.003	0.00300
4	SUELO	Erosión	1.302	0.02	8.049	9.69	0	0.69628483	0.13436533	0.00206398	-0.13230
5	AIRE	ruido	0	2.1	85	90	0	0.94444444	0	0.02333333	0.02333
6	AIRE	Calidad	0	52	211	210	0	1.0047619	0	0.24761905	0.24762
7	AGUA	cantidad	819130	819130	4017000	4836130	819130	0.79608414	0	0	0.00000
8	AGUA	Calidad	0	3	1001	1000	0	1.001	0	0.003	0.00300
9	FLORA	Abundancia	0	9	19	19	0	1	0	0.47368421	0.47368
10	FLORA	Sp. Sujetas a protección especial	0		1	1	0	1	0	0	0.00000



11	FAUNA	Abundancia	14	14	11	14	2	-0.25	1	1	0.00000
12	FAUNA	Sp. Sujetas a protección especial	0		0	0	1	0	1	1	0.00000
13	PAISAJE	Apariencia	0.05	0.15	0.309	0.37	0.01	0.71944444	0.11111111	0.38888889	0.27778
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	0		40	50	1	0.81632653	-0.02040816	-0.02040816	0.00000
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	5		100	1000	50	0.1	-0.04736842	-0.05263158	-0.00526



IMPACTO FINAL CON MEDIDAS CORRECTORAS								
		Impacto final CON Medidas Correctoras =	-0.0045				Impacto total SIN Medidas Correctoras=	-0.1689149
		IMPACTO AMBIENTAL DEPARTAMENTOS BAOMA					Diferencia =	-0.1644
		Impacto	Importancia CON medidas correctoras	Magnitud CON medidas correctoras	Peso del factor	Valor del impacto SIN Medidas Correctoras	Valor del impacto CON Medidas Correctoras	
1	MICROCLIMA	Precipitación	-0.26	2.07656E-01	0.125	-0.07650473	-0.00683	
2	MICROCLIMA	Vientos	0.16	0.125	0.0625	-0.00411184	0.00123	
3	SUELO	Propiedades físicas	-0.21	0.003	0.0625	-0.04280592	-0.00004	
4	SUELO	Erosion	-0.21	-0.132301342	0.0625	-0.02977534	0.00174	
5	AIRE	ruido	0.26	0.023333333	0.0625	0	0.00038	
6	AIRE	Calidad	0.21	0.247619048	0.0625	-0.00330514	0.00326	
7	AGUA	cantidad	0.00	0	0.075	-0.02828194	0.00000	



8	AGUA	Calidad	0.16	0.003	0.125	-0.03951316	0.00006
9	FLORA	Abundancia	-0.21	0.473684211	0.04	-0.02736842	-0.00399
10	FLORA	Sp. Sujetas a proteccion especial	0.26	0	0.04	-0.00842105	0.00000
11	FAUNA	Abundancia	0.26	0	0.03	0.00157895	0.00000
12	FAUNA	Sp. Sujetas a proteccion especial	0.32	0	0	0	0.00000
13	PAISAJE	Apariencia	0.05	0.277777778	0.016	-0.00363509	0.00023
14	SOCIOECONOMICO	Empleo	0.84	0	0.12	0.08249194	0.00000
15	SOCIOECONOMICO	Comercio	0.89	-0.005263158	0.12	0.01073684	-0.00057

Aquí se observa que aplicando las medidas correctoras a los impactos identificados, tenemos una reducción de -0.1644, dando un total del valor del impacto total con las medidas correctoras de -0.0045, esto quiere decir que son altamente eficientes y eficaces.



Conclusiones de los impactos generados.

En total se identificaron 99 interacciones de las cuales el impacto podría presentarse de la misma forma en caso de que no se evaluaran medidas correctoras acorde al desarrollo de las actividades de consolidación del proyecto, por ende tenemos que el análisis realizado por atributo es más que suficiente y se demuestra con números que el nivel o valor de impacto con proyecto disminuyen significativamente. Por lo tanto el proyecto es viable de ejecutar porque además cumple con la normatividad, propone las medidas correctoras oportunamente. En resumen se tiene que de los atributos evaluados, se tiene un total de impactos total sin medidas correctoras de -0.1689149; con la aplicación de las medidas correctoras, este disminuye a -0.0045, esto representa una diferencia de -0.1644.



Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

**CAPITULO VI. JUSTIFICACIÓN
TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL
QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN
EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE
USO DE SUELO.**

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

Contenido

VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.....	2
VI.1. Justificación Técnica.....	2
VI.2. Análisis de la biodiversidad.....	2
VI.2.1. No se compromete la flora	4
VI.2.1.1. Estrato Arbóreo	5
VI.2.1.2. Estrato Arbustivo	8
VI.2.1.3. Estrato Herbáceo	10
VI.2.2. No se compromete la fauna en el ecosistema	12
VI.2.2.1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Anfibios	13
VI.2.2.2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Reptiles	14
VI.2.2.3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Aves	15
VI.2.2.4. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Mamíferos	16
VI.3. Análisis de la pérdida de suelo	20
VI.3.1. Estimación de la erosión por la ejecución del cambio de uso de suelo.	25
VI.3.2. Estimación de la erosión actual en el predio	26
VI.3.3. Erosión eólica	27
VI.4. Análisis de la afectación al recurso agua	29
VI.4.1. En cuanto a cantidad	29
VI.4.1.1. Estimación de la captación de agua en las condiciones actuales	29
VI.4.1.2. Estimación de la captación de agua tras la ejecución del cambio de uso de suelo por la pérdida de vegetación	32
VI.4.1.3. Estimación de la captación de agua tras la ejecución del proyecto	35
VI.4.1.4. Estimación de la captación de agua con la aplicación de medidas de mitigación.	37
VI.4.2. En cuanto a calidad.....	40
VI.6 Justificación económica y social	43
VI.6.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.....	43



VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.

VI.1. Justificación Técnica

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto que a la letra dice:

Art. 117.- “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo...”

El proyecto “Bamoá”, a manera de Justificación, para la autorización del presente estudio, se expone de manera breve y concreta los elementos más sobresalientes que fundamentan técnicamente su procedencia que resultan de la información contenida en el mismo, realizando en primer lugar un análisis de la similitud de especies entre un sitio y otro, para después hacer el análisis comparativo por cada estrato de vegetación y grupo faunístico

VI.2. Análisis de la biodiversidad

La diversidad biológica, o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio.

La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

De acuerdo con el listado florístico presentado en el capítulo IV, la vegetación al interior del área de cambio de uso de suelo se alcanza una riqueza de 23 especies, de las cuales 10 especies distribuyen en el estrato arbóreo, 12 especies se encontraron en el estrato arbustivo, y 16 se distribuyen en el estrato herbáceo, aclarando que algunas especies se distribuyen en uno o dos estratos ya que están clasificadas pro su forma de vida actual. De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las especies registradas por su



composición y estructura se distribuyen de manera herbácea, seguido de arbustos y arbóreos lo cual se deriva de la condición actual del predio que ha sido impactada por actividades antropogénicas tanto dentro como en sus colindancias. Estas especies del área de cambio de uso de suelo se encuentran agrupadas en 19 Familias, de las cuales las Salicaceae y Leguminosae son las más abundantes con 7 y 3 especies respectivamente.

De acuerdo con el listado florístico del sitio testigo del sistema ambiental presentado en el capítulo IV, en total se identificaron 28 especies de vegetación de selva, de las cuales 10 especies se distribuyen en el estrato arbóreo, 10 especies se identificaron como arbustivas, y 13 se registraron como herbáceas, aclarando que algunas especies se distribuyen en dos o tres estratos ya que se clasifican por su forma de vida actual. Las especies de este sitio se encuentran agrupadas en 21 familias, de la cual la *Leguminosae* y *Sapindaceae* son las más abundantes con 4 especies identificadas para cada una.

El análisis de similitud de *Sorensen* no indica que las comunidades vegetales del sistema ambiental y las que se encuentran en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto “Bamoa”, presentan una similitud muy parecida, ya que del índice estadístico se obtuvo un número de especies comunes medio siendo este del 67 % del total de las especies registradas tanto en el sistema ambiental como en el predio.

El Índice de Sorensen se habrá de calcular a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A + B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

A: Número de especies en el sitio A (sistema ambiental): 46

B: Número de especies en el sitio B (predio): 28

C: Número de especies compartidas por las dos muestras: 19

$$QS = \frac{2(19)}{(46 + 28)} = 0.67 \times 100 = 67\%$$

Este resultado corrobora que el sistema ambiental es más diverso que el predio, ya que la semejanza de las comunidades vegetales es de 66%, lo cual indica que ambos predio son muy similares, y aunque en el sistema ambiental de identificaron más especies, este porcentaje se presenta ya que tanto en el área de cambio de uso de suelo con en el predio testigo se identificaron especies que no se presentan en uno u otro sitio, derivado de las acciones antropogénicas que se desarrollan en



la zona y a la fragmentación de los ecosistemas en ambos sitios por estar rodeados de vialidades y viviendas.

Este razonamiento se sustenta en que un determinado lugar depende de los factores históricos del desarrollo ambiental de la región y de la interacción con los factores ecológicos actuales, máxime cuando los cambios inducidos se manifiestan como un deterioro que ha sido y es generado por actividades antrópicas o inducidos por el hombre como es el caso del Predio.

VI.2.1. No se compromete la flora

El proyecto no compromete la diversidad local o del sistema ambiental donde se localiza el predio dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar en cuanto a la mayoría de especies registradas en el área de cambio de uso de suelo, Así mismo se debe considerar que el aprovechamiento del predio representa el 83% del predio por lo que a nivel de predio se garantiza la permanencia y distribución de todas las especies en el ecosistema ya que se conservara el 17 % donde de igual forma se reubicaran todas las especies que se rescataran del predio antes de la intervención del mismo.

Así mismo comparando las especies presentes dentro del área de cambio de uso de suelo y a nivel del sistema ambiental, en la siguiente tabla se puede apreciar como la mayoría de las especies permanecerán en el sistema ambiental sin necesidad de realizar ninguna acción tras la ejecución del cambio de uso de suelo.

Tabla 1. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental de la cuenca				
No.	Nombre común	Nombre científico	Sistema Ambiental	Sup. CUSTF
1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	X	
2	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	X	
3	Chimay	<i>Mimosa bahamensis</i>	X	
4	Cornizuelo	<i>Acacia cornigera</i>	X	
5	Diphysa	<i>Diphysa carthagenensis</i>	X	
6	Ficus	<i>Ficus cotinifolia</i>	X	
7	Guapilla	<i>Bromelia pinguin</i>	X	
8	Guaya	<i>Melicoccus oliviformis</i>	X	
9	katalox	<i>Swartzia cubensis</i>	X	
10	Trompillo	<i>Astrocasia tremula</i>	X	
11	Yaiti	<i>Gymnanthes lucida</i>	X	
12	Akits	<i>Cascabela gaumeri</i>	X	X
13	Boob	<i>Coccoloba spicata</i>	X	X



Tabla 1. Comparación de especies registradas entre el Predio y el Sistema ambiental de la cuenca				
No.	Nombre común	Nombre científico	Sistema Ambiental	Sup. CUSTF
14	Chacá	Bursera simaruba	X	X
15	Chit	Thrinax radiata	X	X
16	Crisantemo	Serjania mexicana	X	X
17	Jabín	Piscidia piscipula	X	X
18	Kanchunub	Thouinia paucidentata	X	X
19	Katzin	Acacia gaumeri	X	X
20	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	X	X
21	Mala mujer	Cnidocolus aconitifolius	X	X
22	Mora	Chlorophora tinctoria	X	X
23	Muk	Celtis iguaneae	X	X
24	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	X	X
25	Oreganillo	Lantana involucrata	X	X
26	Peechkitam	Randia aculeata	X	X
27	Yaxnic	Vitex gaumeri	X	X
28	Zapote	Manilkara zapota	X	X
29	Guázima	Guazuma ulmifolia		X
30	Ix imche	Casearia corymbosa		X
31	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		X
32	Parathesis	Parathesis cubana		X
33	Senna	Senna atomeria		X
34	Volador	Zuelania guidonia		X

En cuanto a las especies que se presentan solo en el predio que corresponden a *Guazuma ulmifolia*, *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus rugosus*, *Parathesis cubana*, *Senna atomeria*, *Zuelania guidonia* son claramente especies que no se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 ni en riesgo ambiental, por lo cual el no identificarlas en el sistema ambiental no representa que sean especies en riesgo, aun así el proyecto contempla un programa de Rescate y Reubicación de flora donde se dará prioridad a las especies enlistadas NOM-059-SEMARNAT-2010 y a estas especies que no se identificaron en predio testigo con lo cual se garantizara que estas especies continúen en el ecosistema de manera controlada y favoreciendo el desarrollo de las especies nativas de la vegetación.

Por otro lado, tomando como base los resultados obtenidos en el capítulo 4 sobre los índices de valor de importancia y los índices de Shannon Wiener, se presenta un análisis comparativo entre sistema ambiental y el área de cambio de uso de suelo por estrato, arrojando la siguiente información donde se demuestra que la ejecución del proyecto no pondrá en riesgo la flora del ecosistema:

VI.2.1.1. Estrato Arbóreo

Índice de Valor de Importancia



Comparación entre el IVI del estrato arbóreo en el ecosistema del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que presentan una composición florística similar, se observa que 5 de las 15 especies solo se identificaron en el sistema ambiental, mientras que 5 se encuentran presentes en ambos sitios y 5 especies solo se identificaron en el área de cambio de uso de suelo.

Tabla 2. Comparación del IVI del Estrato Arbóreo					
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI del Sistema ambiental	IVI Área de CUSTF
1	Arbóreo	Cedro	Cedrela odorata	18.142	
2	Arbóreo	Ceiba	Ceiba pentandra	61.860	
3	Arbóreo	Ficus	Ficus cotinifolia	17.179	
4	Arbóreo	Kanchunub	Thouinia paucidentata	17.834	
5	Arbóreo	katalox	Swartzia cubensis	26.082	
6	Arbóreo	Akits	Cascabela gaumeri	17.760	16.093
7	Arbóreo	Jabín	Piscidia piscipula	33.631	17.171
8	Arbóreo	Mora	Chlorophora tinctoria	68.500	48.176
9	Arbóreo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	17.148	16.360
10	Arbóreo	Chacá	Bursera simaruba	21.863	22.108
11	Arbóreo	Boob	Coccoloba spicata	Registrada en el estrato arbustivo	17.810
12	Arbóreo	Guázima	Guazuma ulmifolia		16.305
13	Arbóreo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		15.889
14	Arbóreo	Parathesis	Parathesis cubana		29.218
15	Arbóreo	Yaxnic	Vitex gaumeri	Registrada en el estrato arbustivo	100.869

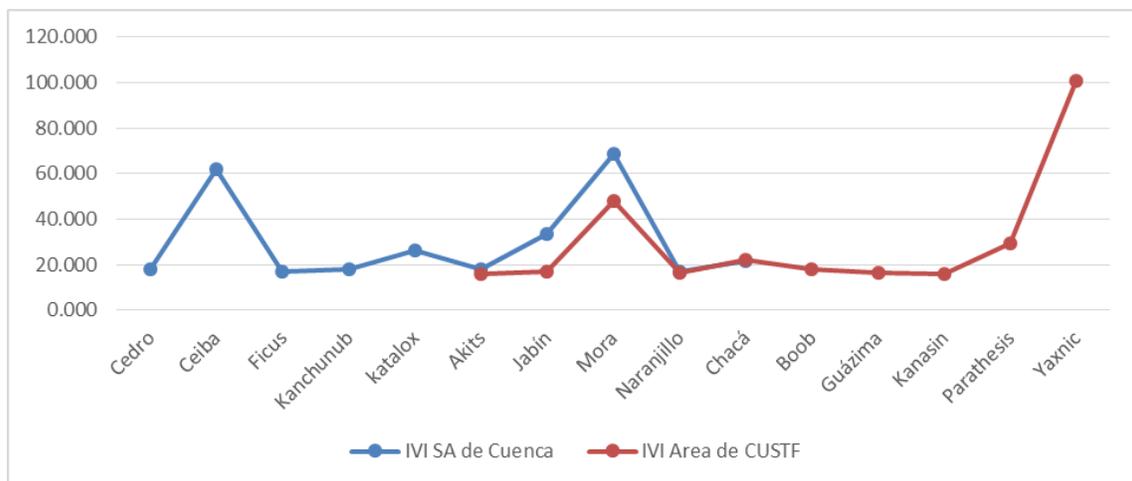


Figura 1. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbóreo.



Las especies de *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Ficus cotinifolia*, *Thouinia paucidentata*, *Swartzia cubensis*, sólo se registrarán en la cuenca, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del área de cambio de uso de suelo.

Para las especies de *Cascabela gaumeri*, *Piscidia piscipula*, *Chlorophora tinctoria*, *Esenbeckia berlandieri*, presentan menor valor de importancia en el predio, que en sistema ambiental por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que seguirán permaneciendo en el ecosistema aunque el proyecto se lleve a cabo ya que su representatividad es mayor en el sistema ambiental del sistema ambiental

Las especies de *Bursera simaruba*, presenta un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que en sistema ambiental, por lo cual a pesar de que seguirá permaneciendo en el ecosistema se incluirá en las especies a rescatar dentro del Programa de Rescate y Reubicación de flora.

En cuanto a las especies *Coccoloba spicata*, *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus rugosus*, *Parathesis cubana*, *Vitex gaumeri* solo se registraron en el predio, sin embargo la *Coccoloba spicata* y el *Vitex gaumeri* se registraron en el estrato arbustivo del sistema ambiental por lo cual seguirán permaneciendo en el ecosistema, mi entras que las tres especies restantes se incluirán en el Programa de Rescate y Reubicación de flora, con lo cual se garantizará su permanencia en el ecosistema, consiguiendo con esta medida que ningún ejemplar desaparecerá del ecosistema de la zona.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Índice del sistema ambiental		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	10	Riqueza (S) =	10
H' Calculada =	1.980	H' Calculada =	1.930
H max =	2.303	H max =	2.303
Equidad (J) =	0.860	Equidad (J) =	0.838
H max - H' =	0.323	H max - H' =	0.373

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbóreo en el sistema ambiental de la cuenca presenta un índice de diversidad de 1.980, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es 1.930.

Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.860 mientras que el predio sujeto al CUSTF de 0.838, esto nos dice que en el sistema ambiental hay más probabilidad de encontrar las especies que en el predio, con lo cual se



comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo será eliminadas.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el estrato arbóreo, se determina que la cuenca **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual los procesos bióticos del ecosistema seguirán presentándose en la zona sin ser alterados permanentemente.

VI.2.1.2. Estrato Arbustivo

Índice de Valor de Importancia

La comparación entre el IVI del estrato arbustivo del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que comparten 6 especies en común,

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI Área de CUSTF
1	Arbustivo	Cornizuelo	Acacia cornigera	20.706	
2	Arbustivo	Guaya	Melicoccus oliviformis	18.457	
3	Arbustivo	Jabín	Piscidia piscipula	36.448	
4	Arbustivo	Yaiti	Gymnanthes lucida	25.221	
5	Arbustivo	Boob	Coccoloba spicata	48.026	19.197
6	Arbustivo	Mora	Chlorophora tinctoria	34.966	25.523
7	Arbustivo	Yaxnic	Vitex gaumeri	30.918	27.613
8	Arbustivo	Zapote	Manilkara zapota	30.018	12.596
9	Arbustivo	Chit	Thrinax radiata	38.731	50.495
10	Arbustivo	Naranjillo	Esenbeckia berlandieri	16.508	46.205
11	Arbustivo	Akits	Cascabela gaumeri	Registrada en el Estrato arbóreo	40.869
12	Arbustivo	Ix imche	Casearia corymbosa		13.751
13	Arbustivo	Kanasin	Lonchocarpus rugosus		11.771
14	Arbustivo	Parathesis	Parathesis cubana		12.596
15	Arbustivo	Senna	Senna atomeria		27.613
16	Arbustivo	Volador	Zuelania guidonia		11.771

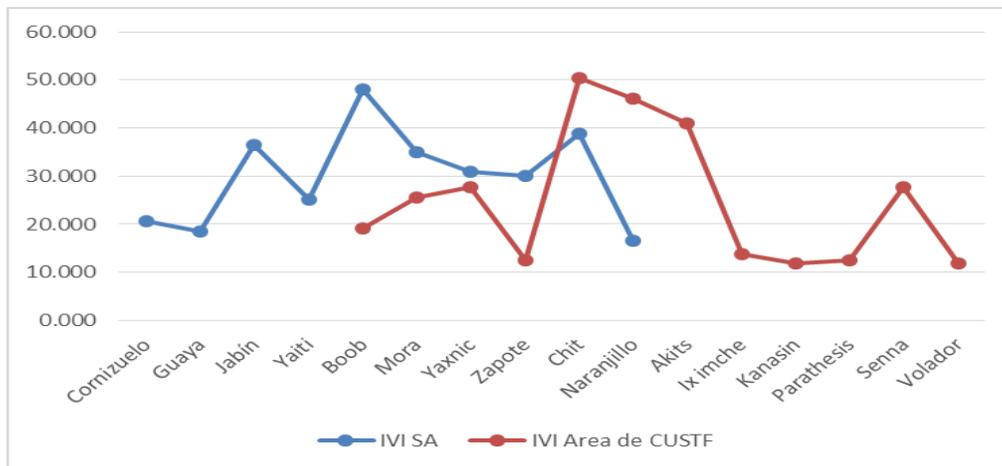


Figura 2. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato arbustivo.

Las especies *Acacia cornígera*, *Melicoccus oliviformis*, *Piscidia piscipula*, *Gymnanthes lucida*, sólo se registrarán en el sistema ambiental de la cuenca, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del predio.

La especie *Coccoloba spicata*, *Chlorophora tinctoria*, *Vitex gaumeri*, *Manilkara zapota*, presenta un IVI mayor en el sistema ambiental que en el predio, por lo cual estas especies no están en riesgo tras la ejecución del cambio de uso de suelo.

Las especies de *Thrinax radiata*, *Esenbeckia berlandieri*, presentan un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que en sistema ambiental. Sin embargo se garantiza su permanencia ya que se localiza tanto en el predio como en el sistema ambiental, en compensación estas especies serán incluidas en el Programa de Rescate de Flora que se ejecutara en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

En cuanto a las especies *Cascabela gaumeri*, *Casearia corymbosa*, *Lonchocarpus rugosus*, *Parathesis cubana* *Senna atomeria*, *Zuelania guidonia*, solo se registrarán en el predio, estas especies que no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y dos de ellas ya se habían descrito en el estrato arbóreo, sin embargo como se indicó anteriormente como medida de mitigación serán incluidas en el Programa de Rescate de flora con lo cual se garantizara que estas especies no se mantengan en el ecosistema.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.



Índice SA		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	10	Riqueza (S) =	12
H' Calculada =	2.216	H' Calculada =	2.370
H max =	2.303	H max =	2.485
Equidad (J) =	0.962	Equidad (J) =	0.954
H max - H' =	0.086	H max - H' =	0.115

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato arbustivo, en el mismo tipo de vegetación del sistema ambiental que no se afectará por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 2.216 resultando menor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 2.370, por lo cual es imprescindible la ejecución de las medidas de prevención y mitigación, dentro de las cuales la más importante es el Programa de Rescate y Reubicación de flora que permitirá la permanencia de todas las especies en el ecosistema.

Asimismo, el sistema ambiental de la cuenca presenta una equidad de 0.962, resultando un poco mayor que el área sujeta al CUSTF de 0.954, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el predio y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios.

VI.2.1.3. Estrato Herbáceo

Índice de Valor de Importancia

La comparación entre el IVI del estrato arbustivo del sistema ambiental y el IVI del área de cambio de uso de suelo, nos arroja que comparten 8 especies en común, y en este estrato es donde se presenta la mayor cantidad de especies.

No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	IVI SA	IVI Área de CUSTF
1	Herbáceo	Chimay	Mimosa bahamensis	13.657	
2	Herbáceo	Diphysa	Diphysa carthagenensis	13.657	
3	Herbáceo	Guapilla	Bromelia pinguin	25.809	
4	Herbáceo	Mora	Chlorophora tinctoria	17.708	
5	Herbáceo	Trompillo	Astrocasia tremula	28.819	
6	Herbáceo	Kanchunub	Thouinia paucidentata	9.606	6.469
7	Herbáceo	Mala mujer	Cnidioscolus aconitifolius	21.759	16.783
8	Herbáceo	Peechkitam	Randia aculeata	28.819	18.706
9	Herbáceo	Crisantemo	Serjania mexicana	63.771	74.476
10	Herbáceo	Katzin	Acacia gaumeri	9.606	12.238
11	Herbáceo	Labon aak	Peperomia pereskiifolia	46.063	86.014



12	Herbáceo	Muk	<i>Celtis iguaneae</i>	9.402	12.937
13	Herbáceo	Oreganillo	<i>Lantana involucrata</i>	11.325	16.783
14	Herbáceo	Chacá	<i>Bursera simaruba</i>	Registrada en el Estrato arbóreo	6.469
15	Herbáceo	Guázima	<i>Guazuma ulmifolia</i>		6.469
16	Herbáceo	Ix imche	<i>Casearia corymbosa</i>		8.392
17	Herbáceo	Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	Registrada en el Estrato arbustivo	6.469
18	Herbáceo	Parathesis	<i>Parathesis cubana</i>		6.469
19	Herbáceo	Senna	<i>Senna atomeria</i>		6.469
20	Herbáceo	Volador	<i>Zuelania guidonia</i>		8.392
21	Herbáceo	Zapote	<i>Manilkara zapota</i>	Registrada en el Estrato arbustivo	6.469

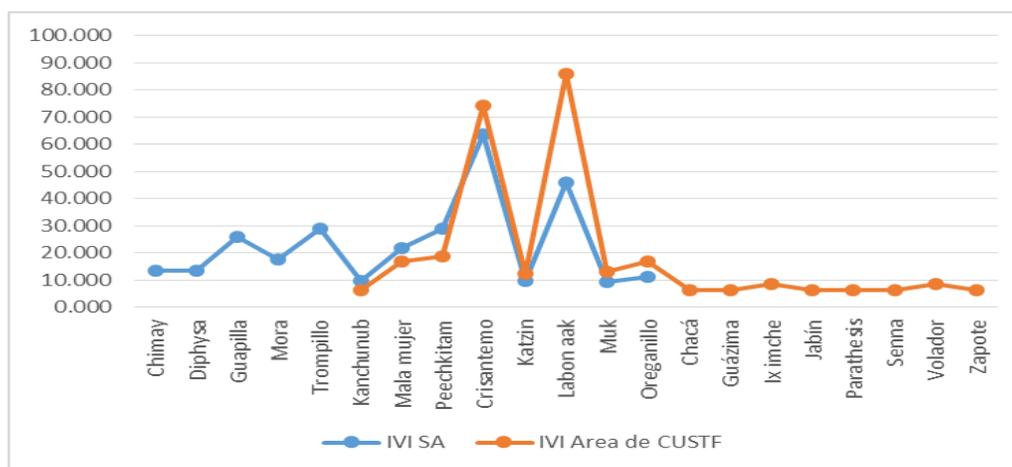


Figura 3. Comparación del comportamiento del IVI en el estrato herbáceo.

Las especies *Mimosa bahamensis*, *Diphysa carthagenensis*, *Bromelia pinguin*, *Chlorophora tinctoria*, *Astrocasia tremula*, sólo se registrarón en sistema ambiental de la cuenca, por lo tanto estas especies no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo ya que no serán removidas ni afectadas por las actividades dentro del predio.

En cuanto a la especie *Thouinia paucidentata*, *Cnidocolus aconitifolius*, *Randia aculeata*, presentan un menor valor de importancia en el predio, que en sistema ambiental de la cuenca por lo cual no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que seguirán permaneciendo en el ecosistema aunque el proyecto se lleve a cabo ya que su representatividad es mayor en el sistema ambiental de la cuenca.

En cuanto a las especies *Serjania mexicana*, *Acacia gaumeri*, *Peperomia pereskiifolia*, *Celtis iguaneae*, *Lantana involucrata*, presentan un valor de importancia mayor en el área de cambio de uso de suelo que en el sistema ambiental, en compensación estas especies serán incluidas en el Programa de



rescate de flora que se ejecutara en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo.

En cuanto a las especies *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Manilkara zapota*, no se identificaron en el sistema ambiental debido a que son especies que se desarrollan en los estratos arbóreos y arbustivos por lo cual estas especies en realidad no están en riesgo, aunque no se hayan identificado en el área testigo.

En cuanto a las especies *Guazuma ulmifolia*, *Casearia corymbosa*, *Parathesis cubana*, *Senna atomaria*, *Zuelania guidonia*, no se identificaron en el sistema ambiental, y corresponde a las especies ya mencionadas en los otros estratos, por lo cual será necesario incluirlas en el programa de Rescate de flora.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener.

Índice Cuenca		Índice CUSTF	
Riqueza (S) =	13	Riqueza (S) =	16
H' Calculada =	2.272	H' Calculada =	1.795
H max =	2.565	H max =	2.773
Equidad (J) =	0.886	Equidad (J) =	0.648
H max - H' =	0.293	H max - H' =	0.977

En cuanto a los índices de Shannon para el estrato herbáceo, en el mismo tipo de vegetación del sistema ambiental que no se afectará por el proyecto, presenta un índice de diversidad de 2.272 resultando bastante similar que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo en cual es de 1.795.

Asimismo, el sistema ambiental de la cuenca presenta una equidad de 0.886, mayor que el predio sujeto al CUSTF de 0.648, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y la cuenca presentan casi la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas.

VI.2.2. No se compromete la fauna en el ecosistema

Con base en la estimación del índice de diversidad Shannon-Wiener realizada por grupo faunístico para el sistema ambiental de la cuenca y en el predio se presenta a continuación la justificación de la no afectación de la fauna del ecosistema por la ejecución del cambio de uso de suelo del proyecto.



Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios solamente se registraron la presencia de dos especies en el predio, la cuales se pueden desplazar por si solos del predio tras realizar un ahuyentamiento o desplazarlos tras la ejecución del programa de rescate de fauna.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de alguna manera.
- Dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. No se registró ninguna especie.

Justificación por grupo faunístico

VI.2.2.1. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Anfibios

Comparando los índices de diversidad de Shannon-Wiener del grupo de Anfibios obtenidos en el sistema ambiental y en el predio donde se ejecutará el cambio de uso de suelo, tenemos que en el sistema ambiental se presentan 2 especies, mismas que en el predio solo se identificaron. Por lo tanto, el desarrollo de la actividad no compromete a este grupo faunístico.

No.	Grupo	Nombre común	Especies	SA de la cuenca	Predio
1	Anfibio	Rana	<i>Phrynohyas venulosa</i>	√	√
2	Anfibio	Rana	<i>Smilisca baudinni</i>	√	√

Según el índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico (anfibios) dentro del sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto) presenta un índice de diversidad de 0.665, mientras que en el predio se estimó en 0.679, lo que nos indica que en el sistema ambiental hay la misma presencia de especies que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual **son igual de diverso**, así mismo el sistema ambiental presenta una equidad de 0.959 mientras que el predio es de 0.980, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo se conservarán en el ecosistema.

Otra medida que se implementará para garantizar que no se afectará su distribución se deberá ejecutar el programa de rescate de fauna, lo que garantiza su conservación en el ecosistema.



Grupo Anfibios Ecosistema del SA		Grupo Anfibios área de Predio	
Riqueza (S) =	2	Riqueza (S) =	2
H' Calculada =	0.665	H' Calculada =	0.679
H max =	0.693	H max =	0.693
Equidad (J) =	0.959	Equidad (J) =	0.980
H max - H' =	0.029	H max - H' =	0.014

VI.2.2.2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Reptiles

En cuanto al grupo de los Reptiles se presentan 3 especies en el área de cambio de uso de suelo y 7 en el sistema ambiental, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 6. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el SA

No.	Grupo	Nombre común	Especies	SA de la cuenca	Predio
1	Reptil	Lagartija	Ameiva undulata	X	
2	Reptil	Cuija besucona	Hemidactylus frenatus	X	X
3	Reptil	Chipojo	A. sagrei	X	X
4	Reptil	Toloque	Basiliscus vittatus	X	X
5	Reptil	Iguana gris	Ctenosaura similis	X	
6	Reptil	Gecko	Hemidactylus frenatus	X	
7	Reptil	Lagartija	Sceloporus chrysostictus	X	

Según el índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico (anfibios) dentro del sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto) presenta un índice de diversidad de 0.665, mientras que en el predio se estimó en 0.679, lo que nos indica que en el sistema ambiental hay la misma presencia de especies que en el área de cambio de uso de suelo, por lo cual **son igual de diverso**, así mismo el sistema ambiental presenta una equidad de 0.959 mientras que el predio es de 0.980, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo se conservarán en el ecosistema.

En cuanto a los índices de Shannon para el Grupo de Reptiles en el sistema ambiental se presenta un índice de diversidad de 1.901, resultando mayor que el predio donde se pretende el cambio de uso de suelo el cual es 1.073.

Grupo Reptiles del SA de la Cuenca		Grupo Reptiles Ecosistema del predio	
Riqueza (S) =	7	Riqueza (S) =	3
H' Calculada =	1.901	H' Calculada =	1.073
H max =	1.946	H max =	1.099
Equidad (J) =	0.977	Equidad (J) =	0.977
H max - H' =	0.045	H max - H' =	0.025



Asimismo, el sistema ambiental presenta una equidad de 0.977 mientras que el predio es de 0.977, esto nos dice que prácticamente todas las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo y el sistema ambiental presentan la misma posibilidad de ser encontrados en ambos sitios, con lo cual se comprueba que ninguna de las especies presentes en el área sujeta al cambio de uso de suelo serán eliminadas o correrán el riesgo de desaparecer, ya que todas las especies del predio se encuentran representadas en el sistema ambiental.

Con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de reptiles, se determina que el sistema ambiental se la cuenca **es más diversa** que en el área de cambio de uso de suelo, sin embargo estas especies de reptiles presentes en el área de cambio de uso de suelo son ejemplares fáciles de trasladar o desplazar a sitios de conservación mediante la ejecución del programa de rescate de fauna, lo que garantiza su conservación en el ecosistema.

VI.2.2.3. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Aves

En cuanto al grupo de las Aves se presentan 5 especies en el área de cambio de uso de suelo y 17 en el sistema ambiental, conforme a la siguiente tabla:

Tabla 7. Especies de Reptiles presentes en el área de CUSTF y en el SA					
No.	Grupo	Nombre común	Especies	SA de la cuenca	Predio
1	Ave	Colibrí	Amazilia rutila	X	
2	Ave	Chara yucateca	Cyanocorax yucatanicus	X	X
3	Ave	Momoto ceja azul	Eumomota superciliosa	X	
4	Ave	Buhito, Monjita	Glaucidium brasilianum	X	
5	Ave	Bolsero	Icterus auratus	X	X
6	Ave	Luis pico grueso	Megarynchus pitangua	X	
7	Ave	Carpintero yucateco	Melanerpes pygmaeus	X	
8	Ave	Cenzonte tropical	Mimus gilvus	X	X
9	Ave	Luis gregario	Myiozetetes similis	X	
10	Ave	Chachalaca	Ortalis vetula	X	
11	Ave	Paloma	Patagioenas flavirostris	X	
12	Ave	Pájaro ardilla	Piaya cayana	X	
13	Ave	Carpintero mexicano	Picoides scalaris	X	
14	Ave	Luis bien te veo	Pitangus sulphuratus	X	
15	Ave	Zanate mexicano	Quiscalus mexicanus	X	X
16	Ave	Trogon cabeza negra	Trogon melanocephalus	X	
17	Ave	Tirano tropical	Tyrannus melancholicus	X	X

De acuerdo al índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico (Aves) dentro del sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto) presenta un índice de diversidad de 2.782 mientras que en el predio es solo de 1.573.



Grupo Aves área del SA de la Cuenca		Grupo Aves Ecosistema del predio	
Riqueza (S) =	17	Riqueza (S) =	5
H' Calculada =	2.782	H' Calculada =	1.573
H max =	2.833	H max =	1.609
Equidad (J) =	0.982	Equidad (J) =	0.977
H max - H' =	0.051	H max - H' =	0.037

Con respecto a las especies de aves que se observaron en el área de cambio de uso de suelo se debe considerar que las aves son especies de fácil desplazamiento, ya que en cuanto se inicien las actividades estas se desplazarán, sin embargo como medida de precaución y compensación se aplicará el programa de rescate de fauna con lo cual se garantizará que estas y todas las demás especies de aves no sean dañadas, ya que cualquier ejemplar enfermo o que no se desplace será rescatado y reubicado.

Así mismo con base en los índices de diversidad obtenidos en el cálculo para el grupo de los aves, se determina que el ecosistema de la cuenca **es más diverso** que en el área de cambio de uso de suelo, por lo tanto las especies de este grupo que se encuentran no están en riesgo por la ejecución del cambio de uso de suelo, así mismo se debe considerar que se conservará el 17 % del predio con su vegetación forestal actual, lo cual proveerá de áreas de alimentación y anidación para las aves locales o de paso que se pudieran instalar en el predio.

Vi.2.2.4. Índice de diversidad de Shannon-Wiener para el grupo de Mamíferos

En cuanto al grupo de los mamíferos se presentan 4 especies en área de CUSTF y 7 en la cuenca, conforme a la siguiente tabla:

No.	Grupo	Nombre común	Especies	SA de la cuenca	Predio
1	Mamífero	Sereque	Dasyprocta punctata	X	X
2	Mamífero	Rata de abazones	Heteromys gaumeri	X	
3	Mamífero	Coatí	Nasua narica	X	X
4	Mamífero	Tlacoache	Didelphis virginiana	X	X
5	Mamífero	Rata arborícola	Otodylomys phyllotis	X	
6	Mamífero	Ardilla yucateca	Sciurus yucatanensis	X	X
7	Mamífero	Rata de cañaveral	Sigmodon hispidus	X	

Conforme al índice de Shannon-Wiener, en el mismo grupo faunístico de los Mamíferos dentro del sistema ambiental de la cuenca se presenta un índice de diversidad de 1.867 mientras que el del área sujeta a cambio de uso de suelo es solo de 1.380.



Grupo Mamíferos SA		Grupo Mamíferos área de CUSTF	
Riqueza (S) =	7	Riqueza (S) =	4
H´ Calculada =	1.867	H´ Calculada =	1.380
H max =	1.946	H max =	1.386
Equidad (J) =	0.959	Equidad (J) =	0.996
H max - H´ =	0.079	H max - H´ =	0.006

El sistema ambiental presenta una riqueza de especies de 7 especies, mientras que la del área de cambio de uso de suelo es de 4 especies, así mismo el ecosistema de la cuenca presenta una equidad de 0.959, mientras que en el área objeto de CUSTF con 0.996, esto nos dice que hay una mayor riqueza en la cuenca que el área de cambio de uso de suelo, más sin embargo para garantizar la funcionalidad del ecosistema será necesario ejecutar el programa de rescate de fauna.

Así mismo estas 4 especies de mamíferos presentes en el área de cambio de uso de suelo se podrán desplazar a las áreas de conservación del predio que corresponden al 17 % del predio, las que permitirán a este tipo de fauna encontrar refugio y zonas de anidación dentro del mismo predio.

Como una estrategia adicional que garantizará la conservación de la flora y fauna, se ejecutarán las siguientes acciones que asegurarán la conservación de la biodiversidad presente en el área de reserva forestal del predio una vez que dé inicio el proyecto:

Medida de protección ambiental 1	Capacitación del personal
Etapa del proyecto en la cual se aplicara	Antes del inicio del proyecto y durante todas las etapas y como parte de la capacitación al nuevo personal
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Lista de asistencia a las pláticas, el supervisor ambiental debe llevar un registro
Medida de protección ambiental 2	La realización del proyecto y el trazo de instalaciones no deben afectar árboles singulares o representativos y cualquier tipo de formaciones naturales relevantes, de manera que sean integradas a la fisonomía del proyecto.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF



Tabla 9. Cuadro. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Respetar el área de desmonte delimitada mediante banderolas.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 3	El material de construcción que sea transportado deberá ser cubierto con una lona, transportado en bolsa o humedecido para evitar la emisión de polvos durante su transporte hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en las cuales se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Cada vehículo que sea utilizado para transportar material de construcción utilizará una lona que cubrirá el material que este transportando con el fin de evitar o reducir la emisión de polvos en el área del proyecto.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 4	Se regarán constantemente los sitios del proyecto que así lo requieran para evitar la dispersión de polvos hacia la vegetación colindante al predio o a su área de reserva forestal.
Etapas del proyecto en las cuales se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se seguirá un programa de riegos a las áreas donde se produzcan polvos con la ayuda de pipas, principalmente en los caminos del área del proyecto. En caso de presentarse lluvias durante la realización del proyecto se podrá suspender el riego.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Quedará estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de residuo
Tipo de medida	Preventiva
Etapas del proyecto en las cuales se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Los residuos que generen los trabajadores se deberán disponer en los contenedores rotulados dependiendo si son: residuos orgánicos, residuos inorgánicos o residuos peligrosos. En ningún momento los contenedores establecidos en la obra deberán sobre pasar el 80% de su capacidad. Antes de que el contenedor llegue al 80% de su capacidad se deberá llevar los residuos producidos al almacén temporal de residuos urbanos o peligrosos de la empresa constructora. Cuando el almacén temporal se encuentre al 80% de su capacidad, se deberá limpiar y disponer todos los residuos urbanos generados en un sitio autorizado (basurero municipal).



Tabla 9. Cuadro. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple del recibo o comprobante del basurero municipal donde dispuso sus residuos.
Medida de protección ambiental 6	Conservación de áreas con vegetación natural
Etapas del proyecto en la cual se aplicara	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Para garantizar la conservación del paisaje y el soporte para la sobrevivencia de la flora y fauna silvestre presentes en el predio se conservará un área del 17% con vegetación original, la cual mantendrá su estructura y composición actual.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 7	Supervisión ambiental
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se realizarán supervisiones al área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción con el fin de vigilar del correcto cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que durante la supervisión ambiental se registre algún incumplimiento se avisará al residente de la obra para que lo solucione a la brevedad posible Cada semana se evaluará el nivel de cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales del proyecto. En caso de que una o más medidas o condicionantes no se estén cumpliendo se realizará una reunión con el residente y personal de la obra con el fin de que en conjunto se planteen estrategias para el cumplimiento de las medidas y condicionantes ambientales.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Informe semanal de supervisión ambiental
Medida de protección ambiental 8	Disponer apropiadamente del material de relleno sobrante compuesto de suelos
Etapas del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	El material de relleno sobrante se extenderá si está compuesto por suelos, en el área de conservación
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Fotografías incluidas en el reporte de supervisión ambiental.
Medida de protección ambiental 9	Se prohibirá cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie silvestre



Tabla 9. Cuadro. Acciones para garantizar la no afectación a la flora y fauna	
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Preparación del sitio y construcción
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se deberá evitar cazar, perseguir o atrapar a cualquier especie de fauna silvestre. En caso de que durante los trabajos del proyecto se tenga un encuentro con la fauna silvestre (principalmente reptiles y pequeños mamíferos), se deberá retirar del lugar y esperar 20 minutos para que la fauna tenga tiempo de movilizarse a otra zona del predio.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento	Registro fotográfico

Con base en los razonamientos arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la primera de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, ya que ha quedado técnicamente demostrado que el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, no compromete la biodiversidad.

VI.3. Análisis de la pérdida de suelo

Actualmente el suelo que cubre la superficie de cambio de uso de suelo se encuentra en buen estado de conservación, ya que se encuentra cubierto por vegetación forestal que impide la erosión eólica, así mismo la topografía del área solicitada es prácticamente plana con un 2.25 % de pendiente que se clasifica como nula, por lo cual no se presenta erosión hídrica en el área solicitada, conforme se demuestra en las siguientes estimaciones.

Estimación de la Erosión hídrica

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

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



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

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

Dónde:

E = Erosión del suelo t/ha año.

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

K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

C = Factor de vegetación

P = Factor de prácticas mecánicas.

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

La erosión potencial se estima como:

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

Los factores se consideran como inmodificables.

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

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

Erosividad R

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

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

Dónde:



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

La suma de estos valores de E_{I30} en un año da el valor de R.

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

De acuerdo con este procedimiento se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS.. Estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país como se muestra en la Figura 7.2

Tabla 10. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia en la República Mexicana		
Región	Ecuación	R2
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
II	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95



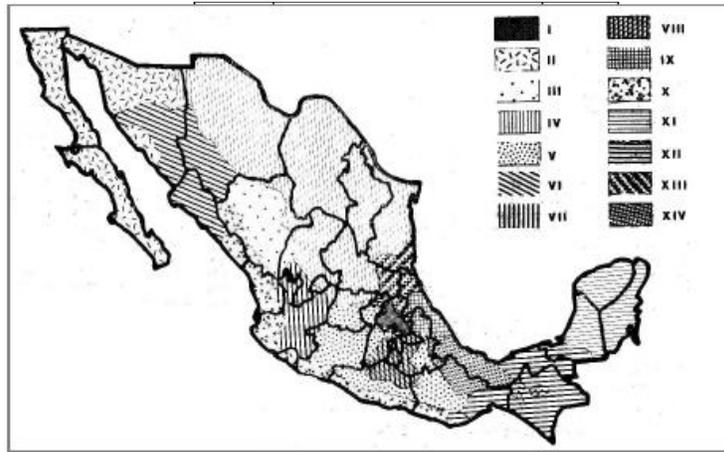


Figura 4. Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana.

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

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

Dónde:

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

p = Precipitación media anual de la región.

Si la precipitación media de la región es de 1300 mm anuales, entonces el valor de R sería.

$$R = 3.7745 (1300) + 0.004540 (1300)^2$$

$$R = 12,579.45 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

Erosionabilidad (K)

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

Para su estimación se utilizan fórmulas complicadas; para condiciones de campo se recomienda el uso del cuadro 4.3, para que con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estime el valor de Erosionabilidad (K). (CONAFOR, 2010).



Tabla 11. Valores de Erosionabilidad de los suelos (K) estimado en función de la textura y el contenido de materia orgánica (Morgan 1985).			
Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Para la región de trabajo donde se ubica el predio, los terrenos son de textura arenosos y los contenidos de materia orgánica con base en la cobertura vegetal es de es 0.5 al 2.0%.

Por lo que el valor de K sería de 0.003.

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

Longitud y Grado de pendiente (LS)

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, que se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

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

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)



L = Longitud del terreno (m).

Si el nivel de la parte alta es de 10.2 msnm y la elevación en la parte baja es de 8.2 msnm, entonces la diferencia en elevaciones es de 6 m. Si la longitud del terreno es de 89 m entre las más alta y la más baja, entonces la pendiente media del terreno sería de

$$S = (10.2 - 8.2) / 89$$
$$S = 0.0224 \text{ o sea que } S = 2.25 \%$$

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

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

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno.

m= Parámetro cuyo valor se ajusta a 0.5 para pendientes mayores al 1% (*Wischmeier y Smith, 1978.*)

Si consideramos los valores de longitud de la pendiente de 89 m, la pendiente media del terreno de 2.25 % y m de 0.5, se puede estimar el valor de LS resolviendo la Ecuación 3-6 de la siguiente forma:

$$LS = (\lambda)^m (0.0138 + 0.00965 S + 0.00138 S^2)$$
$$LS = 89^{0.5} * (0.0138 + 0.00965 * 2.25 + 0.00138 * 2.25^2)$$
$$LS = 0.40$$

VI.3.1. Estimación de la erosión por la ejecución del cambio de uso de suelo.

Considerando que R es igual a **12,579.45**, que K es igual a 0.003 y que LS es igual a 0.40 como fueron determinados previamente, la erosión potencial se estima sustituyendo estos valores en la ecuación (2), de la siguiente manera:

$$E = R * K * LS$$
$$E = (12,579.45) * (0.003) * (0.40)$$
$$E = 15.11 \text{ t/ha año}$$



La erosión potencial indica que si no existiera cobertura del suelo (suelo desnudo) por la ejecución del cambio de uso de suelo y no se tienen prácticas de conservación del suelo y del agua

Con base en el cálculo anterior y tomando en cuenta que la superficie de cambio de uso de suelo corresponde a una superficie de 0.309 has, se **determina que sobre esta superficie se generara una erosión de 4.66 t/año lo que se clasifica como una erosión nula** aunque el predio se dejara desnudo todo el año, lo cual no será así ya que se realizara el desmonte parcial y se aplicaran diversas medidas de mitigación que podrán reducir esta erosión a prácticamente 0.



Figura 5. Erosión hídrica potencial de suelos

VI.3.2. Estimación de la erosión actual en el predio

Para determinar este factor se debe considerar que el terreno actualmente se encuentra cubierto por vegetación en el 100% de su superficie, por lo cual para estimar la erosión anual del terreno es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cubierta vegetal y la resistencia que oponen las prácticas mecánicas para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación 2 le incluimos los factores C y P entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la ecuación. (CONAFOR, 2010).

Factor de protección de la vegetación (C)

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



valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en el cuadro 4.4.

Tabla 12. Valores de C que se pueden utilizar para estimar pérdidas de suelo.			
Nivel de Productividad.			
Cultivo	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.80
Maíz labranza cero	0.05	0.10	0.15
Maíz rastrojo	0.10	0.15	0.20
Algodón	0.30	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.10
Alfalfa	0.020	0.050	0.10
Trébol	0.025	0.050	0.10
Sorgo grano	0.43	0.55	0.70
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48		
Soya después de maíz con rastrojo	0.18		
Trigo	0.15	0.38	0.53
Trigo rastrojo	0.10	0.18	0.25
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		

Para estimar la erosión del suelo considerando que en el terreno existe un **bosque natural con una productividad moderada** (cobertura vegetal) conforme a los estudios de campo, entonces el valor de C sería de 0.01 que sustituyendo quedaría:

$$E = R K L S C$$

$$E = (12,579.45) * (0.003) * (0.7) * (0.01)$$

$$E = 0.15 \text{ t/ha año.}$$

Con base en el cálculo anterior y tomando en cuenta que la superficie de cambio de uso de suelo corresponde a una superficie de 0.309 has, **se determina que sobre esta superficie actualmente con la cobertura vegetal se presenta una erosión de 0.046 t/año lo que se clasifica como una erosión nula** aunque el predio se dejara desnudo todo el año

Lo anterior indica que en las áreas con cobertura vegetal actualmente no se presenta erosión del suelo, por lo cual en el predio no existe erosión actualmente.

Vi.3.3. Erosión eólica

La erosión eólica afecta principalmente a las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y secas del país, aunque no es exclusiva de ellas. Las causas de la



erosión eólica también se atribuyen a una insuficiente protección del suelo por la cubierta vegetal, a niveles bajos de humedad y a la destrucción de la estructura del suelo.

En escala nacional, 9.5% del territorio muestra evidencias de erosión eólica. Las entidades más afectadas son Chihuahua (28.5%), Tlaxcala (26%), Nuevo León (18.9%) y Durango (17.9%). En Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán no se encontró evidencia de este tipo de erosión

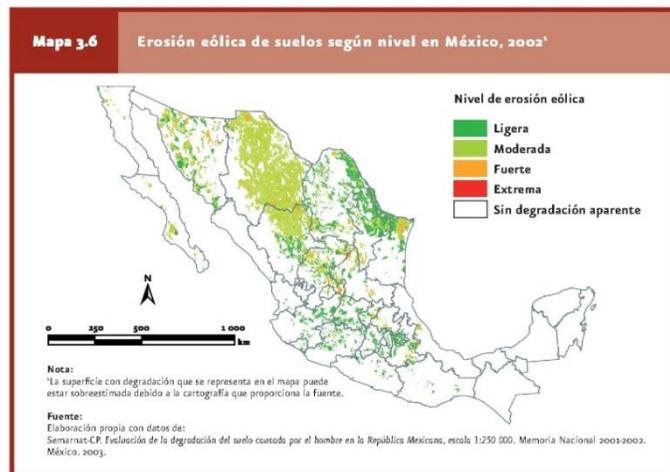


Figura 6. Erosión eólica de México escala 1:250,000.

Así mismo INEGI 2014¹, indica que la Erosión eólica sucede cuando el agente causal de la erosión es el viento en diversas formas como remolino, tolvaneras o tornados. La superficie nacional afectada es de 46,779.32 km² (2.41%).

Por lo tanto con base en lo anterior se establece que en el terreno la erosión eólica no se presenta ni se presentará tras la ejecución del cambio de uso de suelo por los siguientes argumentos:

1.- El terreno actualmente presenta una cobertura vegetal en buen estado de conservación en el 100 % del terreno corresponde a terrenos forestales o preferentemente forestales cubiertos por selva baja espinos subperennifolia, milpa o pastizal, por lo cual no se presenta erosión eólica sobre el predio actualmente

2.- La superficie solicitada para el cambio de uso de uso de suelo sobre la cual se eliminará totalmente la cobertura vegetal será de 0.309 has que, dicho desmonte quedará inmerso dentro de la vegetación y las demás obras colindantes que evitará que los efectos del viento pudiesen ocasionar erosión eólica sobre las áreas

¹ INEGI. Boletín de prensa NÚM. 295/14, Erosión de Suelos en México, 2014.

desmontadas, así mismo otro factor que evitará esta erosión será la ejecución del proyecto por etapas donde se realizarán desmontes parciales debido a que es posible por la naturaleza y diseño del proyecto. Por lo tanto con estas características y la aplicación de las medidas de mitigación propuestas, se asegura que la erosión eólica no se presentará en el predio tras la ejecución del cambio de uso de suelo.

3.- De acuerdo al estudio de la SEMARNAT 2008¹, Quintana Roo no presenta zonas afectadas por erosión eólica, lo cual es congruente ya que la mayor parte del estado se encuentra cubierta por vegetación.

Por lo anterior, con base en los razonamientos y consideraciones arriba expresados, se considera que se encuentra acreditada la segunda de las hipótesis normativas establecidas por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto a que, con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el desarrollo del proyecto de cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.**

VI.4. Análisis de la afectación al recurso agua

VI.4.1. En cuanto a cantidad

Dentro de las 0.309 has solicitadas para el cambio de uso de suelo no se presenta ningún tipo de cuerpo de agua natural o artificial, por lo cual para demostrar que no se afectara este recurso se presentan las estimaciones de la infiltración en 4 escenarios, en sus condiciones actuales con la cobertura vegetal, la estimación tras la ejecución del cambio de uso de suelo quedando el terreno sin vegetación, la estimación tras la ejecución del proyecto contemplando solo las áreas permeables que quedaran y la estimación contemplándolas medias de mitigación donde se sumaran las áreas permeables y las superficies de captación de agua que se dirigirán a un pozo de infiltración de agua al subsuelo, con lo cual se recuperan los cambios tras la ejecución del proyecto.

VI.4.1.1. Estimación de la captación de agua en las condiciones actuales

En México existen pocos trabajos sobre estimaciones de captura de agua en terrenos forestales. Dentro de las investigaciones pioneras se encuentran la de Martínez y Fernández (1983) y todo el conjunto de modelos de escurrimiento a partir del modelo lluvia-escurrimiento desarrollado por el CENAPRED (Domínguez et al. 1994; Torres y Guevara, 2003).



Se optó por seguir el método de la NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2001). Este método utiliza el coeficiente de escurrimiento para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. El cual es:

$$Ce = K (P-250)/200 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,16	0,24	0,30

Tabla 13. Cuadro 4.5. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al área sujeta al cambio de uso de suelo le correspondería como valor de K: 0.16, ya que actualmente el suelo del terreno es medianamente permeable y está cubierto en más 75% por vegetación forestal y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = 0,16 * (1300-250)/2000 + (0,16-0,15)/1,5$$

Ce= 0.09



Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm y la superficie del cambio de uso de suelo que corresponde a 0.309 has (3,089.22 m²). Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 14. Cálculo de escurrimiento anual en las condiciones actuales							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso	Superficie (m ²)	Tipo	Factor	Ce	Vol. Esc. Anual (m ³)	%
	de suelo		de Suelo	K			
Superficies permeable	Vegetación de selva mediana subperennifolia	3,089.22	B	0.16	0.09	364.12	100.0

Para la zona impermeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 3,089.22 \text{ m}^2 * 0.09$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 364.12 \text{ m}^3$$

Por lo cual con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolESC}$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Cálculo de P para el área sujeta al cambio de uso de suelo en estado actual



$P = \text{Precipitación anual (m)} * \text{Superficie del área de interés (m}^2\text{)}$

$$P = 1.30 \text{ m} * 3,089.22 \text{ m}^2$$

$$P = 4,015.99 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la Infiltración actual para el área sujeta al cambio de uso de suelo en estado actual:

Se considera el volumen de escurrimiento anual estimado es de **364.12 m³**, por lo tanto el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - \text{VolIESC}$$

$$I = 4,015.99 \text{ m}^3 - 364.12 \text{ m}^3$$

$$I = \mathbf{3,651.87 \text{ m}^3}$$

VI.4.1.2. Estimación de la captación de agua tras la ejecución del cambio de uso de suelo por la pérdida de vegetación

$$C_e = K (P-250)/200 \quad \text{cuando } K \text{ es igual o menor a } 0,15 \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 \quad \text{cuando } K \text{ es mayor que } 0,15$$

Dónde:

C_e = Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P = Precipitación media anual

K = Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente



USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,11	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Tabla 15. Cuadro 4.5. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.
 * Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al área sujeta al cambio de uso de suelo le correspondería como valor de K: 0.29, ya que tras el cambio de uso de suelo se convierte en una zona urbana, el suelo del terreno es medianamente permeable y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = 0.29 * (1300-250)/2000 + (0.29-0.15)/1.5$$

Ce= 0.25

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).



En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm y la superficie del cambio de uso de suelo que corresponde a 0.309 has (3,089.22 m²). Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado por tipo de vegetación se aprecian en la siguiente Tabla.

Tabla 16. Cálculo de escurrimiento anual tras el cambio de uso de suelo y la pérdida de vegetación							
Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso	Superficie	Tipo	Factor	Ce	Vol. Esc. Anual	%
	de suelo	(m ²)	de Suelo	K		(m ³)	
Superficies permeable	Vegetación de selva mediana subperennifolia	3,089.22	B	0.29	0.25	986.26	100.0

Para la zona impermeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 3,089.22 \text{ m}^2 * 0.25$$

Vol. Esc. Anual = 986.26 m³

Por lo cual con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{Vol}ESC$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Cálculo de P tras el cambio de uso de suelo y la pérdida de vegetación

P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

P= 1.30 m * 3,089.22 m²

P= 4,015.99 m³

Por lo tanto la Infiltración tras el cambio de uso de suelo y la pérdida de vegetación

Se considera el volumen de escurrimiento anual estimado es de **986.26 m³**, por lo tanto el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - \text{Vol}ESC$$



I= 4,015.99 m³- 986.26 m³

I= **3,029.73 m³**

Como se observa en los resultados anteriores tras la pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo, se generaría solo una reducción de 622.14 m³ que representa el 17% en la infiltración de agua al subsuelo comparando con los resultados del estado actual del área.

VI.4.1.3. Estimación de la captación de agua tras la ejecución del proyecto

Ce= K (P-250)/200 cuando K es igual o menor a 0,15 y

Ce= K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5 cuando K es mayor que 0,15

Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Tabla 17. Cuadro 4.5. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).



Con base en la tabla anterior al área sujeta al cambio de uso de suelo le correspondería como valor de K: 0.29, ya que tras el cambio de uso de suelo se convierte en una zona urbana, el suelo del terreno es medianamente permeable y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = 0.29 * (1300-250)/2000 + (0.29-0.15)/1.5$$

Ce= 0.25

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:

Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm y la superficie permeable que se mantendrá en el área de cambio de uso de suelo se reducirá a cero metros cuadrados por las construcciones. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado se reducirán a cero de igual forma, conforme a lo siguiente:

Tabla 18. Cálculo de escurrimiento anual tras la ejecución del proyecto

Uso	Tipo de Vegetación y/o Uso	Superficie (m ²)	Tipo	Factor	Ce	Vol. Esc. Anual	%
	de suelo		de Suelo	K		(m ³)	
Superficies permeable	Zona urbana	0.00	B	0.29	0.25	0.00	100.0

Para la zona impermeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 0.00 \text{ m}^2 * 0.29$$

Vol. Esc. Anual = 0.00 m³



Por lo cual con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - VolESC$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Cálculo de P para el área sujeta al cambio de uso de suelo tras la ejecución del proyecto:

P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

P= 1.30 m * 0.00 m²

P= 0.00 m³

Por lo tanto la Infiltración tras la ejecución del proyecto:

Se considera el volumen de escurrimiento anual estimado es de **0.00 m³**, por lo tanto el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - VolESC$$

I= 0.00 m³- 0.00 m³

I= **0.00 m³**

Con los resultados anteriores se observa que con el establecimiento del proyecto sin ningún tipo de medida las áreas permeables se eliminarán, con lo cual se perdería la capacidad de infiltración al subsuelo, por lo cual será necesario la implementación de medida de mitigación, con lo cual se presenta en siguiente escenario.

VI.4.1.4. Estimación de la captación de agua con la aplicación de medidas de mitigación.

Ce= K (P-250)/200

cuando K es igual o menor a 0,15 y

Ce= K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5

cuando K es mayor que 0,15



Dónde:

Ce= Coeficiente de escurrimiento para diferentes superficies en mm

P= Precipitación media anual

K= Factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, información que se presenta en el cuadro siguiente

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A*	B**	C***
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos			
En Hileras	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal			
Porcentaje del suelo cubierto o pastoreo			
Más de 75 % - Poco -	0,14	0,20	0,28
De 50 al 75 % - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos de 50 % - Excesivo	0,24	0,28	0,30
Bosque			
Cubierto más de 75 %	0,07	0,16	0,24
Cubierto de 50 al 75 %	0,12	0,22	0,26
Cubierto de 25 al 50 %	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos de 25 %	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

Tabla 19. Valores de K en función del tipo y uso de suelo. Fuente CNA, 2011.

* Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos), ** Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón). *** Suelos casi impermeables (arenas o los delgados sobre capa impermeable, arcillas).

Con base en la tabla anterior al área sujeta al cambio de uso de suelo le correspondería como valor de K: 0.29, ya que tras el cambio de uso de suelo se convierte en una zona urbana, el suelo del terreno es medianamente permeable y que la precipitación pluvial de la zona es de 1300 mm.

Por lo tanto el Ce del predio sería:

$$Ce = K (P-250)/2000 + (K-0,15)/1,5$$

$$Ce = 0.29 * (1300-250)/2000 + (0.29-0.15)/1.5$$

$$Ce = 0.25$$

Por otro lado el volumen de escurrimiento anual se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

Dónde:



Pa= Precipitación media anual en m

At= Área total en m²

Ce= Coeficiente de escurrimiento

Vol. Esc. Anual= Volumen medio anual de agua superficial que se capta por la red de drenaje natural de la propia cuenca hidrológica en metros cúbicos (m³).

En el área se reporta una precipitación anual máxima de 1,300 mm y se contempla una superficie de 1922.20 m² que corresponde a los techos de las construcciones que se implementaran como áreas de captación de agua pluvial que se canalizaran hacia un pozo de infiltración que garantizara la recuperación de la capacidad de captación de agua en el área de cambio de uso de suelo. Los resultados obtenidos del volumen medio anual de agua capturado se reducirán a cero de igual forma, conforme a lo siguiente:

Tabla 20. Cálculo de escurrimiento anual tras la ejecución del proyecto							
Uso	Tipo de Vegetación y/o	Superficie	Tipo	Factor	Ce	Vol.	%
	de suelo					(m ²)	
			Suelo	K		Anual	
Superficies permeable	Zona urbana	1,922.20	B	0.29	0.25	613.68	100.0

Para la zona impermeable:

$$\text{Vol. Esc. Anual} = Pa * At * Ce$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 1.3 \text{ m} * 1,922.20 \text{ m}^2 * 0.25$$

$$\text{Vol. Esc. Anual} = 613.68 \text{ m}^3$$

Por lo cual con base en este volumen de escurrimiento se determinará la infiltración de agua al subsuelo, aunque la NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VolESC}$$

Dónde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³),

Dónde: P = Precipitación anual (m) * Superficie del área de interés (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³)

Cálculo de P para el área sujeta al cambio de uso de suelo en estado actual

$$P = \text{Precipitación anual (m)} * \text{Superficie del área de interés (m}^2\text{)}$$

$$P = 1.30 \text{ m} * 1,922.20 \text{ m}^2$$



$$P = 2,498.86 \text{ m}^3$$

Por lo tanto la Infiltración actual para el área sujeta al cambio de uso de suelo en estado actual:

Se considera el volumen de escurrimiento anual estimado es de **613.68 m³**, por lo tanto el valor de la infiltración actual del predio es de:

$$I = P - \text{VolESC}$$

$$I = 2,498.86 \text{ m}^3 - 613.68 \text{ m}^3$$

$$I = \mathbf{1,885.18 \text{ m}^3}$$

Con los resultados anteriores se observa que tras la implementación de las medidas de mitigación que corresponde a la instalación de un sistema de captación pluvial sobre las azoteas de los edificios se lograría recuperar la captación de 1,885.18 m³ que corresponde a una recuperación del 51.6 % sobre la superficie de cambio de uso de suelo, con lo cual se garantiza que tras la ejecución del cambio de uso de suelos y la implementación del proyecto se continuara captando agua y garantizando la infiltración del agua al subsuelo, sumada a esta recuperación se debe considerad que se mantendrá el 17% del predio como áreas permeables naturales.

VI.4.2. En cuanto a calidad

En el estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.



De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que logran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Tabla 21. Medidas de prevención para mantener la calidad del agua	
Medida de protección ambiental 1	Debe de contar con sanitarios portátiles de acuerdo al número de trabajadores a razón de 1 baño por cada 20 trabajadores. Las aguas residuales generadas, deben ser dispuestas en el lugar que señale la autoridad municipal.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Un día antes de comenzar las actividades del proyecto se deberá contar con sanitarios portátiles en cada frente de trabajo.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la factura por la renta de los sanitarios.
Medida de protección ambiental 2	Para conservar el frágil equilibrio ecológico de los ecosistemas interconectados con las aguas subterráneas, debe tenerse especial cuidado para evitar algún derrame de líquidos contaminantes utilizados en la operación de la maquinaria que pudieran infiltrarse al manto freático.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Se deberá vigilar de manera constante que no existan fugas en la maquinaria y equipos. Cuando, por emergencias, se deba dar mantenimiento a la maquinaria y equipo dentro del predio, se colocarán lonas plásticas debajo el área de trabajo. Las lonas y material impregnado de hidrocarburos se considerarán residuos peligrosos.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia de la bitácora de mantenimiento de la maquinaria.
Medida de protección ambiental 3	La maquinaria pesada y los vehículos automotores que se utilicen durante el proyecto, deben recibir mantenimiento, para evitar la contaminación atmosférica, por emisiones de humos y gases.
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	Realizar el mantenimiento de la maquinaria pesada y los vehículos automotores dependiendo de sus horas de trabajo o kilometraje.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental



Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Copia simple de la bitácora de mantenimientos de la maquinaria y los vehículos automotores, así como copia del recibo del taller donde se realicen. En caso de que la maquinaria sea rentada, se entregará copia simple de la factura de renta.
Medida de protección ambiental 4	Se debe promover la separación de los residuos sólidos orgánicos de los inorgánicos y de los peligrosos, se sugiere que se utilicen contenedores de colores diferentes.
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	En cada frente de trabajo se deberá colocar 3 contenedores para la disposición de los residuos. El contenedor para residuos orgánicos deberá tener tapa, pintado de color verde y rotulado con la leyenda residuos orgánicos. El contenedor para residuos inorgánicos deberá tener tapa, pintado de color rojo y rotulado con la leyenda residuos inorgánicos. El contenedor para residuos peligrosos deberá tener tapa, pintado de color negro y rotulado con la leyenda residuos peligrosos. Cuando los contenedores estén al 80 % de su capacidad deberán ser dispuestos en el almacén temporal. No se utilizarán contenedor con residuos de aceite o algún hidrocarburo. Los contenedores deberán ubicarse en las zonas donde el personal tome sus alimentos y descansos, así como en las inmediaciones de las áreas donde se estén llevando a cabo los trabajos, asegurando un fácil acceso por parte de los trabajadores a estos contenedores
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Registro fotográfico
Medida de protección ambiental 5	Separar y enviar los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) a un centro de acopio
Tipo de medida	Preventiva
Etapa del proyecto en la cual se aplicará	Remoción de vegetación para el CUSTF
Forma correcta de cumplimiento de la medida de protección ambiental	La empresa separará los residuos susceptibles de reciclar (papel, cartón, madera, vidrio, metales en general y plásticos) y los colocará en el almacén temporal para su posterior disposición.
Forma de control y seguimiento del cumplimiento	Registro en la bitácora de seguimiento de la supervisión ambiental
Documentos que demuestran el cumplimiento de la medida	Recibo de entrega a una empresa especializada en el manejo de materiales reciclables.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la tercera de las hipótesis normativas que establece el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS, en cuanto que con éstos ha quedado técnicamente demostrado que con el cambio de uso de suelo en cuestión, **NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**



VI.6 Justificación económica y social

VI.6.1. Los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.

Con el objetivo de demostrar que el proyecto es más rentable a largo plazo se comparará el ingreso que se obtendrían del terreno en sus condiciones actuales contra la inversión inicial del proyecto y proyección a largo plazo de todos los ingresos que generaría el proyecto contra lo que se obtendría del terreno tras el paso de los años.

Inversión

Tabla 22. Comparación de beneficios económicos Año 1	
Estimación económica de recursos del área sujeta al cambio de uso de suelo	Inversión inicial para instalación del proyecto
\$240,929.22	\$6,000,000.00

Actualmente con base en los cálculos presentados en el capítulo II, sería factible obtener recursos económicos del área sujeta a cambio de uso por una cantidad de \$240,929.22 pesos suponiendo que fuera factible comercializarlos, mientras que por el contrario se requeriría de una inversión de \$6,000,000.00 de pesos, por lo cual en este aspecto el proyecto es más rentable desde su implementación que conservarlo como actualmente se encuentra o dándole un uso menos rentable.

Ejecución del cambio de uso de suelo.

Con la ejecución del cambio de uso de suelo se requerirá de la implementación de las medidas de mitigación propuesta en este documento, para lo cual se destinara un monto de 220,000.00 que equivale prácticamente al monto que se obtendría de los recursos forestales y no forestales del área de cambio de uso de suelo.

Rentabilidad a largo plazo

Esta estimación contempla solo los gastos por cuestiones ambientales del proyecto durante su operación, ya que tendría que implementar una serie de medidas y programas ambientales que estará obligado a realizar una vez que le evalúen la



etapa de operación de proyecto y que se tendrán que llevar a cabo durante la vida útil del proyecto, los cuales se resumen a continuación: \$ 220,000.00

Tabla 23. Rentabilidad a largo plazo.

Programas o acciones	Cantidad por evento	Valor total\$
Plan de educación ambiental	1	10,000.00
Capacitación en educación ambiental y salud ocupacional	1	5,500.00
Manejo de aguas residuales	1	20,000.00
Manejo de material particulado y gases	1	10,000.00
Señalización	1	5000.00
Manejo de residuos solidos	1	15,000.00
Manejo de combustibles y aceites lubricantes	1	10,000.00
Manejo y readecuación paisajístico	1	15,000.00
Plan de contingencias	1	25,000.00
Seguimiento a programas	1	20,000.00
Total		135,500.00

Aunada a esta cantidad se debe general los pagos por los empleos generados anualmente, que representan un beneficio para los habitantes, los cuales aparte de los que se generan temporalmente en la preparación y construcción del proyecto que se estima en 30 empleos temporales, se contemplan solo los que se generaran en la etapa de operación que se calculan en 20 empleos fijos, con un valor aproximado en pago de salarios de 1, 920,000.00 pesos al año, considerando un sueldo mínimo por empleado de \$8,000.00 Pesos.

En resumen durante la operación del proyecto se generaría una derrama económica de \$2, 055,500.00 pesos anuales, lo cual solo contempla las cuestiones ambientales y los empleos generados.

Por lo anterior, con base en las consideraciones arriba expresadas, se acredita la cuarta hipótesis normativa establecida por el artículo 117, párrafo primero, de la LGDFS en cuanto que con éstas ha quedado técnicamente demostrado que **EL USO ALTERNATIVO DEL SUELO QUE SE PROPONE ES MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO.**



Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

**CAPITULO VII. MEDIDAS DE
PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE
IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS
FORESTALES.**

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

Contenido

VII.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.	2
VII.2. Impactos residuales	8
Programa de vigilancia ambiental.....	9
VII.3 Conclusiones	10
VII.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	11
VII.5. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo	16
Características actuales de la vegetación del predio.....	16
Análisis de la estructura actual de la vegetación.....	16
Funcionalidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia.....	16
Escenarios para la restauración	17
Escenario 1 Corto plazo (1 a 2 años)	17
Escenario 2 Mediano plazo (3 a 10 años)	18
Escenario 3 Largo plazo (15 años en adelante)	18
Estimación de los costos de las actividades de reforestación.....	19
Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo	24
Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento	26



VII.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

Según Garmendia (2005), Se consideraran tres tipos de medidas según la forma de actuar; las medidas preventivas o protectoras, las medidas correctoras y las medidas compensatorias.

Las acciones o medidas preventivas o protectoras, serán las que eviten la aparición de un efecto negativo, bien sea mediante un diseño adecuado, mejorando la tecnología, trasladando la ubicación de toda la obra o la ubicación adecuada de sus elementos. Se protege un entorno ambiental valioso al mejorar el diseño del trazado, y al usar una tecnología más adecuada y menos contaminante o menos ruidosa, si se disminuye la invasión del territorio con jalonamientos y balizas, y si se diseña el calendario de forma que las operaciones afecten menos a la fauna. Son también medidas preventivas las que modifican las condiciones de funcionamiento o las condiciones de seguridad para evitar accidentes, como la disminución de la velocidad de vehículos, y las medidas para evitar incendios u otro desastre.

Son medidas correctoras, aquellas que al modificar las acciones o los efectos consiguen anular, corregir, atenuar un impacto recuperable, bien sea mejorando un proceso productivo o sus condiciones de funcionamiento, como los filtros para evitar emisiones contaminantes, o insonorizaciones para evitar ruidos. También lo son las que modifican un efecto hacia otro de menos importancia o magnitud, o un factor mejorando la dilución o la dispersión como agente transmisor, o aumentando el caudal de agua o su aireación como agente receptor. Una medida correctora supone la intervención, una vez producido el impacto como por ejemplo la recuperación de suelos contaminados.

Son medidas compensatorias, las que ni evitan, ni atenúan, ni anulan la aparición de un efecto negativo, pero contrarrestan la alteración del factor al realizar acciones con efectos positivos que compensan los impactos negativos que no es posible corregir y disminuyen el impacto final del proyecto.

En este mismo apartado se evaluarán los siguientes aspectos de cada propuesta que se realice:

La eficacia, que indica la capacidad de la medida para cubrir los objetivos mediante el cálculo del impacto residual e incluso del impacto que pudiera producir la propia medida.

La eficiencia, que indica la relación entre los objetivos perseguidos y los medios que se requieren para ello.



El estudio de costos, para conocer si es viable la implementación de la medida, tanto de la relación de costos y beneficios como evaluando el presupuesto de la obra.

El realismo, en la posibilidad de implantar, mantener y controlar la medida.

Impactos identificados con adopción de medidas (1)						
ATRIBUTO MICROCLIMA	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Precipitación. Disminución de la vegetación por remoción de la misma al interior del predio	Negativo Severo	Compensatoria	Alta	Alta	\$25,610.00	ejecutable
Vientos. Disminución de los vientos refrescantes por pérdida de la vegetación.	Negativo moderado					
Descripción: consistirá en la realización de una reforestación de un área verde dos veces la superficie de la que resultara de la remoción de vegetación. La densidad de planta será de 1111 plantas / has. Esto se propone realizar en coordinación con la autoridad municipal de manera que se ejecute en algún parche verde en beneficio de la comunidad.						
Control: bitácora, evidencia fotográfica.						

Impactos identificados con adopción de medidas (2)						
ATRIBUTO SUELO	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Propiedades físicas. Fecalismo al aire libre por la concentración de obreros en el sitio de la	Negativo Severo	Preventiva	Alta	Alta	\$1,860.00	ejecutable



obra durante todo el proceso del proyecto						
Descripción: la promovente contratará el servicio de baños portátiles para el uso de los colaboradores y prevenir la contaminación del suelo por fecalismo. La razón será de 1/20 usuarios. El mantenimiento de estas unidades será a través de la empresa contratada, quien será la responsable del manejo y disposición final de los residuos.						
Erosión. Exposición de la tierra fértil a la intemperie, derivado de la remoción de la vegetación.	Negativo severo	preventiva	alta	alta	\$5,500.00/día	ejecutable
Descripción: la promovente rentará una retroexcavadora para realizar la recuperación de la tierra fértil y a la par una astilladora para la molienda de todos los residuos vegetales, los cuales en su conjunto serán utilizados en las actividades de ajardinado del proyecto.						
Control: copia simple de comprobantes fiscales, bitácora y evidencia fotográfica.						

Impactos identificados con adopción de medidas (3)						
ATRIBUTO AIRE	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Ruido. Por la operación de maquinaria durante todo el proceso constructivo	Negativo moderado	Correctora	media	media	---	ejecutable
Descripción: las maquinas a contratar para el proceso de consolidación del proyecto deberán estar en buen estado, lo cual no rebasara la generación de db según la norma, por otro lado, el ruido o impacto se interrumpe al momento de que cesa el uso de la maquinaria. Referencia, NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.						
Calidad. Partículas de polvo	Negativo moderado	preventiva	alta	alta	\$34,000.00	ejecutable



dispersas en el aire						
<p>Descripción: se colocará una malla de 90% de sombra en el perímetro del predio, tendrá una altura de 2m y tendrá la función de retener el polvo y partículas grandes de tierra y evitar que se dispersen en las zonas aledañas. Por otro lado, se mojará de manera intermitente el suelo para asentar estas partículas.</p>						
<p>Control: bitácora, supervisión y evidencia fotográfica.</p>						

Impactos identificados con adopción de medidas (4)						
ATRIBUTO AGUA	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Cantidad. Reducción de la superficie de absorción	Negativo Severo	Correctora	alta	alta	\$110,000.00	ejecutable
<p>Descripción: la promovente colocará el número suficiente de rejillas para retención de sólidos, trampa de grasas y pozo de infiltración para que toda el agua que se capte en la azotea y planta baja, pueda ser dirigida al subsuelo y no se afecte en la cantidad de captación.</p>						
Calidad. Fecalismo al aire libre durante todo el proceso de construcción.	Negativo severo	preventiva	Alta	alta	\$1, 860.00	ejecutable
<p>Descripción: la promovente contratará el servicio de baños portátiles para uso de los colaboradores, evitando de esta forma el fecalismo al aire libre y por ende la contaminación el agua subterránea. Por otro lado se implementará un programa de manejo de residuos sólidos que consistirá en la colocación de contenedores debidamente rotulados para realizar una separación de los mismos. Estos serán dispuestos donde la autoridad municipal indique.</p>						
<p>Control: copia simple de comprobantes fiscales de pago de servicios, bitácora y evidencia fotográfica.</p>						

Impactos identificados con adopción de medidas (5)						
ATRIBUTO FLORA	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Abundancia. Reducción en el número de especies presentes en el predio	Negativo Severo	preventiva	alta	alta	\$7,920.00	ejecutable
Especies con atención especial	Negativo moderado					
Descripción: la promovente realizará el rescate de material parental de especies vegetales de atención especial de importancia ecológica y ornamental, estas plantas se mantendrán en un vivero temporal dentro del mismo predio. Referencia, 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.						
Control: bitácora, evidencia, evidencia fotográfica.						

Impactos identificados con adopción de medidas (6)						
ATRIBUTO FAUNA	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Reducción en el número de especies presentes en el predio	Negativo moderado	Preventiva	alta	alta	\$15,000.00	ejecutable
Especies con protección especial	-----	-----	---	----	----	-----
Descripción: consistirá en la colocación de trampas para mamíferos pequeños y medianos. Estas trampas serán cebadas y revisadas todos los días. Se realizará un						



recorrido en todo el predio para identificar nidos de aves, madrigueras y capturar con redes anfibios, reptiles y algún mamífero pequeño.

Control: bitácora y evidencia fotográfica.

Impactos identificados con adopción de medidas (7)						
ATRIBUTO PAISAJE	Clasificación del impacto	Medida que se adopta	eficacia	eficiencia	costo	realismo
Apariencia. Cambio del paisaje por la remoción de la vegetación.	Negativo moderado	correctora	media	media	\$67,000.00	ejecutable
Descripción: consistirá en realizar trabajos de jardinería en el edificio, roof garden y en planta baja y espacios libres para embellecer el paisaje.						
Control: bitácora y evidencia fotográfica.						

Cabe mencionar que en el capítulo V, fueron evaluadas la eficiencia y eficacia de cada una de estas propuestas, de manera que el impacto se reduce significativamente.

Complementariamente se realizaran actividades menores de igual importancia y relevancia.

- Delimitación topográfica con balizas y cinta plástica de precaución.
- Programa de manejo de residuos sólidos y líquidos.
- Supervisión técnica
- Maquinaria en buen estado de funcionamiento
- Mojado continuo del suelo para minimizar el polvo
- Colocación de lonas a la carga de proveedores de material pétreo.
- Capacitación a los colaboradores.



VII.2. Impactos residuales

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que muchos impactos carecen de medidas de mitigación, otros por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud. Por ello, el estudio de impacto ambiental quedará incompleto si no se especifican estos impactos residuales ya que ellos son los que realmente indican el impacto final de un determinado proyecto. A continuación evaluamos los componentes ambientales para verificar que no quedaran impactos residuales por la realización del proyecto.

Componente ambiental microclima

En la actualidad el microclima es típico de la península de Yucatán, con el proyecto se quitará la vegetación para llevar a cabo las actividades correspondientes para el desarrollo del proyecto lo que ocasionara una pérdida de la cubierta vegetal, es por esto que se realizará una reforestación de un área verde dos veces la superficie de aprovechamiento del proyecto.

Componente ambiental suelo

El suelo no se afectará en su permeabilidad en más del 50%, la modificación de sus propiedades físicas y exposición a la erosión será de manera puntual sobre el sitio donde se realice la excavación para el desplante del proyecto. La tierra vegetal será recuperada en la etapa de preparación del sitio, el material vegetal será triturado y composteado junto con la tierra, esto acelerara la degradación de las partículas grandes de madera. No habrá vertimiento de aguas residuales ya que estas serán canalizadas a una planta de tratamiento que se construirá al interior del predio y se colocaran temporalmente baños portátiles para uso de los colaboradores.

Se llevará a cabo la implementación del programa de manejo integral de residuos sólidos y líquidos.

Componente ambiental aire

Los impactos en su mayoría son momentáneos y reversibles por lo que no se esperan impactos residuales. La emisión de partículas y ruido serán mitigados mediante las medidas correctivas propuestas.

Componente ambiental agua



Habrà la reducci3n en la captaci3n de agua de lluvia para la recarga del acuífero por la ocupaci3n del proyecto en m1s del 50% de la superficie del predio; la calidad se pudiera ver comprometida por la presencia de colaboradores que sin los requerimientos m3nimos para su comodidad y seguridad laboral, pueden contribuir en ello., sin embargo se instalaran pozos de infiltraci3n para dirigir toda el agua captada en la superficie total del predio, se contrataran ba1os port1tiles para uso de los colaboradores y as3 evitar la contaminaci3n de los mantos acuíferos por fecalismo. Complementariamente se ejecutar1 un programa de manejo de residuos s3lidos y l3quidos.

Componente ambiental flora

La flora del predio se ver1 comprometida por los trabajos de preparaci3n, existen especies de gran valor ecol3gico, ornamental y de atenci3n especial; sin embargo ser1n rescatados a trav3s de un programa.

Componente ambiental fauna

La fauna ser1 rescatada y reubicada en las 1reas verdes del mismo fraccionamiento, la m1s conspicua son las aves y mam3feros debido a su sistema locomotor esta se desplazará por sí mismo.

Componente ambiental paisaje

El paisaje se ver1 transformado en m1s del 50% de la superficie del predio, sin embargo se implementaran un programa de ajardinado, as3 como t3cnicas constructivas como instalaciones de servicios ocultas que fomentaran que impere una apariencia agradable del paisaje.

Como se observa, todos los impactos potenciales que se presentan en cada componente ambiental son mitigados, prevenidos o minimizados despu3s de cada aplicaci3n de la propuesta de medida, por lo tanto no hay impacto residual.

Programa de vigilancia ambiental.

Como se hab3a mencionado antes, el prop3sito para el buen desarrollo de este proyecto es respetar el ecosistema que prevalece en el sitio para lo cual se supervisará desde el inicio hasta el final, con personal t3cnico calificado en cumplimiento de todas y cada una de las recomendaciones que se realizaron en el desarrollo de este proyecto, tambi3n se le brindará todas las facilidades a las autoridades competentes para la inspecci3n durante las diferentes fases del proyecto y estar en todo momento en apego a la Legislaci3n Ambiental.



META

Realizar un buen manejo y cuidado de los recursos naturales que existen en el área del predio, logrando una convivencia con la naturaleza de alto significado ecológico.

Programa de Manejo de Residuos Sólidos:

El manejo de la basura es imprescindible para evitar la proliferación de fauna y flora nociva, es por esto que en este programa incluiremos las medidas a tomar para el manejo de cada residuo y con esto cuidar las características naturales y el paisaje del área del proyecto. Implementar acciones para prevenir la contaminación y disminuir los riesgos a la salud pública y ambiental, lo que coadyuva a preservar el atractivo de la zona buscando soluciones alternativas para el manejo de la basura.

Programa de ajardinado

Conociendo las funciones y características generales de la vegetación de una región es posible aprovecharla de manera escénica, integrándola en la planificación de los desarrollos turísticos y residenciales, obteniendo los bienes y servicios que proporciona el uso sustentable de este recurso. El diseño del paisaje constituye uno de los principales elementos en la estética de los desarrollos turísticos

VII.3 Conclusiones

El desarrollo del proyecto “Bamoa”, busca que los impactos negativos al ambiente que se generen durante la etapa de preparación, construcción y operación sean los mínimos necesarios, tomando diversas medidas como el aprovechamiento de los espacios sin vegetación, espacios ya impactados por acción de la naturaleza o el hombre. Los posibles impactos serán mitigados con la aplicación de las medidas antes descritas en el presente estudio. No se considera que el desarrollo del proyecto produzca afectaciones importantes en la zona; cumple con lo dispuesto en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, publicado en el Periodo Oficial el 29 de junio de 2001; artículo 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.



Los efectos socioeconómicos de este proyecto y de proyectos similares que se realizan son positivos pues se generan empleos para la localidad durante las diferentes etapas del proyecto y representa entrada de divisas para el país.

Por tales razones se considera ambientalmente factible la ejecución del proyecto, ya que cumple los requerimientos y disposiciones que se establecen en los instrumentos de regulación de uso de suelo de del plan maestro de playacar.

En todo momento el proyecto respetará y se ajustará a las disposiciones ambientales que imponga la autoridad correspondiente para mantener el ambiente natural del predio y el paisaje de la zona, y el hecho de que otros desarrollos aledaños no hayan tenido la atención y el cuidado necesario, no deberá ser motivo para cometer alguna de estas irregularidades. El equilibrio de un ecosistema es independiente de las fronteras o límites que establece el hombre, y cualquier actividad que se desarrolle es acumulable, en este sentido las medidas de mitigación propuestas para el desarrollo del proyecto podrán contribuir a disminuir los efectos negativos de los impactos que se generen.

VII.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

La propuesta de fianza es calculado para 2 años de acuerdo al tiempo solicitado para las etapas de preparación del sitio y construcción, el cual será diferido en dos anualidades según el avance de las obras, esto quiere decir que las medidas de mitigación que se implementaran por año.

Acciones a realizar en el primer año

Acción a realizar

1. Se realizará la delimitación de la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo y CUSTF, así como para la construcción sobre el terreno, a través de la colocación de balizas y cinta amarilla de precaución.

La estrategia es delimitar las secciones del terreno que esté trabajando la maquinaria por sección, con lo cual se garantizará que se respete la superficie autorizada para el desplante del proyecto, al mismo tiempo que se garantiza el cuidado y protección de las áreas de conservación y enriquecimiento del proyecto.



Posteriormente, conforme la maquinaria de desplace a otra sección del terreno, se desplazará de igual forma, los trabajos de delimitación y colocación de cinta amarilla.

Se contempla un monto de \$670.00 pesos para la adquisición de 5 rollos de cinta amarilla con la leyenda precaución el primer año.



Imagen 1. Ejemplo de a delimitación de una superficie sujeta a CUSTF.

2. Para monitorear el cumplimiento de cada una de las medidas de prevención, mitigación, y/o compensación establecidas en el DTU del proyecto se ejecutará un Seguimiento Ambiental que representa un costo anual de \$96,000.00 pesos por concepto del pago de Servicios Técnicos. Este seguimiento se encargará de monitorear, ejecutar y reportar el cumplimiento de las medidas propuestas.

En cuanto a la ejecución de las medidas de prevención, mitigación, y/o compensación que representaría algún costo económico propuesto en este DTU, se presenta la siguiente tabla.

MEDIDAS	ACCIÓN A REALIZAR	INCLUIDA, EN:
GENERALES		
Delimitación topográfica y uso de cinta de precaución	Delineado del área de intervención	\$670.00
Programa de manejo integrado de residuos sólidos y líquidos	La Ejecución del Programa Integral de Manejo Ambiental representa una inversión de \$10,000 pesos, con lo cual se adquirirán los contenedores y las señalizaciones adecuadas para el correcto manejo de los residuos. Este programa se ejecutará durante los 2 años,	\$10,000.00



MEDIDAS	ACCIÓN A REALIZAR	INCLUIDA, EN:
	asignando el mismo monto de inversión para mantenimiento de contenedores, señalamiento o su renovación.	
Supervisión, Ejecución y Seguimiento Ambiental	<p>Esta actividad estará a cargo de un prestador de servicios técnicos, lo cual representa un costo de \$8,000 pesos mensuales, lo que al año dará un monto de \$96,000 pesos, durante la vigencia de la autorización. Esta actividad contempla las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el adecuado manejo de los residuos sólidos. • Verificar que no se realice el mantenimiento de maquinaria, ni cambio de aceite en el predio o en su caso se realice en el sitio acondicionado para ello. • Que no se utilice fuego dentro del predio para ninguna actividad. • Brindar las capacitaciones necesarias al personal de obra. • Verificar la correcta ejecución de los programas aplicables. • Verificar el correcto traslado de materiales dentro del predio. • Verificar la conservación de las áreas nativas del predio. • Prohibir la caza o captura de flora y fauna dentro del predio. • Realizar y presentar los informes semestrales del proyecto ante la SEMARNAT. • Verificar la eliminación de especies exóticas del predio. 	\$96,000.00
MICROCLIMA		
Reforestación	De un área verde que sea el doble de la superficie de aprovechamiento	\$25,610.00
SUELO		
Renta de baños portátiles	Se estima por lo menos tener una unidad por el tiempo que dure el proyecto	\$22,320.00
Recuperación de tierra fértil y triturado del material vegetal	Se recuperará la capa fértil de tierra y se triturará todo el material resultante del desmonte para ser usado posteriormente en la jardinería. Se estima esta labor tenga una duración de 15 días.	\$82,500.00
AGUA		
Colocación de pozos de infiltración	Consiste en la colocación de rejillas para retención de sólidos, trampa de grasas y pozo	\$110,000.00



MEDIDAS	ACCIÓN A REALIZAR	INCLUIDA, EN:
	de infiltración para que toda el agua que se capte en la azotea y planta baja, pueda ser dirigida al subsuelo y no se afecte en la cantidad de captación.	
Renta de baños portátiles	Se estima por lo menos tener una unidad por el tiempo que dure el proyecto	-----
AIRE		
Colocación de malla antidispersante	Se colocará una malla antidispersante en el perímetro del predio con el fin de capturar las partículas de polvo	\$34,000.00
FLORA Y FAUNA		
Capacitación del personal	Cursos de capacitación en cuestiones ambientales como son: 1.- Uso de baños portátiles. 2.- Conservación de flora y fauna. 3.- Manejo de residuos sólidos.	Incluida en la Supervisión, Ambiental del proyecto.
Rescate de flora	Incluye la coordinación del rescate de la flora. Este se realizará en la primera anualidad	\$7,920.00
Rescate de fauna	Incluye la coordinación del rescate de la fauna, la cual se ejecutará en el primer año. Los subsecuentes, será responsabilidad del área técnica ambiental	\$15,000.00
PAISAJE		
jardinería	Consistirá en trabajos de jardinería de los alrededores y de las áreas comunes del proyecto	\$67,000.00

ESTIMACION DE LOS COSTOS ANUALES

A continuación, se presentan las tablas anuales donde se estiman los costos de la ejecución por cada actividad de las medidas propuestas.

año uno				
concepto	unidad	cantidad	costo	total
delimitación con cinta amarilla	pza	5	\$134.00	\$670.00
manejo de residuos sólidos y líquidos	honorarios	1	\$10,000.00	\$10,000.00
supervisión ambiental	honorarios	12	\$8,000.00	\$96,000.00
reforestación	honorarios	1	\$25,610.00	\$25,610.00
renta de baños portátiles	renta	12	\$1,860.00	\$22,320.00



recuperación de tierra fértil y triturado de material vegetal	renta	15	\$5,500.00	\$82,500.00
colocación de malla antidispersante	pza	1	\$34,000.00	\$34,000.00
capacitación del personal	honorarios	1	\$0.00	\$0.00
rescate de flora	honorarios	1	\$7,920.00	\$7,920.00
rescate de fauna	honorarios	1	\$15,000.00	\$15,000.00
Total				\$294,020.00

año dos				
concepto	unidad	cantidad	costo	total
manejo de residuos sólidos y líquidos	honorarios	1	\$10,000.00	\$10,000.00
supervisión ambiental	honorarios	12	\$8,000.00	\$96,000.00
renta de baños portátiles	renta	12	\$1,860.00	\$22,320.00
Colocación de pozos de infiltración	pza	4	\$ 27,500.00	\$ 110,000.00
coordinación en la ejecución del programa de jardinado	honorarios	1	\$ 67,000.00	\$ 67,000.00
Total				\$305,320.00

MONTO DE LA PROPUESTA DE GARANTIA DEL PROYECTO

El primer año se estima una inversión de \$294,020.00 para la implementación de las medidas de mitigación propuestas y el segundo año el monto de inversión sería de \$305,320.00.00 que suman un total por los 2 años, de \$599,340.00 pesos M.N.

Se solicita a la SECRETARIA, emita su aprobación en la manera en la que se presenta (diferido) en virtud de que cada medida tiene su tiempo de aplicación y no todas son replicables.

Monto anual y total de la propuesta de garantía para el proyecto		
No. Año	Tipo de Actividades	Pesos (\$)
Año 1	Medidas de mitigación, prevención, complementarias	294,020.00
Año 2	Medidas de mitigación, prevención, complementarias	305,320.00
Total		\$599,340.00



VII.5. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo

Características actuales de la vegetación del predio

El proyecto que se propone se refiere exclusivamente al cambio de uso del suelo en terrenos forestales, a través de la remoción total o parcial de vegetación forestal correspondiente a Vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia en una superficie de 0.309 has que corresponden al 83 % de la superficie total del polígono.

El proyecto también implica el rescate y reubicación de especies de flora y fauna silvestre.

En la siguiente tabla se desglosan las áreas con vegetación en conservación, áreas preexistentes y superficies solicitada para el CUSTF:

Cuadro 14.1 .Resumen de las áreas del proyecto		
Concepto	Sup. (ha)	%
Área de aprovechamiento sujeta al Cambio de Uso de Suelo	0.309	83.0
Área de Conservación	0.063	17.0
TOTAL	0.372	100.0

Análisis de la estructura actual de la vegetación

La vegetación que actualmente se desarrolla en el predio cuenta con una estructura irregular; en cuanto al número de individuos por categoría diamétricas, se observa una distribución normal que es característica de una masa forestal en conservación de una Vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia.

Se puede observar que las existencias de arbolado mayormente se ubican por debajo de categorías menores a 30 cm, y a nivel de especie se pueden observar comportamientos diferentes en la mayoría de las especies; condición que no se refleja en la estructura predial, debido al número de individuos presentes, sin embargo la vegetación del predio en este momento se puede considerar en buen estado de conservación y en pleno desarrollo para alcanzar nuevamente los diámetros mayores en un futuro.

Funcionalidad de la vegetación de selva mediana subperennifolia.

La selva mediana subperennifolia que se desarrolla en la cuenca y de la que forma parte la vegetación que se desarrolla en el predio mantiene su funcionalidad en el



adecuado equilibrio de los componentes bióticos y abióticos. En los componentes bióticos se encuentran los organismos vegetales y animales; mientras que en los componentes abióticos se encuentran el suelo, el aire y el agua.

La presencia de la cubierta vegetal mantiene el equilibrio en las características de permeabilidad y estructura del suelo, que a su vez, establece las condiciones de soporte de la vegetación que como productora primaria se convierte en el origen de las distintas cadenas tróficas compuestas por insectos, aves, reptiles, mamíferos y descomponedores.

Escenarios para la restauración

Parte del supuesto que se ejecutó el cambio de uso de suelo y de que el predio fue limpiado de forma mecánica eliminando la vegetación y extrayendo el suelo dejando la piedra desnuda, lo que implica que en la ausencia de suelo, no se puede esperar un proceso de restauración pasiva; por lo tanto, para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella emanan, bajo esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover dicho proceso.

Escenario 1 Corto plazo (1 a 2 años)

Partiendo de la condición de afectación antes descrita, se señala como primer paso, la adición al terreno de una capa de tierra fértil de cuando menos 10 centímetros, sobre la roca expuesta, con la finalidad de contar con el sustrato necesario para que la vegetación tenga una fuente de nutrientes y un soporte para su desarrollo.

De acuerdo con la superficie del predio, para lograr formar una capa de tierra de 10 cm de espesor, se necesitarán de por lo menos 662 m³ de tierra, así como la dispersión de 10 kilogramos de semillas de especies pioneras, temprana y tardías, propias de una selva mediana subperennifolia que se desarrolla en la cuenca, estas son: Chacá (*Bursera simaruba*), Taatsi (*Neea psychotrioides*), Silil (*Diospyros tetrasperma*), entre otras.

Partiendo de que el predio fue limpiado de forma mecánica eliminando la vegetación y extrayendo el suelo dejando la piedra desnuda, lo que implica que en la ausencia de suelo, no se puede esperar un proceso de restauración pasiva; por lo tanto, para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella emanan, bajo esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover dicho proceso.



Escenario 2 Mediano plazo (3 a 10 años)

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como “fase de surgimiento o de estructuración”, misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo (predominantemente heliófitas y hemisciófitas y esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área).

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de Ramon (*Brosimum alicastrum*) y sacchaca (*Dendropanax arboreus*), entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a apreciar una estructura más definida de la vegetación (vegetación de regeneración), con individuos muy bifurcados, tallos irregulares, gran presencia de especies espinosas y alturas no mayores a los 3 metros.

En cuanto a fauna, es posible observar procesos de colonización de roedores, aves, insectos y reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías.

En este periodo se realizará la incorporación de plántulas de chit (*Thrinax radiata*) y Palma nakax (*Coccothrinax readii*), debido a que estas son especies de gran importancia por estar registradas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, la reforestación de estas especies se realizará en el período de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 10 a 20 cm., la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; por lo que se recomienda el establecimiento de palmas en toda la superficie a restaurar advirtiendo una tasa de sobrevivencia del 80%.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Escenario 3 Largo plazo (15 años en adelante)

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).



En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 3 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 15 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso del Chechem (*Metopium brownei*) Mata palo (*Ficus maxima*), Ciricote (*Cordia sebestena*), la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos gracias a la creación de nuevos hábitats.

A partir de los 15 años de edad ya se puede considerar una selva juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

Estimación de los costos de las actividades de reforestación

La valoración económica de la restauración, el análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo estos muy similares, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

El análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se ha determinado es enunciativa más no limitativa,



ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error mínimo (corrida financiera).

La restauración de la superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que la superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- Preparación del terreno
- Deshierbe
- Apertura de cepas
- Compra de planta
- Transporte
- Reforestación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

Preparación del terreno

La primera actividad contemplada para la restauración, es la preparación del sitio de para la reforestación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

Limpieza o Deshierbe. Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo.

Apertura de cepas. La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o establecerá la planta. Para la reforestación se utilizaran dos métodos para la preparación de apertura de cepas:

- El método de cepa
- El método a pico de pala



El método de cepa es el más empleado. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método a pico de pala. Se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta o pico. Con la pala recta de punta el hueco se hace hendiéndola y palanqueándola hacia abajo hasta que se deja un espacio suficiente para introducir la plántula.

Reforestación

Material vegetativo. Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada con una densidad mínima de 1,278 plantas por hectárea (3 X 3m) y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 85 %. Considerando que la superficie total a reforestar es de 0.309 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 395 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 15% de plantas para el mantenimiento de las plantas (59 para sustitución).

La planta sería adquirida en viveros autorizados, se requiere de una planta de un mínimo de 30 cm de altura que se estima suficiente para la reforestación, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos.

Transporte. Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera para evitar el daño al tallo de los individuos.



Reforestación. El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. La reforestación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal.

Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

El trazo será en marco real, ya que esta permite obtener una población uniforme y facilita el acceso en operaciones de mantenimiento, manejo y protección, las cepas estarán marcadas con balizas para su localización e identificación.

Se utilizará una densidad de 1,278 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3 x 3 entre filas e hileras. Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

Mantenimiento y Monitoreo

Mantenimiento del área restaurada. En la etapa inicial de la reforestación y posteriormente, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Lo que se mantendrá después de un período de dos años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de aproximadamente 1.5 metros.

El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, se realizará el chapeo 3 veces por año.

Asistencia técnica. Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente, estimado para un periodo de 15 años. El monitoreo se realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 15 años, costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas.



A continuación se presenta en el siguiente cuadro, en forma resumida el análisis económico realizado, el cual contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración estimada en \$ 47,760.00 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

Cuadro. Conceptos y costos para las actividades de restauración para una hectárea.						
Concepto	Unidades	Costo Unitario	Número de Unidades	Mano de obra	Materiales y/o maquinaria	Costo Total / ha
Limpieza	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Despiedre y desenraice	Jornales	200	4	800.0		800.0
Guardarraya	Jornales	200	4	800.0		800.0
Combate de insectos	Jornales	200	2	400.0		400.0
1.1.- Preparación del terreno				3,400.0		3,400.0
Costos de planta	Plantas	8	1,278		10,224.0	10,224.0
Transporte de plantas	Plantas	1	1,278		1,278.0	1,278.0
1.2.- Material vegetativo					11,502.0	11,502.0
Trazo y alineación	Jornales	200	4	800.0		800.0
Apertura de pocetas	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Plantación y fertilización	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
Replantación	Jornales	200	4	800.0		800.0
1.3.- Plantación				4,600.0		4,600.0
Cercado	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
Riegos Emergentes	Jornales	200	8	1,600.0		1,600.0
1.4.-Riegos emergentes				3,200.0		3,200.0
Picos o Coa	Lote	150	4	600.0		600.0
Palas y carretillas	Lote	550	2	1,100.0		1,100.0
1.5.- Materiales				1,700.0		1,700.0
1.- ESTABLECIMIENTO				12,900.0	11,502.0	24,402.0
Deshierbe	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200	4	800.0		800.0
Podas	Jornales	200	4	800.0		800.0
Aclareos	Jornales	200	5	1,000.0		1,000.0



Cajete	Jornales	200	7	1,400.0		1,400.0
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200	3	600.0		600.0
2.1.- Labores culturales (mano de obra)				6,200.0		6,200.0
Compra de fertilizante	Kilogramo	3.8	110		418.0	418.0
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.0	1,800.0
Compra de herbicidas	Litros	150	2		300.0	300.0
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120	2		240.0	240.0
2.2.- Adquisición de insumos					2,758.0	2,758.0
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO				6,200.00	2,758.00	8,958.00
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200	6	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200	6	1,200.00		1,200.00
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA				2,400.00		2,400.00
Adquisición de equipo y herramientas	Lote	1,000.00	1		1,000.00	1,000.00
Administración y Asistencia técnica	Contrato	3,000.00	2	6,000.00		6,000.00
Asesoría especializada	Contrato	5,000.00	1	5,000.00		5,000.00
4.- DIVERSOS				11,000.00	1,000.00	12,000.00
TOTAL DEL COSTO POR LAS 1 HA				32,500.00	15,260.00	47,760.00

Con esta idea, lo que costaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría. El costo de los trabajos indicados para la reforestación y enriquecimiento de especies, se estima en \$ 47,760 pesos 00/100 M.N. pesos para la restauración por hectárea, **por lo que para las 0.309 hectáreas que se tendrían que restaurar alcanzaría 14,757.84 pesos.**

Estimación de los costos de la implementación de las obras de conservación de suelo

Para determinar las obras de restauración de suelo se toma en cuenta que el terreno donde se ejecutó el cambio de uso de suelo y que será restaurada corresponde a una superficie prácticamente plana del 2.2 %, la vegetación que se desarrolla en la zona corresponde a una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, se presenta un suelo de tipo leptosol y una precipitación de 1,300



mm al año, se propone que las únicas obras de restauración de suelo que se podrían establecer con estas características principalmente de la topografía plana, serían las Prácticas vegetativas a través de las cortinas rompevientos.

Estas estarán combinadas con la reforestación de la zona, la reforestación permitirá restaurar la vegetación del predio y propiciar los procesos naturales posteriores, mientras que las cortinas rompevientos protegerán el suelo y a los ejemplares sembrados en la primera etapa de desarrollo.

Conforme el Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales las cortinas rompevientos se definen como:

"Son plantaciones alineadas en forma perpendicular a las corrientes del viento. Se establecen con cuatro o más hileras de árboles y arbustos para formar una barrera lo suficientemente alta y densa para disminuir significativamente la velocidad del viento"

Por lo cual estas se realizarán con las siguientes características:

Construcción de las cortinas:

- La cortina rompevientos se instala en todo el perímetro del área de cambio de uso de suelo que fue aprovechada.
- Constará de 4 hileras de vegetación, una arbustiva, dos arbóreas y una arbustiva en este mismo orden.
- Se plantarán en un sistema de tres bolillos con espaciamientos entre franjas e hileras de 1 metro ya que no permite que haya claros entre hileras de árboles en el sentido del viento.
- La altura de los ejemplares arbóreos será de 5 metros
- Se combinarán especies de rápido crecimiento con otras de lento crecimiento, que sean nativas de la zona
- Las especies a utilizar serán para las franjas arbóreas serán el chaca, el guácima, jabín y kanasin, para las franjas arbustivas se utilizarán el akitz, volador, senna y naranjillo.
- El riego de los ejemplares se realizará cada tercer día, para lo cual se utilizará una pipa para esta actividad.

Costos de instalación:

Los costos de instalación que maneja el Manual de Obras y Prácticas para la Protección, Restauración y Conservación de Suelos Forestales, para las cortinas rompevientos son de \$1,623 pesos por cada 167 metros lineales conforme a la siguiente tabla:



Cuadro. Costos promedio en la aplicación de cortinas rompevientos				
Concepto	Unidad de medida	Costo unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la actividad \$
Limpia del terreno	Jornal	45	2	90
Trazado de 167 metros de cortinas	Jornal	45	1	45
Adquisición y transporte de árboles y arbustos	Árboles	2.0/árbol	474	948
Plantación de árboles	Jornal	45	12	540
			Total	1623

Por lo tanto tomando en cuenta que el perímetro total de la superficie de cambio de uso de suelo ejecutada es de 323 metros, se obtiene que para la instalación de estas cortinas rompevientos **se requeriría de una inversión de 3,168.0 pesos**, lo cuales se obtiene de dividir los 323 m en los 167 m de un módulo de cortina rompevientos, y multiplicando por lo 1,623 pesos.

Cuadro. Costos de la instalación de la cortina rompevientos en el área de cambio de uso de suelo				
Concepto	Unidad de medida	Costo unitario \$	Cantidad requerida	Costo de la actividad \$
Limpia del terreno	Jornal	45	4	176
Trazado de 167 metros de cortinas	Jornal	45	2	88
Adquisición y transporte de árboles y arbustos	Árboles	2	925	1851
Plantación de árboles	Jornal	45	23	1054
			Total	3168

Estimación de los costos de la implementación de las actividades de mantenimiento

Adicionalmente se propone un mantenimiento y seguimiento por 4 años tanto para la reforestación como para las cortinas rompevientos,, hasta que se tenga un arbolado joven de aproximadamente 10 cm de diámetro en promedio, con este tiempo de mantenimiento se espera que la vegetación al llegar a la edad de 15 años, estará en condiciones similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo y se habrían establecido diversas especies de fauna propias del hábitat, por lo cual se estima que los costos de restauración y mantenimiento a un plazo de 15 años sería de . 37,779.6 pesos, conforme al siguiente cuadro:



Cuadro. Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 15 años para una superficie de 13.76 hectáreas.

COSTOS DE REFORESTACIÓN Y MANTENIMIENTO A 15 AÑOS para las 0.309 has del CUSTF																
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Total
Limpieza	432.6															432.6
Despiedre y desenraice	247.2															247.2
Guardarraya	247.2															247.2
Combate de insectos	123.6															123.6
1.1.- Preparación del terreno	1050.6															1050.6
Costos de planta	3159.2															3159.2
Transporte de plantas	394.9															394.9
1.2.- Material vegetativo	3554.1															3554.1
Trazo y alineación	247.2															247.2
Apertura de pocetas	432.6															432.6
Plantación y fertilización	494.4															494.4
Replantación	247.2															247.2
1.3.- Plantación	1421.4															1421.4
Cercado	494.4															494.4
Riegos Emergentes	494.4	494.4														988.8
1.4.-Riegos emergentes	988.8	494.4														1483.2
Picos o Coa	185.4															185.4
Palas y carretillas	339.9															339.9
1.5.- Materiales	525.3															525.3
1.- ESTABLECIMIENTO	7540.2															7540.2
Deshierbe	247.2	247.2	247.2	247.2												988.8
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	247.2	247.2	247.2	247.2												988.8
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	247.2	247.2	247.2	247.2												988.8
Podas	247.2	247.2	247.2	247.2												988.8
Aclareos	309.0	309.0	309.0	309.0												1236.0
Cajete	432.6	432.6	432.6	432.6												1730.4
Prevención de plagas y enfermedades	185.4	185.4	185.4	185.4			185.4			185.4						1112.4
2.1.- Labores culturales (mano de obra)	1915.8	1915.8	1915.8	1915.8			1915.8			1915.8						11494.8
Compra de fertilizante	129.2	129.2	129.2	129.2												516.6
Compra de insecticidas	556.2	556.2	556.2	556.2												2224.8
Compra de herbicidas	92.7	92.7	92.7	92.7			92.7			92.7						556.2
Compra de combustible y lubricantes	74.2	74.2	74.2	74.2			74.2			74.2						445.0
2.2.- Adquisición de insumos	852.2	852.2	852.2	852.2			166.9			166.9						3742.6
2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO	2768.0	2768.0	2768.0	2768.0			2082.7			2082.7						15237.4
Mantenimiento de Brechas	370.8	370.8	370.8	370.8												1483.2
Vigilancia	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	5562.0
3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA	741.6	741.6	741.6	741.6	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	370.8	7045.2
Adquisición de equipo y herramientas	309.0															309.0
Administración y Asistencia técnica	1854.0	927.0	463.5	231.8	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	115.875	4750.9
Asesoría especializada	1545.0	772.5					386.3							193.1		2896.9
4.- DIVERSOS	3708.0	1699.5	463.5	231.8	115.9	115.9	502.1	115.9	115.9	115.9	115.9	115.9	115.9	309.0	115.9	7956.8
Total	14757.8	5209.1	3973.1	3741.4	486.7	486.7	2955.6	486.7	486.7	2569.3	486.7	486.7	486.7	486.7	679.8	37779.6

Documento Técnico Unificado (DTU) del
Trámite de Cambio de Uso de Suelo
Forestal, Modalidad B, Particular

**CAPITULO VIII. PRONÓSTICOS
AMBIENTALES Y, EN SU CASO,
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**

M.V.Z. Edgar Salvador Matus Perez

Contenido

VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	2
VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto	3
VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	4
VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	5
VIII.4. Pronóstico ambiental.....	6
VIII.5. Programa de manejo ambiental	7
VIII.6. Seguimiento y control	8



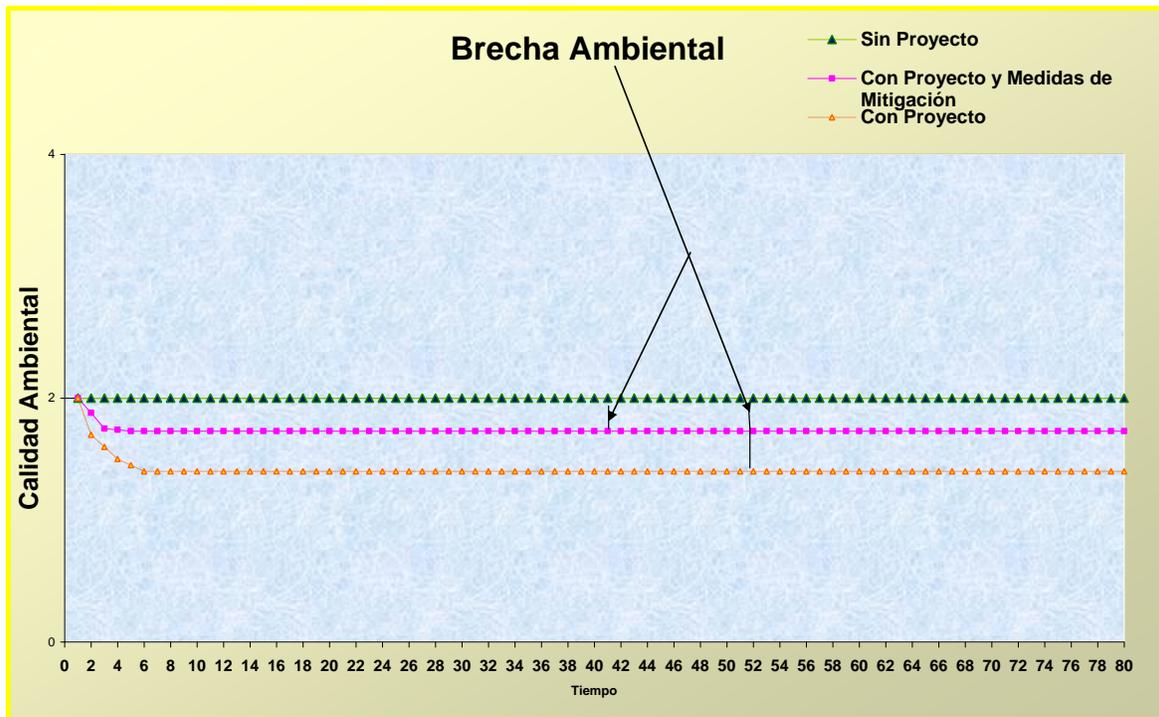
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

A continuación se realizará una proyección en la que se ilustrará el resultado de la acción de las medidas de mitigación sobre los impactos ambientales relevantes y críticos. Este escenario considera la dinámica ambiental resultante de los impactos ambientales, los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

La brecha ambiental

Esta aparece a partir del establecimiento en el tiempo con la calidad ambiental de los factores del entorno, de aquí se procede a realizar la modelación de los escenarios potenciales, con los cuales se obtendrán los valores a lo largo del tiempo; en nuestro proyecto a 99 años en función de las interacciones identificadas entre los elementos ambientales con las actividades del proyecto, para esto la simulación se realizará con la existencia de tres escenarios: “*Sin proyecto*” donde se considera el sistema bajo análisis, no sufre ningún tipo de afectación, modificación, o intervención adicional, es decir solo se modela e infiere su comportamiento bajo la incorporación de las tendencias y presiones de uso actuales de las distintas actividades que se realizan en el predio. El resultado obtenido es el futuro escenario sin la incorporación del proyecto a evaluar que servirá de marco de referencia para su comparación con las modelaciones posteriores ya que la calidad ambiental de los atributos analizados después de la modelación realizada muestran o expresan el futuro de los diversos estadios: deterioro, conservación, estabilidad, transformación, pérdida o sucesión entre otros. Posteriormente se procede a la modelación del escenario “*Con proyecto*”, donde se considera la existencia de una presión adicional sobre los atributos, lo cual conduciría a la modificación extrema de cada variable modelada. Finalmente se procede a obtener la simulación “*Con proyecto y Medidas de Mitigación*”, bajo la hipótesis de que se obtendrá una valoración intermedia, a consecuencia de que las medidas de mitigación podrían atenuar y controlar las afectaciones generadas por las actividades del proyecto y en el mejor de los casos superar la calidad ambiental actual. En la figura 1 se muestra el probable comportamiento de estas tres modelaciones.





Modelo de simulación

Sobre la base de la información compilada y analizada, se procedió definir los escenarios futuros en la zona del proyecto. El diseño de los escenarios futuros corresponde a *Sin Proyecto*, *Con proyecto* y *Con proyecto y Medidas de Mitigación* simulando una durabilidad de 80 años. El procedimiento definió la calidad del sistema ambiental, el cual considera los subsistemas natural, social y económico que involucran al Proyecto. Para ello, se consideran los componentes ambientales y los indicadores de impacto del sistema ambiental puntual, definidos en la manifestación de impacto ambiental, mediante los cuales se determinaron expectativas a futuro de su evolución al desarrollarse el proyecto.

VIII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto

El predio cuenta con una superficie de 0.3720.10 has, Presenta un solo tipo de vegetación de tipo selva mediana subperennifolia con cierto grado de intervención por acción del hombre ya que se encuentra inmerso dentro del área de aprovechamiento urbano de la población de Playa del Carmen; sin embargo conserva sus atributos ambientales.





Gráfica 1. Escenario del predio sin proyecto.

En esta grafica podemos ver el valor estimado en cuanto a importancia y magnitud del impacto sin proyecto, se observa que todos están sobre la línea cero (0) de esta proyección logarítmica.

VIII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto

El proyecto se desarrolla dentro del marco de la normatividad urbana, contemplando el equipamiento y servicios básicos para cubrir las necesidades inmediatas de los usuarios del proyecto, sin embargo, no se consideran la conservación de áreas de vegetación natural, áreas de filtración y recarga de los mantos acuíferos, se pierden especies vegetales de gran importancia ecológica y ornamental, hay la introducción de especies exóticas que desplazan a las especies nativas, pérdida de especies de fauna que ameritan atención inmediata y hay proliferación de fauna nociva porque no hay manejo de residuos sólidos. Los atributos agua y suelo se ven afectados por contaminación por desechos sólidos y otros líquidos de uso indiscriminado. No hay áreas de esparcimiento ni verdes, haciendo del paisaje un sitio desolado, incrementando la sensación térmica por el cambio en el microclima.

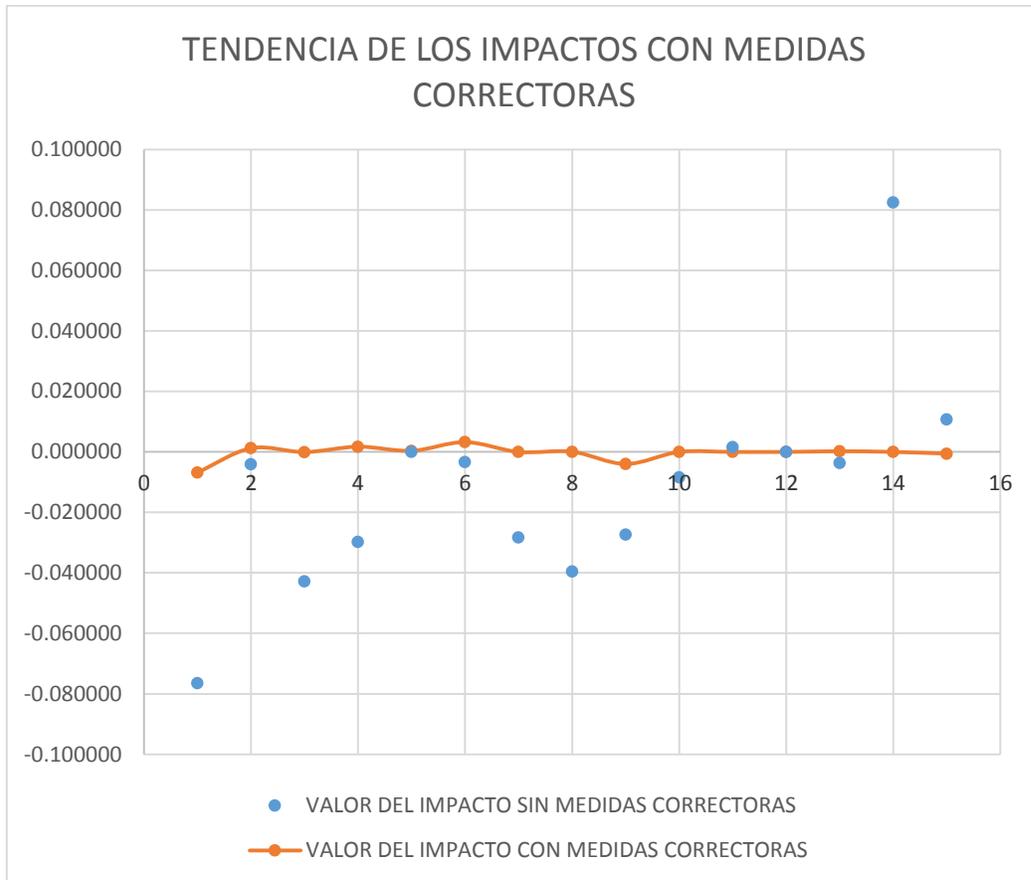


Gráfica 2. Escenario con proyecto sin medidas correctoras

Se observa como todos los valores de importancia y magnitud del impacto se encuentra por debajo de la línea cero (0) en virtud de que no hay la aplicación de ningún tipo de medida correctora.

VIII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

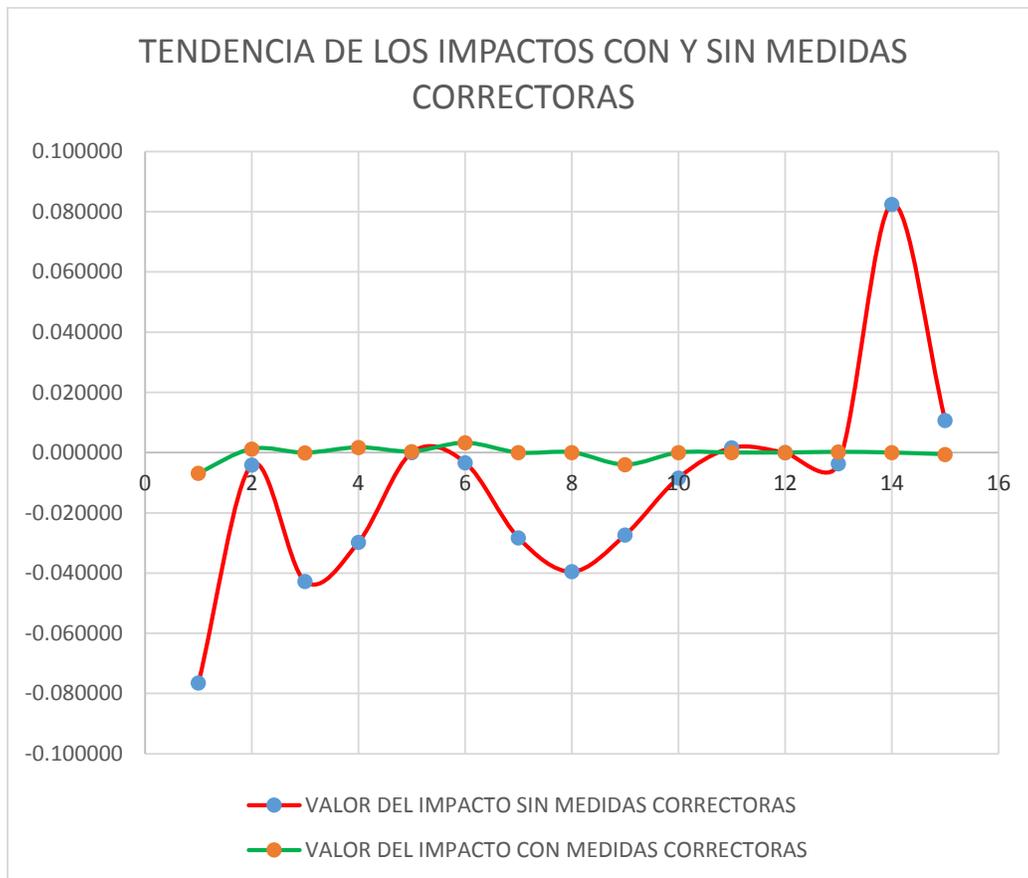
Se desarrolla un proyecto habitacional en cumplimiento con toda la normatividad urbanística y ambiental, se realiza el rescate de especies de flora y fauna representativos del sitio, ya sea por su valor ecológico, ornamental o porque se encuentren dentro de algún estatus de protección. Se dejan áreas de conservación con vegetación natural que tendrán la función de semilleros, mitigar el cambio en el microclima, mejoras el paisaje y como sitios de resguardo y mantenimiento de algún tipo de fauna local que mejor se adapte. Habrá un estricto control en la producción, control y manejo de residuos sólidos y líquidos para prevenir la contaminación del suelo y del agua subterránea. El paisaje será arreglado con especies nativas en áreas verdes y áreas de esparcimiento, de manera que se dejan espacios con vegetación natural que conservaran su función ecosistemica y brindaran algunos servicios ambientales, adicionalmente se compensa reforestando una superficie mayor a la de aprovechamiento dentro de un área verde para beneficio de la comunidad.



Gráfica 3. Impactos con aplicación de medidas correctoras.

En la gráfica se observa como los impactos son mitigados y estos se acercan a la línea cero (0) deseada.

VIII.4. Pronóstico ambiental



Gráfica 4. Representación gráfica de los impactos sin medidas y con medidas.

Aquí se observa con claridad y fehacientemente la eficacia y eficiencia de todas las medidas propuestas, de manera que el impacto con medidas correctoras se acerca a cero (0); los impactos encima de la línea cero, corresponde a impactos positivos que no requieren la aplicación de medidas correctoras.

VIII.5. Programa de manejo ambiental

Como se había mencionado antes, el propósito para el buen desarrollo de este proyecto es respetar el ecosistema que prevalece en el sitio para lo cual se supervisará desde el inicio hasta el final, con personal técnico calificado en cumplimiento de todas y cada una de las recomendaciones que se realizaron en el desarrollo de este proyecto, también se le brindará todas las facilidades a las autoridades competentes para la inspección durante las diferentes fases del proyecto y estar en todo momento en apego a la Legislación Ambiental.



META

Realizar un buen manejo y cuidado de los recursos naturales que existen en el área del predio, logrando una convivencia con la naturaleza de alto significado ecológico. Para ello se implementaran los siguientes programas.

Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos

El manejo de los residuos es imprescindible para evitar la proliferación de fauna y flora nociva, es por esto que en este programa incluiremos las medidas a tomar para el manejo de cada residuo y con esto cuidar las características naturales y el paisaje del área del proyecto. Implementar acciones para prevenir la contaminación y disminuir los riesgos a la salud pública y ambiental, lo que coadyuva a preservar el atractivo turístico de la zona. Este programa pondrá énfasis en la prevención en la contaminación del suelo y agua subterránea por derrames accidentales de hidrocarburos, para ello se tomaran medidas como la construcción temporal de una plancha cementada para el mantenimiento de la maquinaria, pláticas de educación ambiental, colocación de contenedores y letreros, así como la utilización de letrinas portátiles para uso de los colaboradores.

Programa de mantenimiento de áreas verdes y jardinadas

Conociendo las funciones y características generales de la vegetación de una región es posible aprovecharla de manera escénica, integrándola en la planificación de los desarrollos turísticos y residenciales, obteniendo los bienes y servicios que proporciona el uso sustentable de este recurso. El diseño del paisaje constituye uno de los principales elementos en la estética de los desarrollos turísticos y en la actualidad en los proyectos de fraccionamientos.

VIII.6. Seguimiento y control

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

- a) Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este proyecto.
- b) Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y de mitigación establecida por la promovente y avalada por la autoridad.



- c) Valorar la eficacia de las medidas. En caso de que sea insatisfactoria, determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.
- d) Detectar impactos no previstos en esta Manifestación de Impacto Ambiental e implementar nuevas medidas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- e) Generar formatos para el seguimiento de condicionantes impuestas por la autoridad ambiental.
- f) Generar formatos para verificar los impactos supuestos en este estudio a fin de corroborar la validez del modelo y ecuación utilizados.
- g) Llevar bitácora y registro de todas las actividades y eventos que acontezcan por etapa desde inicio hasta la conclusión del proyecto.

