

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

**I.1.- Nombre del Proyecto**

"TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA".

**I.2 Nombre o Razón social del promovente:**

INMOBILIARIA PLURISERVICIOS, S.DE R.L. DE C.V.

**I.3.- Ubicación (Dirección) del Promovente.**

Calle Cayo Centro, Mza. 7, No. 3, SM. 17, Seccion Las Luciernagas, Cacún Quintana Roo C.P. 77500.

**I.4.- Superficie solicitada de Cambio de Uso de Suelo y Tipo de Vegetación Forestal.**

La superficie solicitada de cambio de uso de suelo forestal para este proyecto es de 5000 M<sup>2</sup>, que mide el lote 32-03, manzana 32, supermanzana 301, Av. Chac Mool, Cancún, Municipio Benito Juárez, Q. Roo, misma que se encuentra cubierta con vegetación secundaria de Selva Mediana Subperenifolia en regular estado de conservación.

Esta superficie representa el 100 % del predio. Se encuentra regulada por el el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún (2014-2030) , el cual fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el día 16 de octubre de 2014, que responde a las circunstancias particulares de una nueva área de crecimiento urbano con necesidad de ordenar y regular, y tiene como objetivo definir y establecer las estrategias, criterios y acciones para el desarrollo integral económico, turístico, ecológico y urbano de esta zona, además de orientar y regular la distribución de las actividades y de las inversiones en el territorio, definiendo así, los instrumentos para la administración y operación urbana.

Los componentes del proyecto y la superficie que será utilizada se relacionan en la tabla siguiente.

**Tabla I.1.-** Clasificación de las superficies que componen el área destinada para el proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA".

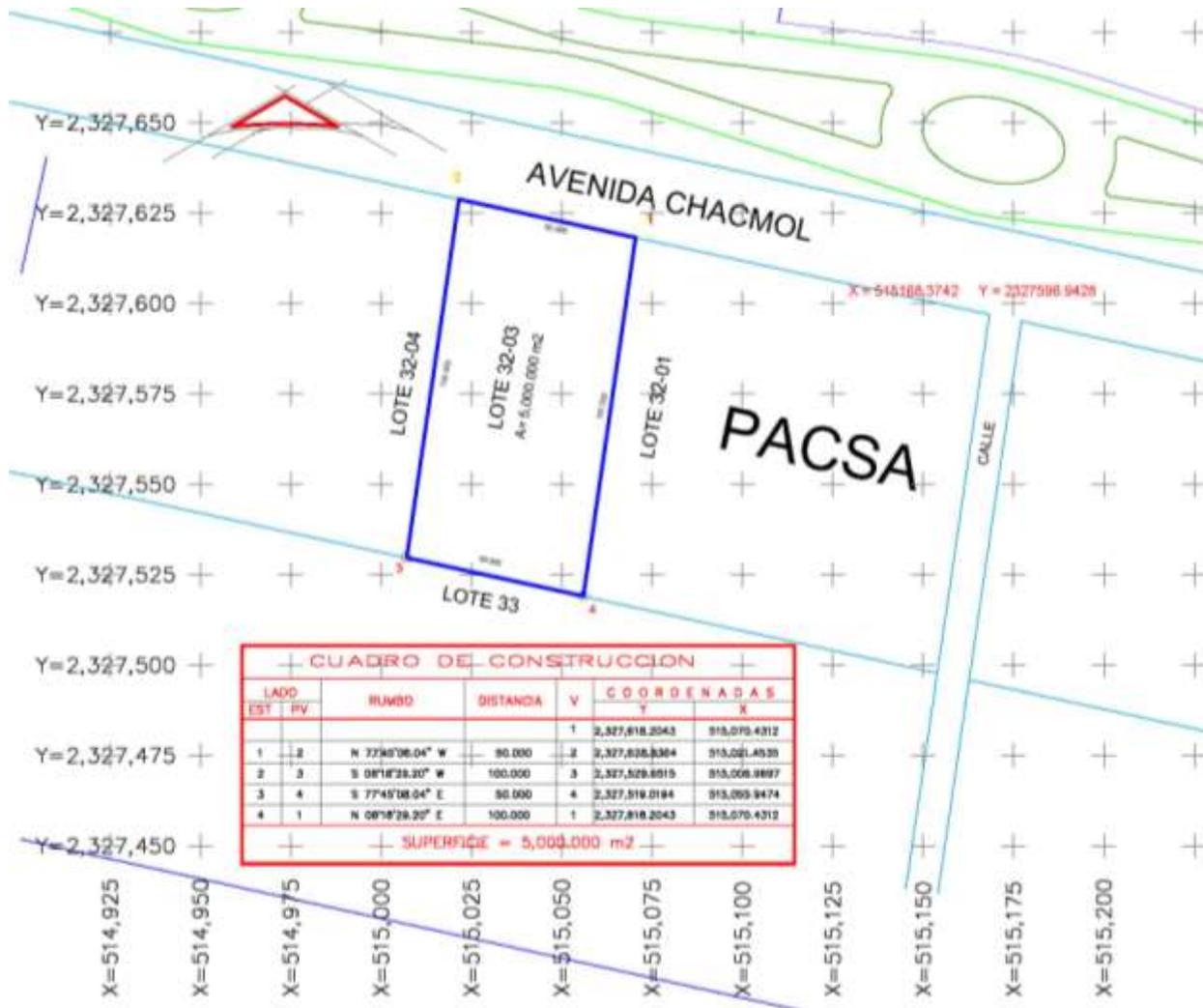
CONCEPTO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )	PORCENTAJE %
<b>Obras En Planta Baja</b>		
Área de circulación	1,920.70	38.41
Estacionamiento interior	1,765.70	35.31
Estacionamiento exterior	143.50	2.87
Área taller lavado	124.95	2.50
Área taller mantenimiento	165.50	3.31
Área taller bodega	27.30	0.55
Área aseo en P.B.	3.00	0.06
Área sanitarios	11.00	0.22
Área de escaleras	16.00	0.32
Área verde jardinada	322.35	6.45
Área verde de conservación	500.00	10.00
<b>Total Superficie Del Predio</b>	<b>5,000.00</b>	<b>100.00</b>
<b>*Total superficie sujeta a CUSTF</b>	<b>5,000.00</b>	<b>100</b>

<b>Obras En Planta Alta</b>		
Área de archivo muerto	328.75	
Área de aseo en P.A.	3.00	

### 1.5. Duración del Proyecto.

El Proyecto de cambio de uso del suelo tendrá una duración de 12 semanas (3 meses, Etapa de Preparación del Sitio) y se calcula una vida de la infraestructura de 50 años o más, si se le dá el debido mantenimiento. Ver plano de cambio de uso del suelo (Figura I.1)

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo



**Figura I.1.-** Predio sujeto a cambio de uso del suelo, lote 32-03 manzana 32, supermanzana 301, Av. Chac Mool, Cancún, Municipio Benito Juárez, Q. Roo (Plano anexo).

## **II.- USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO.**

## **II.1 Objetivo del Proyecto.**

Remover la vegetación de un terreno forestal para la preparación y acondicionamiento de un sitio donde se pretende construir un Taller de Mantenimiento, integrado al desarrollo de la ciudad de Cancún, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental.

## **II.2 Naturaleza del Proyecto.**

Como ya fue señalado anteriormente, el proyecto se desarrollará en el Lote 32-03, Manzana 32, Supermanzana 301, Calle Chac Mool, de la zona industrial ubicada al sur de la ciudad, contigua al aeropuerto de la ciudad de Cancún, Municipio Benito Juárez, Q. Roo, con superficie de 5,000 m<sup>2</sup>, se construirá un taller de mantenimiento y estacionamiento de parque vehicular.

Dichos espacios se distribuyen de la siguiente manera: En planta baja, estacionamiento hacia la avenida chacmool y acceso al predio, áreas de circulación, áreas de estacionamiento interno, áreas verdes, sanitarios, escalera, área de aseo, taller de mantenimiento para cuatro estaciones, taller de lavado para cuatro estaciones. En la planta alta se ubica un area para aseo y el area para archivo muerto.

## **II-3 Justificar por qué los terrenos son apropiados al nuevo uso de suelo.**

El desarrollo del proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA" es viable porque es congruente con los usos de suelo que establece la normatividad ambiental y urbana para la zona en la que se encuentra ubicado, cerca de la Central de Abastos de la ciudad de Cancun, porque cuentan con factibilidad para el suministro de los servicios necesarios para su desarrollo y operación, porque la calidad ambiental de los predios y la vegetación que presentan no justifica acciones para su conservación.

Los criterios que sustentan la selección del sitio como apropiado para el cambio de Uso de Suelo para el desarrollo del proyecto Taller de Mantenimiento Pacsa se describen a continuación:

En el marco de la planeación ambiental, el uso de suelo que se le pretende dar al terreno, no contraviene con lo establecido en la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo I, No. 19, el día 27 de febrero del año 2014, el predio se ubica en la "UGA 21", denominada Zona Urbana de Cancún. Umbrales de aprovechamiento: \*Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente. Usos Compatibles: Desarrollo urbano y los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

En el contexto de la planeación urbana, el predio se encuentra regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún (2014-2030). De acuerdo a dicho instrumento al predio le aplica un uso **I1: Industria Ligera**, por lo que el uso propuesto es congruente con este instrumento de planeación urbana

Debido a que el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, se encuentra en una zona urbanizada, existe la factibilidad para el suministro de los servicios que requiere, tales como vialidades pavimentadas, electricidad, agua potable, telefonía, y servicio de colecta de basura, para el caso del drenaje sanitario, se contará con un biodigestor Clarificador de 1,300 litros de capacidad.

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

Programa de trabajo. La ejecución de las obras proyectadas se realizará en 12 Semanas, de acuerdo con el siguiente calendario de obra. FUENTE: Promovente.

CRONOGRAMA DE OBRA DEL PROYECTO "Taller de Mantenimiento PACSA"												
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO ( que contempla el CUSTF)</b>												
Delimitación Topográfica												
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte.												
Recorrido para identificar las plantas susceptibles a rescatar												
Rescate y Protección de Fauna Silvestre												
Selección y limpieza del sitio para el vivero												
Rescate de vegetación												
Desmonte y Despálme												
Nivelación y Terraplen												
Obras Provisionales												

### **III. UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS Y DELIMITACION DE LA PORCION EN DONDE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DE SUELO A TRAVES DE PLANOS GEORREFERENCIADOS.**

### III.1.- Ubicación del Predio o Conjunto de predios donde se ubica el proyecto

El predio donde será construido el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", se localiza en el lote 32-03, manzana 32, supermanzana 301, Av. Chac Mool, Cancún, Municipio Benito Juárez, Q. Roo.

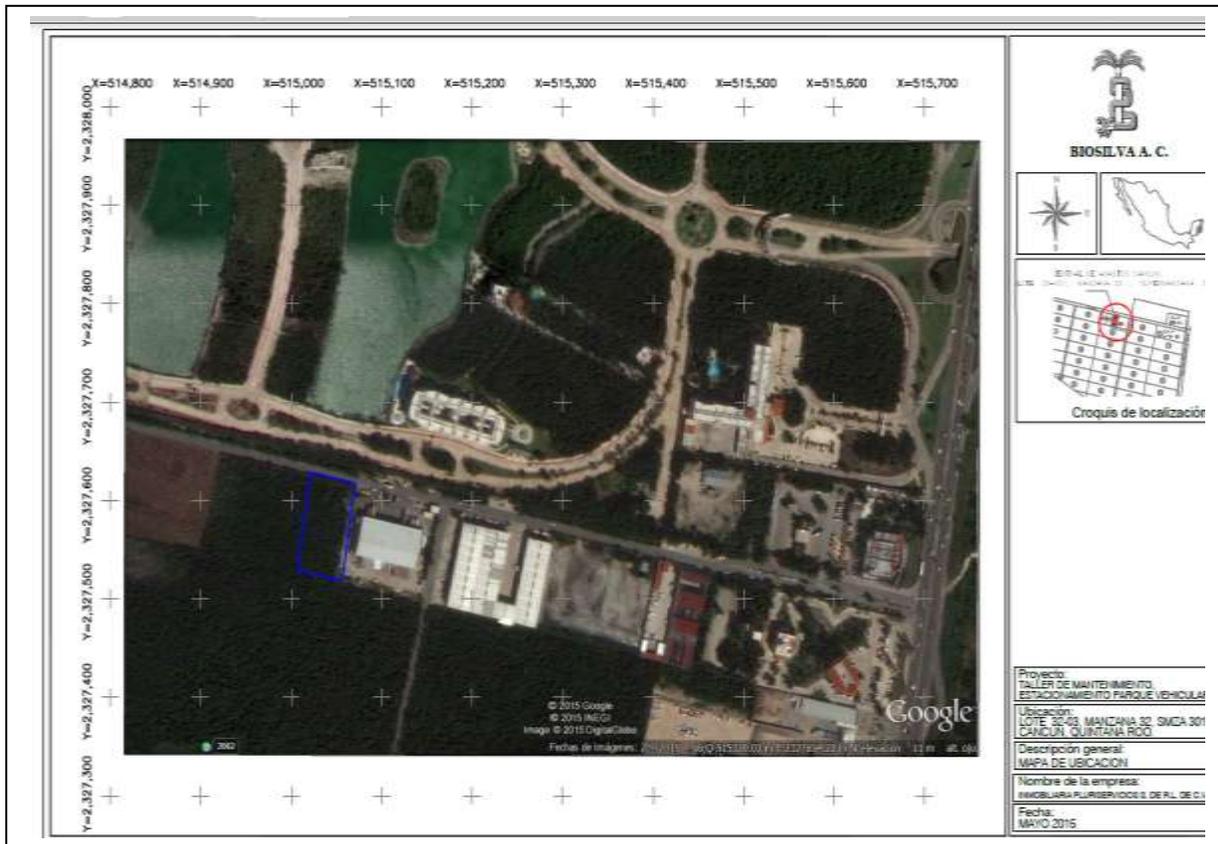


Figura III. 1.- Localización del predio donde será construido el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA"

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

En la figura III.2, se representa la localización del Lote 32-03, manzana 32, supermanzana 301, sitio en el cual se pretende desarrollar el proyecto, con una superficie total de 0.5-00-00 hectárea, y cuenta con las siguientes medidas y colindancias:

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto “TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA”, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo”

MEDIDAS Y COLINDANCIAS	
Al Norte	En 50 metros con Avenida Chac Mool
Al Sur	En 50 metros con el Lote 33.
Al Oriente	En 100 metros con lote 32-01 (Bodega PACSA).
Al Oeste	En 100 metros con lote 32-04



**Figura III. 2.-** Localización del Lote 32-03, manzana 32, supermanzana 301, sitio en el cual se pretende desarrollar el proyecto “Taller de Mantenimiento PACSA” de acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún (2014-2030).

**III.3.- Ubicación y delimitación física de la superficie del proyecto.**

El predio es propiedad de la empresa promovente, en el cual se pretende desarrollar este proyecto, se representa como un polígono rectangular, dicho polígono corresponde a los límites del terreno y su ubicación se señala en coordenadas UTM, datumWGS84. En el cuadro III-1, se presenta el cuadro de construcción del predio, se incluyen las coordenadas UTM de sus vértices así como el rumbo y las distancias entre cada uno de ellos. Este predio tiene una superficie total de 5000.00 m<sup>2</sup>, es decir 0.5-00-00 hectárea.

**CUADRO III.1.- Cuadro de construcción del predio destinado al proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA".**

+ CUADRO DE CONSTRUCCION +						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,327,618.2043	515,070.4312
1	2	N 77°45'08.04" W	50.000	2	2,327,628.8364	515,021.4535
2	3	S 08°18'29.20" W	100.000	3	2,327,529.6515	515,006.9697
3	4	S 77°45'08.04" E	50.000	4	2,327,519.0194	515,055.9474
4	1	N 08°18'29.20" E	100.000	1	2,327,618.2043	515,070.4312
+ SUPERFICIE = 5,000.000 m2 +						

La superficie que se pretende aprovechar para este proyecto corresponde a la superficie total del predio (Cuadro III.2), por lo tanto se solicita el cambio de uso del suelo en 0.5-00-00 hectárea donde se pretende la remoción de la vegetación y el despalme para las áreas de construcción del Taller de Mantenimiento.

**Cuadro III. 2.-** Superficie que se solicita con cambio de uso del suelo para el proyecto Taller de Mantenimiento PACSA.

Ecosistema	Tipo de Vegetación	Superficie a aprovechar/afectar		Superficie a conservar		Superficie total
		Has	%	Has	%	Has
Selva	VSA/SMQ	0.5-00-00	100%	0	0	0.5-00-00

De acuerdo con la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo I, No. 19, el día 27 de febrero del año 2014, el predio se ubica en la "UGA 21", denominada Zona Urbana de Cancún.

**Umbrales de aprovechamiento:** \*Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente. **Usos Compatibles:** Desarrollo urbano y los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. **Usos Incompatibles:** Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. **Modalidades de Actividades Productivas Reguladas:** Desarrollos turísticos, Equipamiento turístico, Ecoturismo, Aprovechamiento de recursos forestales no maderables, Silvicultura, UMAs Modalidad Intensiva, UMAs Modalidad Vida Libre, Líneas de conducción y distribución, Pozos de extracción privados, Área protegida, Conservación de la biodiversidad, Recarga del acuífero, Protección del agua, Concreteras y trituradoras, almacenaje y exposición, Bancos de material pétreo y Rehabilitación de bancos. *Ver Figura III-3*

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto “TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA”, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo”

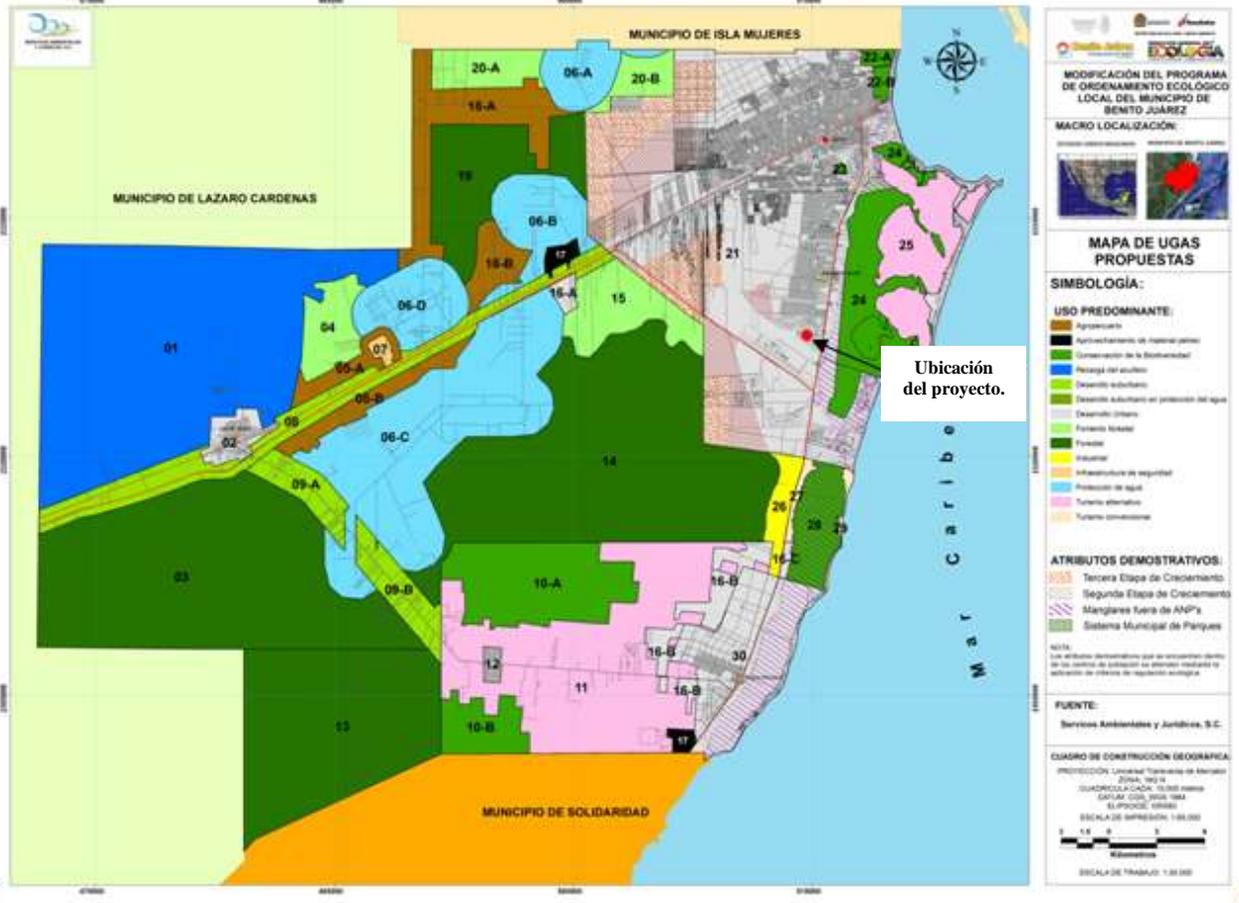


Figura III-3.- Ubicación del predio donde se pretende realizar el proyecto Taller de Mantenimiento PACSA, Mpio. Benito Juárez, Q. Roo, en la Modificación el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún (2014-2030), el predio se localiza dentro de un polígono denominado Corredor Cancún-Aeropuerto, con clave **I1 Industria ligera**. Ver Figura III-4.

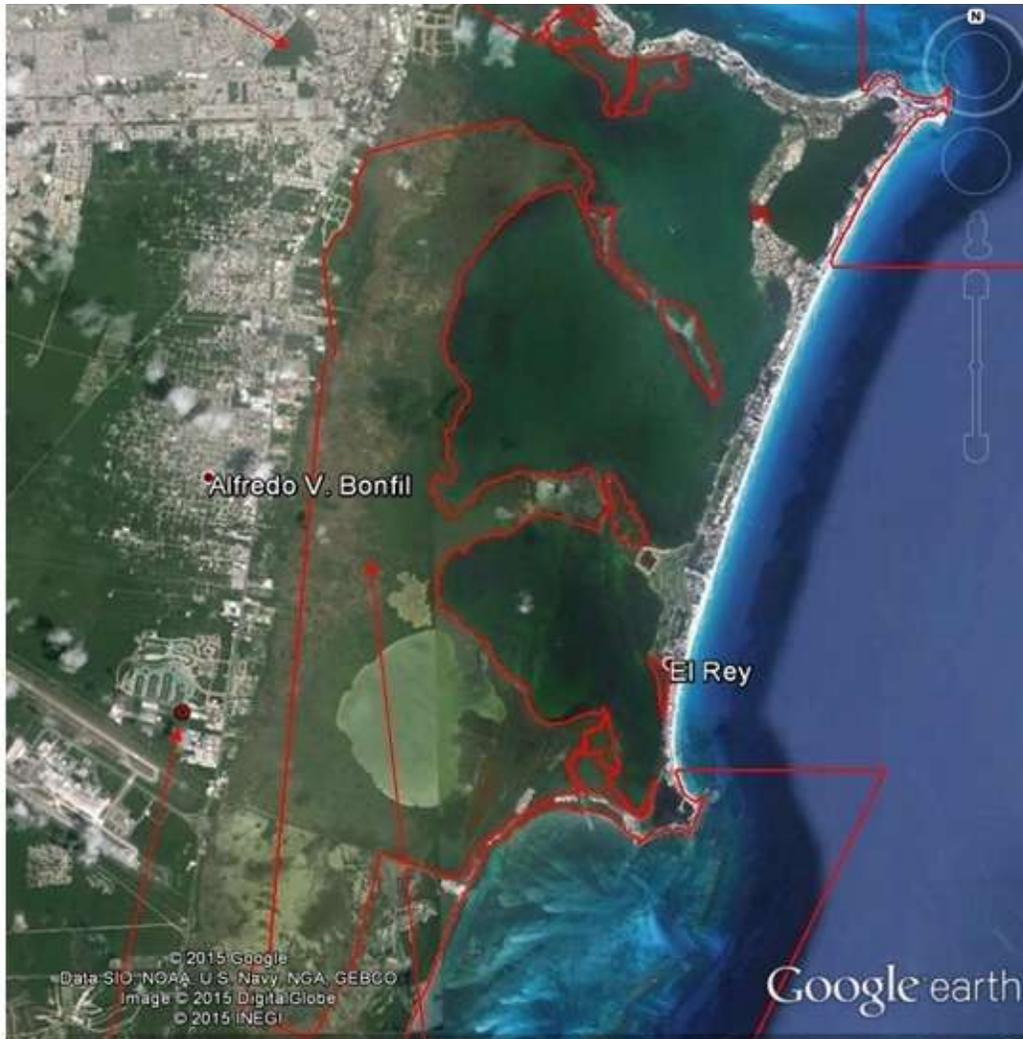


**Figura III-4.-** Ubicación del predio donde se pretende realizar el proyecto Taller de Mantenimiento PACSA, de la ciudad de Cancún, Mpio. Benito Juárez, Q. Roo, en Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún (2014-2030).

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

El predio no se ubica cerca de ninguna área natural protegida. Al Oriente del predio, aproximadamente 2.4 kilómetros se ubica el Area de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupte; y al norte a 10.5 kilómetros se ubica el Parque Kabah, Parque Urbano Ecológico y Area Natural Protegida. Figura III-5

Parque Kabah, Parque Urbano Ecologico y Área Natural Protegida.



Proyecto:

Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupte.

**Figura III-5.-** Ubicación del predio con relación al Area de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupte y Parque Kabah, Parque Urbano Ecológico y Area Natural Protegida

## **IV.- DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLOGICO- FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Artículo 7 fracción XI, Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

La primera entidad de evaluación corresponde a la Región hidrológica, la cual se define como el área delimitada por un parte aguas que al menos abarca dos cuencas hidrológicas, cuyas aguas fluyen a una corriente principal; a su vez la cuenca se define como la superficie delimitada por un parte aguas cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal, o cuerpo de agua, constituye una subdivisión de la Región Hidrológica; y por último la Subcuenca se define como el área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrológica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión (INEGI, 2000)<sup>1</sup>.

Para el caso particular del predio del proyecto, éste se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH32). Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son: al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al Oeste el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32 B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área.

En cuanto a las cuencas, el predio se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo (Figura IV.1). Esta cuenca ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye las islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20° de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán.

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La

---

<sup>1</sup>INEGI, 2002. Diccionario de datos hidrológicos de aguas superficiales (escalas 1:250 000 y 1:1,000,000)

Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C (INEGI, 2002)<sup>2</sup>.



**Figura IV.1.-** Cuencas que conforman las regiones hidrológicas Yucatán Norte y Yucatán Este (www.inegi.gov.mx). El predio se ubica en la región Yucatán Norte, en la Cuenca 32A Quintana Roo.

La Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en 6 subcuencas: Subcuenca "a" Municipio Benito Juárez; Subcuenca "b" Municipio Isla Mujeres; Subcuenca "c" Municipio Lázaro Cárdenas; Subcuenca "d" Municipio Cozumel; Subcuenca "e" Tihosuco y la Subcuenca "f" Isla Cozumel. A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la

<sup>2</sup>SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p

Subcuenca "a" Municipio Benito Juárez, la cual abarca el Municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 hectáreas (Presidencia Municipal 2008-2010).

Con base en lo anterior, la cuenca hidrológico-forestal que constituye el marco de referencia del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, sin embargo, la descripción de los elementos físicos y biológicos que la integran se realizará a nivel de la Subcuenca "a", con la finalidad de ampliar la escala de evaluación de dichos componentes, de tal manera que sea coherente con las condiciones de la zona en la que se ubica el predio en el que se pretende realizar el proyecto.

#### **IV.1.- Delimitación de área de estudio donde pretende establecerse el proyecto.**

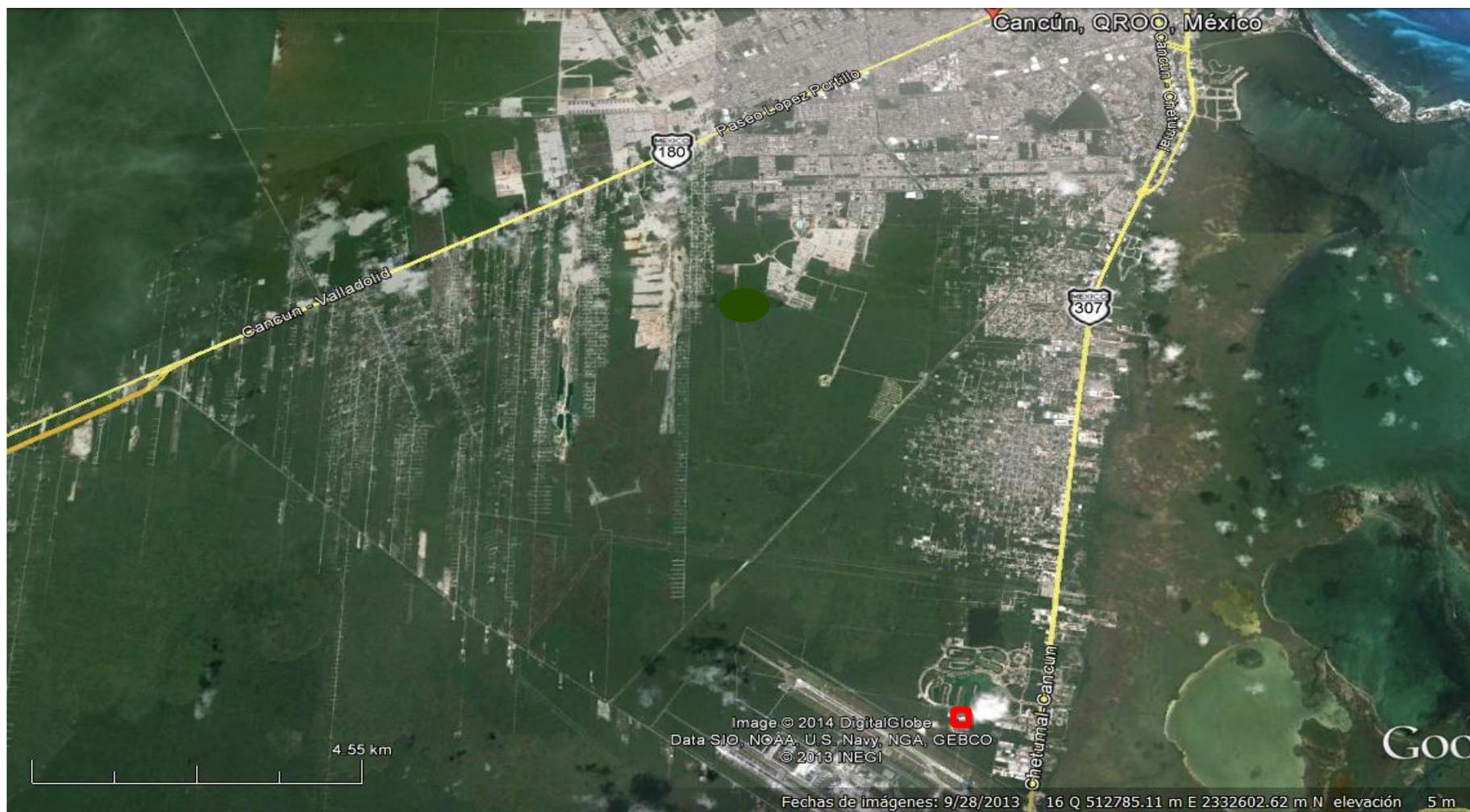
El proyecto de cambio de uso del suelo en terrenos forestales con el fin de que se lleve a cabo el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", se ubica muy próximo al aeropuerto, al Sur de la Ciudad de Cancún, y su área de influencia se extiende a la superficie contenida en la Unidad de Gestión Ambiental Número 21, denominada Zona Urbana de Cancún, con política ordenamiento ecológico de aprovechamiento urbano; vocación de Uso de suelo urbano. La zona presenta desarrollos industriales principalmente.

El estudio que se refiere directamente al cambio de uso de suelo del predio en donde se desarrollará el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", las descripciones de los aspectos bióticos (Flora y Fauna) se limitaron a la poligonal del predio, mientras que el resto de los demás aspectos se consideraron a nivel Municipal, Regional e inclusive Estatal, para darle sentido a la interpretación ambiental.

Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto, son los siguientes:

1. La Totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo.
2. La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en el predio, para la construcción del proyecto.
3. Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas aledañas al predio y la población de la ciudad de Cancún, mismas que resultan beneficiadas con el establecimiento y operación eficiente de este proyecto.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

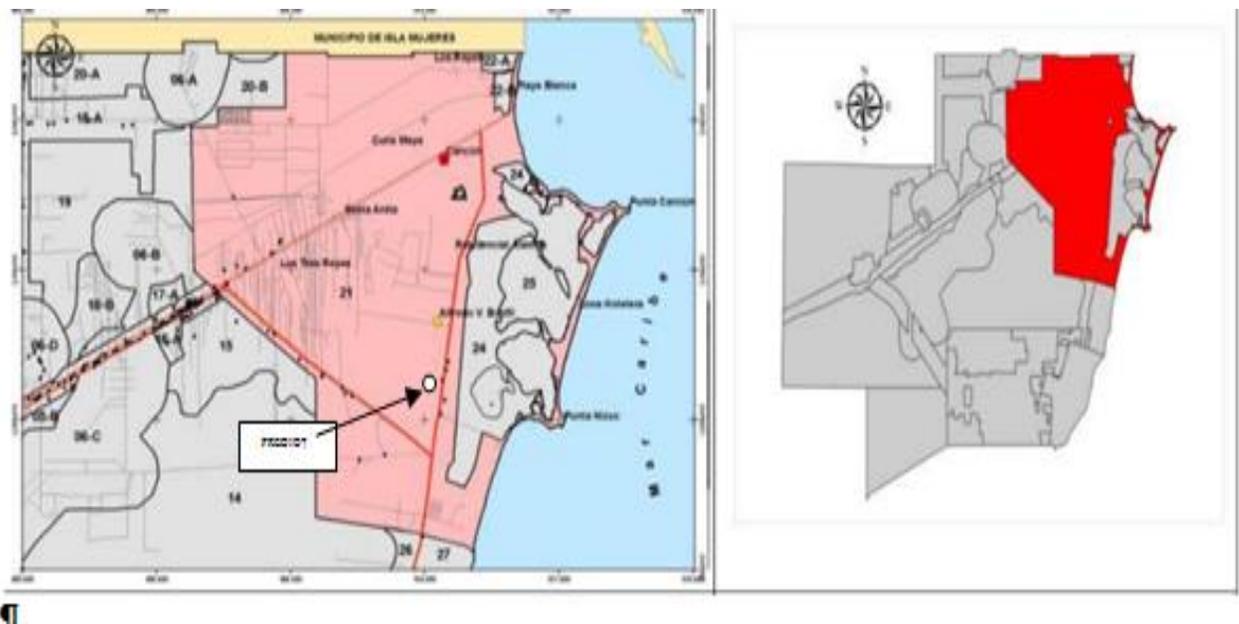


**Figura IV.2.-** Ubicación del polígono del predio destinado al proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA".

## IV.2.- Caracterización y análisis de la Cuenca Hidrológico-Forestal.

### IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca.

El sistema ambiental definido por la la unidad de gestión ambiental 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, en donde se localiza el sitio del proyecto, se caracteriza por presentar una alta incidencia de procesos cársticos por lo que existen múltiples cenotes, reholladas y sistemas de cuevas secas e inundadas. La zona está rodeada por un área de selva fragmentada por caminos y áreas desmontadas. Al Norte y al Este, se presentan grandes extensiones de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y porciones de esta vegetación que se aprecian fragmentadas por vialidades de asfalto, algunos caminos de acceso y terracerías, así como asentamientos irregulares. En su límite sur, se ubican extensiones de vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia. En esta área se ubican también los sitios de muestreo que permiten conocer la biodiversidad de la flora y la fauna para realizar comparaciones con los sitios de muestreo realizados dentro del predio.



**Figura IV.3.-** El predio de interés se ubica al interior de la unidad de gestión ambiental número 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez Ubicación del polígono del predio destinado al proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA". En ella se aprecian las afectaciones existentes en la zona del proyecto.

#### **IV.2.2.- Medio Físico.**

##### **Clima y fenómenos meteorológicos.**

El Municipio Benito Juárez que abarca la Subcuenca de interés, está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de Latitud Norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza el Municipio tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica.

En cuanto a la altitud, el municipio se encuentra ligeramente por arriba del nivel del mar. Está situado en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente la Corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido y lluvioso. Se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del Norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán.

El clima predominante en la zona norte del estado se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0 a 20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales.

Quintana Roo tiene climas cálidos subhúmedos en la mayor parte de su territorio; es cálido húmedo en la isla de Cozumel, debido, entre otros factores, a que está situada al sur del trópico de Cáncer; a que el relieve es plano con ligeras ondulaciones, ya que su altitud es baja.

Los climas cálidos se clasifican en tipos y subtipos con base en el régimen de humedad, la precipitación y temperatura:

1. Cálido subhúmedo con lluvias en verano, con los subtipos:
2. Cálido subhúmedo y b) Humedad intermedia
3. Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

### Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano

Es el clima predominante en casi 99% del territorio de Quintana Roo. Se distribuye en la zona continental y en las islas Contoy e Isla Mujeres; la temperatura media es de 26<sup>0</sup> C, y las precipitaciones anuales son de 900 mm, 1,200 mm y 1,500 mm, en el norte, centro y sur del estado, respectivamente (Figura IV.4).

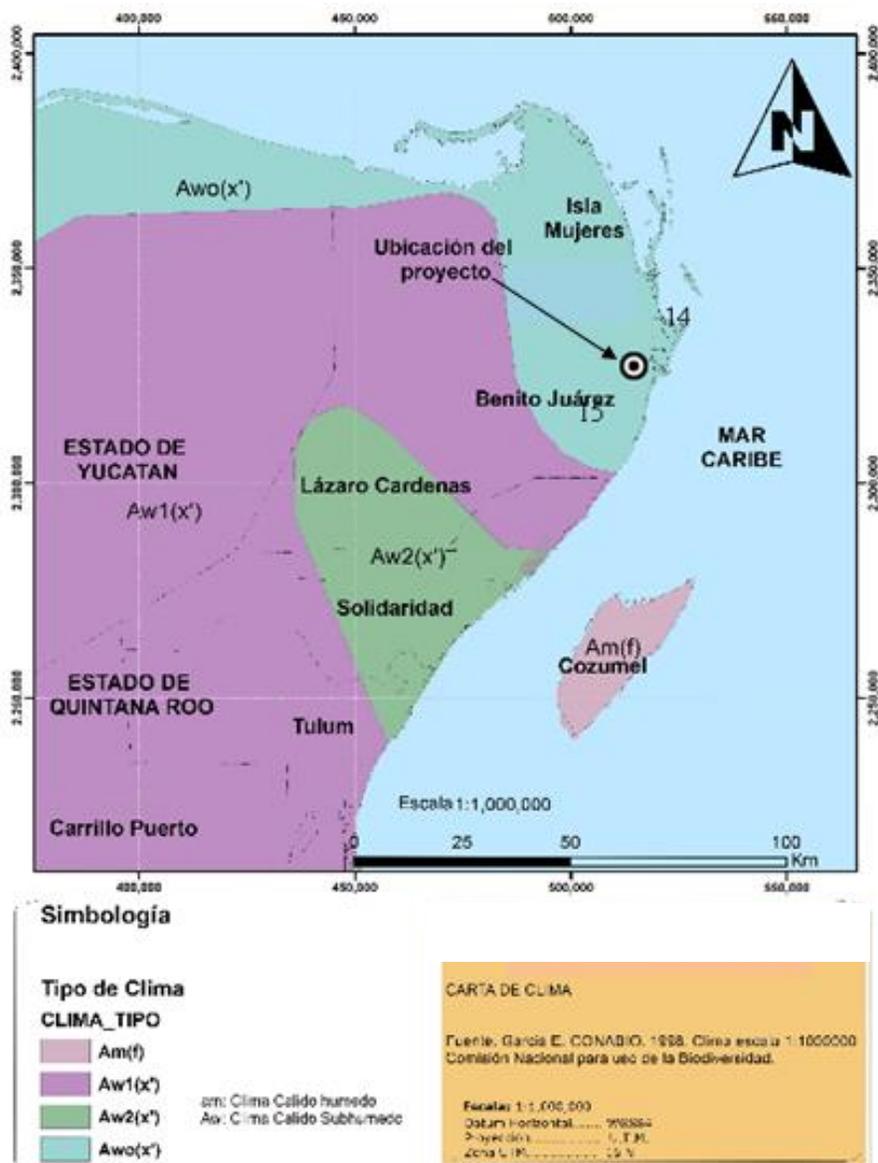


Figura IV.4.- Carta de Climas. (Fuente E. García CONABIO 1998)

En el caso particular de Cancún el tipo climático es  $Aw_0 (x')$  i, de acuerdo a la clasificación de climas de Köppen modificada por García (1973). Se trata de un clima cálido subhúmedo con lluvias de verano, con cierta cantidad de precipitación invernal e isotermal con una oscilación de la temperatura entre el mes más cálido y el más frío de  $5^{\circ}C$ .

La Península de Yucatán presenta en su mayor parte clima cálido con temperatura media anual de  $26^{\circ}C$ . La precipitación media de la región Peninsular es de 1,230 mm y la evaporación potencial varía de 1,500 a 2,000 mm (Exyco, 1989).

### **Temperatura.**

El estado de Quintana Roo se localiza en porción Noreste de la Península de Yucatán, y en general presenta un clima uniformemente Cálido Subhúmedo, con una temperatura media anual de  $26^{\circ}C$ ., siendo los meses de Diciembre a Febrero los menos calurosos con temperatura que fluctúan de  $21$  a  $24^{\circ}C$  y los meses más cálidos son de Mayo a Septiembre con temperaturas que van de  $25$  a  $29^{\circ}C$ ; los más fríos van de diciembre a febrero. (Estudio Hidrológico del Edo. de Q. Roo, INEGI, 2003).

### **Temperaturas promedio**

Con base a los datos registrados en los últimos 14 años en la estación climatológica de la Comisión Nacional del Agua, localizada en el Km 0+000 del Boulevard Kukulcán de la ciudad de Cancún, la temperatura media anual que se ha presentado en la ciudad de Cancún, oscila entre los  $26.7^{\circ}C$  y los  $28.1^{\circ}C$ , siendo la media de  $27.4^{\circ}C$ , con una temperatura máxima de  $37.1^{\circ}C$  en julio del 2002 y una mínima de  $17.6^{\circ}C$  en enero del año 2003. La evaporación potencial es de 1,454 mm (años 1991-2004) y la evapotranspiración de 805 mm.

### **Precipitación promedio anual**

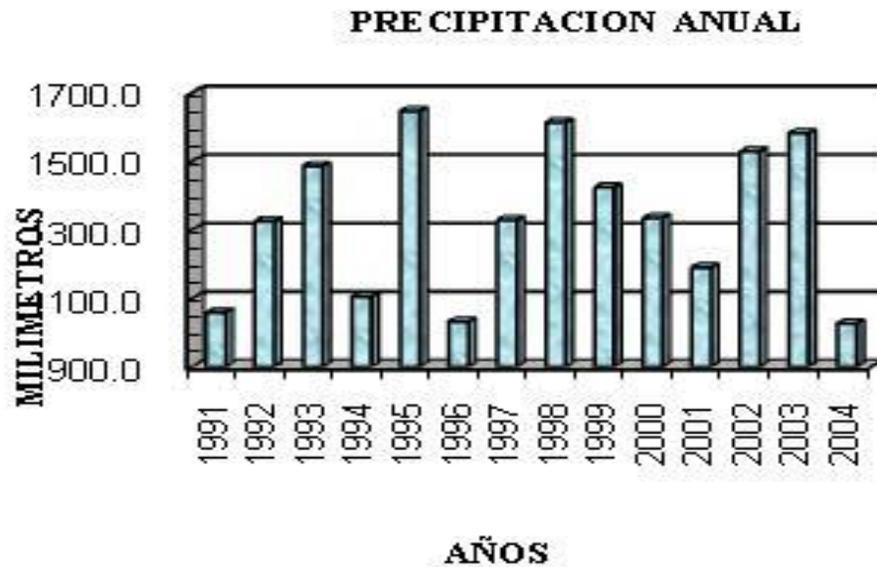
La precipitación anual en Cancún es de 1,128 mm, el promedio de precipitación mensual registrado es de 115.8 mm; presentándose las máximas durante el verano en los meses de septiembre y octubre con 272.9 mm y 210.5 mm respectivamente y las mínimas en los meses de invierno, durante febrero con 17.0 mm y abril con 32.35 mm. (Fuente Comisión Nacional del Agua).

Las precipitaciones más abundantes se registran durante el verano y otoño, aunque durante el invierno y primavera se presentan los "nortes" originando lluvias

torrenciales al paso de los frentes fríos, los cuales ocasionan granizadas o lluvias torrenciales.

Según datos de los últimos 14 años de la estación climatológica de la Comisión Nacional del Agua, ubicada en el Km 0+000 de Boulevard Kukulcán de la ciudad de Cancún, en la zona la precipitación anual es de 1,026.3 mm (año 2004).

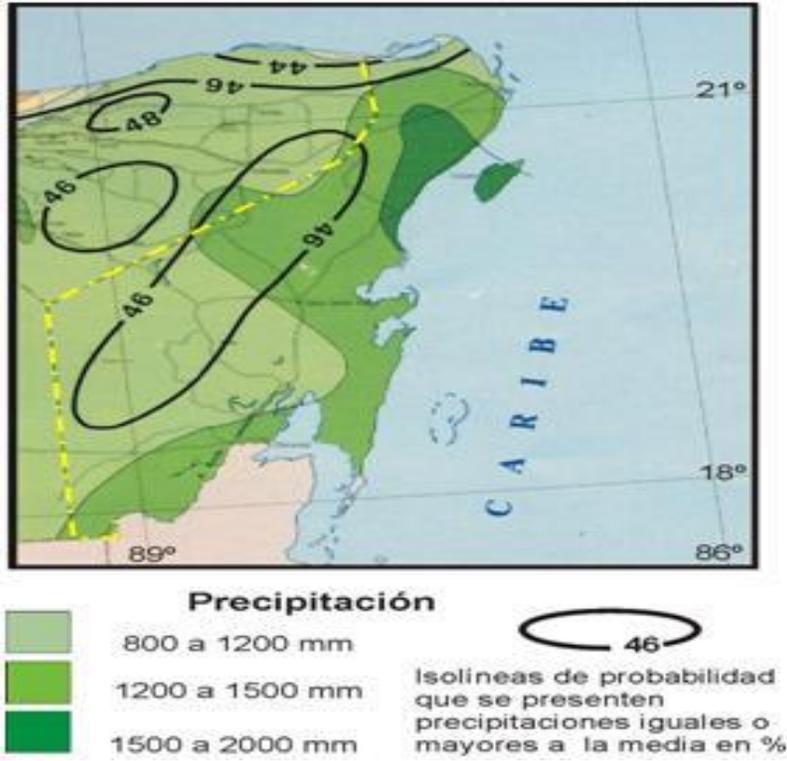
El promedio de precipitación mensual registrado en los años 1991 al 2004, fue de 1,345.7 mm; presentándose las máximas durante los meses de septiembre y octubre con 223.9 mm y 214.5 mm respectivamente y las mínimas durante los meses de febrero con 45.0 mm y abril con 35.3 mm. (Ver gráfica IV. 1, Fuente CNA).



**Gráfica IV.1.-** Precipitación promedio anual para el municipio Benito Juárez, años 1991 al 2004.

Cuando la Península de Yucatán es afectada por depresiones significativas como huracanes, tormentas tropicales o depresiones se presentan lluvias durante varios

días consecutivos acompañadas de fuertes vientos, cuando no ocurre este tipo de fenómenos solo se presentan las lluvias de temporada (Ver Figura IV.5.).



**Figura IV.5.** Regímenes de precipitación para el Estado de Quintana Roo. El Régimen 1 oscila entre los 1520 a 2000mm, régimen 2 de 1,200 a 1500mm y régimen 3 de 1500 a 2000mm. (SEMARNAT. 2002. Características Ambientales de la Zona Costera del Caribe Mexicano. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx).)

**Vientos.**

La región del Caribe se encuentra dentro de la zona de influencia de los vientos Alisios, por lo que durante la mayor parte del año soplan vientos del este, con velocidades entre 15 y 20 nudos. Durante los meses de invierno, el área comprendida dentro del Golfo de México y la parte occidental del Caribe, se ve afectada por líneas frontales de baja temperatura que generan vientos del noroeste (con intensidades que sobrepasan los 40 nudos y llegan a alcanzar rachas de 60 y 70 nudos), lo que provoca marejadas considerables y alteraciones al patrón de circulación marina. Ocasionalmente se encuentran vientos del oeste después del paso de un frente frío o cuando se aproxima alguna perturbación ciclónica tropical.

En esta zona se observan principalmente dos tipos de fenómenos atmosféricos que producen vientos mayores a los 70 Km. /hr: los vientos de componente dominante N y NO llamados "nortes" que se presentan entre Noviembre y Marzo, y las depresiones tropicales del Atlántico que pueden evolucionar en tormentas y huracanes durante su paso por la cuenca del Mar Caribe, su componente dominante es E y SE y se presentan principalmente entre Junio y Octubre, siendo Septiembre el mes en que más inciden. En forma eventual se registran vientos del Oeste considerados tradicionalmente perjudiciales (Chik'nic), su origen puede ser por depresiones atmosféricas formadas cerca de la Península, en el Canal de Yucatán o en el Golfo de México.

### **Vientos dominantes.**

Los vientos dominantes en verano, en los meses de febrero a julio son los alisios, provenientes del Sureste y Este con velocidades de 10 a 12 km/hr en promedio y hasta 30 Km/hr durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Se presentan vientos del norte y Este durante los meses de invierno, particularmente de noviembre a marzo; estos vientos presentan velocidades promedio de 18km/hr, pero pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90 Km por hora, provocando lluvias, fuerte oleaje y marejadas. Se considera que los "Nortes" son uno de los principales factores que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. En esta zona de estudio se presenta una temperatura de huracanes de junio a mediados de noviembre, seguida de una temporada de "Nortes" que concluye en el mes de febrero.

### **Humedad relativa.**

Los registros indican que los valores máximos se presentan durante los meses de Junio a Octubre, principalmente durante Septiembre, coincidiendo con las épocas de lluvia; mientras que los valores más bajos ocurren durante los meses de secas, principalmente Marzo, Abril y Mayo. Datos obtenidos de estación meteorológica automática instalada en la zona hotelera de esta ciudad, propiedad de la Comisión Nacional del Agua, correspondientes al año 2003, indican lo siguiente: los valores promedio más altos de humedad relativa se registraron en Julio y Agosto 87.63% y los valores más bajos en promedio en los meses de enero a febrero.

### **Presión atmosférica.**

Los valores de bajas presiones se registran en los meses de septiembre y octubre, coincidiendo con las máximas lluvias y mayor incidencia de fenómenos

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo" hidrometeorológicos, mientras que los valores máximos (altas) presiones se presentan en los meses más fríos (diciembre, enero y febrero).

### **Eventos Hidrometeorológicos adversos (nortes, tormentas tropicales y huracanes).**

Debido a sus condiciones climáticas y a su posición geográfica, Cancún, Quintana Roo, en cuya zona se localiza el predio, donde se pretende desarrollar el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", se ubica en la trayectoria de los fenómenos hidrometeorológicos denominados: Tormentas tropicales y Huracanes originados en el Atlántico y en el Caribe y que provocan los intemperismos más severos en la zona (ver figura IV.6).

Estos fenómenos tienen una incidencia estacional, iniciándose en el mes de Junio y concluyendo en noviembre, siendo más probable su presencia durante los meses de agosto a octubre. Cada año las costas de Quintana Roo (incluyendo a la ciudad de Cancún) están expuestas a la formación de aproximadamente 20 huracanes por temporada, de los cuales 3 o 4 llegan a amenazar las costas.



**Figura IV.6. Imagen Del Huracán Wilma.** (Fuente: The Weather Channel, Octubre de 2005)

Así también, las costas Quintanarroenses se ven afectadas durante el invierno por la presencia de otros fenómenos no tan severos, a los cuales se les denomina "Anticiclones o Nortes". Estos se deben a la presencia de masas húmedas y frías desde noviembre hasta febrero, provenientes de la región polar del continente y el norte del océano Atlántico. En esta época también conocida como de lluvia invernal, se reducen los días despejados hasta un 50% (Sánchez, 1980). Estos vientos presentan velocidades promedio de 18 km/hr, pero pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 a 90 Km por hora, provocando lluvias, fuerte oleaje, y marejadas.

Según datos de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), 30 ciclones tropicales afectaron al estado entre 1970 y 2007. Los huracanes de mayor magnitud fueron: Janet (1995); Hallie (1966); Dorothy (1970); Carmen (1974); Eloise (1975); Gilberto (1988); Wilma en el año 2005 y Dean en 2007, los cuales reportaron los daños más cuantiosos de los que se tenga memoria.

En la zona de nuestro interés se han presentado un sin número de eventos.

Cuando la Península de Yucatán es afectada por depresiones significativas como huracanes, tormentas tropicales o depresiones se presentan lluvias durante varios días consecutivos acompañadas de fuertes vientos, cuando no ocurre este tipo de fenómenos solo se presentan las lluvias de temporada.

A continuación en el cuadro IV.1, se presenta un resumen de los huracanes que han afectado al estado de Quintana Roo entre 1990 – 2007.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**Cuadro IV.1.-** Huracanes que han impactado a la Península de Yucatán. Fuente: Subgerencia de Pronóstico Meteorológico.

HURACANES QUE HAN IMPACTADO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN (1990 – 2007)								
Año	Océano	Nombre	Cat imp	Lugar de Entrada a Tierra	Estados Afectados	Periodo (inicio- fin)	Vmax imp (km/h)	Lluvia Máx. en 24 h (mm)
2007	Atlántico	Dean	H1	Quintana Roo	Quintana Roo y Yucatán	Agosto		
2005	Atlántico	Emily	H3	Tulum-Akumal, Quintana Roo	Quintana Roo y Yucatán	18-23 Julio		
		Wilma	H5	Cozumel-Playa del Carmen, Quintana Roo	Q Roo, Yucatán y Campeche	22-30 Oct		
2002	Atlántico	Isidoro	H3	Telchac Puerto, Yuc	Q Roo, Yuc, Camp, Tab	18-25 Sep	205	250 Becanchen, Yuc
2001	Atlántico	Chantal	TT	Chetumal, Qroo	Q Roo, Yuc, Camp, Tab	15-22 Ago	115	211 Chetumal, Qroo
2000	Atlántico	Gordon	DT	Tulum, Q Roo	Q Roo, Yuc, Camp	14-18 Sep	55	230 Cancun, Qroo.
	Atlántico	Keith	H1	Chetumal, Qroo; Tampico, Tamaulipas	Quintana Roo, Camp, Tab, Tams, NL, SLP, Ver	3-5 Oct	140	366 Sabinas, Tams.
1999	Atlántico	Katrina	DT	45 Km NNW Chetumal, Q. R.	Q Roo, Camp, Yuc, Tab, Chis	28 Oct-1 Nov	55	146 Cardenas, Tab
1998	Atlántico	Mitch	TT	Campeche, Campeche	Chis, Tab, Camp, Yuc	21 Oct-5 Nov	65	341 Campeche, Camp
1996	Atlántico	Dolly	H1	F.C. Puerto, Q Roo, Pueblo Viejo, Ver	Q Roo, Yuc, Camp, Ver, Tam, SLP, NL	19-24 Ago	130	328 Micos, SLP
1995	Atlántico	Opal	DT	B. Espíritu Santo, Q Roo	Camp, Yuc, Q. Roo, Tab	27 Sep-2 Oct	55	100 Tapijulapa, Tab
	Atlántico	Roxanne	H3	Tulum, Q Roo, Mtz de La Torre, Veracruz	Q. Roo, Yuc, Camp, Tab, Ver	8-20 Oct	185	297 Mtz de la Torre, Ver
1990	Atlántico	Diana	H1	Chetumal, Q Roo; Tuxpan, Ver	SLP, Q. R, Yuc, Cam, Tab, Ver, Hgo.	4-8 Ago	140	400 Tanzabaca, SLP

En cuanto a los fenómenos sísmicos, el Municipio de Benito Juárez se encuentra ubicado en la zona de bajo riesgo sísmico. (Ver figura IV.7).



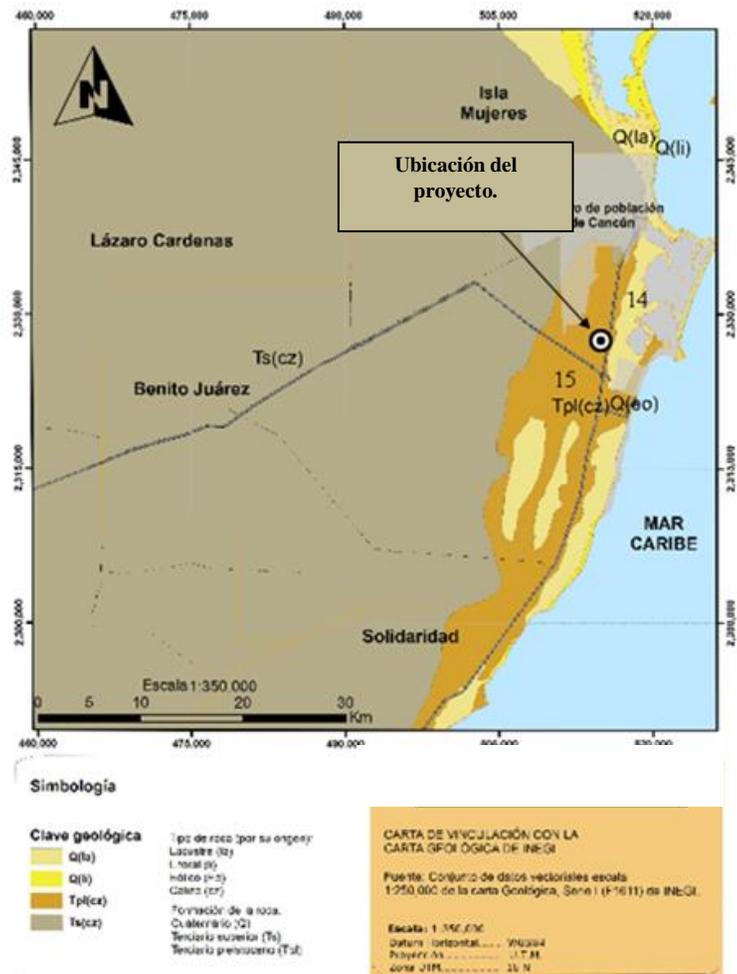
**Fig. IV.7** Fenómenos sísmicos A: Bajo riesgo sísmico B: Mediano riesgo sísmico C: Alto riesgo sísmico D: Muy alto riesgo sísmico.

## Geología y geomorfología.

### Geología.

La ciudad de Cancún se localiza en la porción nororiental de la Península de Yucatán, caracterizada por estar constituida de sedimentos carbonatados marinos del Terciario y Cuaternario. Toda la región está esculpida en rocas carbonatadas del Terciario Superior, las que debido al clima y su posición estructural, han sufrido una intensa disolución ocasionando una superficie rocosa kárstica ligeramente ondulada. En el Cuaternario, el área se modificó con el depósito de calizas conculíferas, la formación de lagunas pantanosas, acumulación, litificación de sedimentos eólicos, así como por la construcción de dunas y depósitos no consolidados (Ver figura IV.8).

El relieve es de planicies ligeramente onduladas, donde destacan numerosas cavidades de disolución. La zona litoral posee salientes rocosos, cordones, espolones y lagunas costeras intercomunicadas hacia el océano por canales.



**Figura IV.8.- Carta Geológica Serie I-INEGI.**

En la zona de estudio afloran calizas de los Periodos Terciario y Cuaternario, las cuales se presentan en forma de lajas de espesor variable y una capa de delgada a mediana de suelo en su superficie, subyaciendo a estas rocas se encuentran depósitos con abundante contenido de bivalvos poco cementadas y de espesor desconocido.

Se puede establecer que en la zona de estudio, existe una morfología típicamente kárstica, constituida por numerosas depresiones redondeadas, que van desde simples oquedades, sumideros, fisuras a pequeñas dolinas, conformadas sobre rocas de Formación Carrillo Puerto, mismas que superficialmente corresponden a calizas alteradas, semejante a las margas, color blanco a crema, con restos arrecifales y numerosas oquedades de disolución en el sentido vertical, que varían entre 20 y 50 cm a 4 y 10 m de diámetro, con profundidades desde unos 70 cm a 1.50 m, algunas con manifestación del manto freático y formando montículos de hasta 2.5 m sobre el nivel del terreno.

## **Geomorfología.**

La Geomorfología de la Península de Yucatán se basa en la morfología superficial y la altura sobre el nivel del mar. Donde un relieve alto y de mayor contraste en altitud, representa más antigüedad y las más bajas y planas se clasifican como más recientes. Las formas cársticas varían de una zona a otra, y están presentes en toda la península. (Espinosa-Pereña, 1990).

Aparentemente, la mayoría de las formas cársticas subterráneas de la Península de Yucatán se han formado en el nivel freático. Todas las cuevas de la Sierrita de Ticúl, así como las conocidas en la Planicie del Norte, con excepción de algunos cenotes muy profundos, se han desarrollado en sentido horizontal, muy cerca del nivel freático. En todos los casos se tratan de cavidades que aprovechan los planos de estratificación de las rocas. Los sistemas de cuevas profundas, generalmente inundadas, deben corresponder al desarrollo cárstico más antiguo, y el hecho de que se encuentren cubiertas por agua puede explicarse por el ascenso del nivel del mar, que inicia a fines del Pleistoceno. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que, por tratarse de formas antiguas del relieve, pudieran ser heredadas y haberse formado durante el cuaternario o antes. De manera hipotética puede también considerarse que una parte del Karst se formó por debajo del nivel del mar actual, durante la última glaciación e incluso durante las anteriores glaciaciones que ocurrieron en el Pleistoceno (Lazcano-Sahagun, 1986; Coke, 1988).

En general el relieve de la región se caracteriza por ser notablemente plano en toda su extensión, pudiéndose calificar como zona de microrrelieve. El área se ubica en los límites de la plataforma cárstica continental, sobre la geoforma plana de pendientes que van de 0 a 3% con dirección este, debido a la composición y características de esta plataforma, ha sufrido fuerte disolución química tanto superficial como interior.

Lo anterior ha ocasionado que se hayan formado gran cantidad de grietas, fisuras, pozos, cuevas y cavernas por las que se infiltra y circula el agua, una formación muy común en gran parte del área son las numerosas rejolladas o pequeños hundimientos en forma circular, las cuales son dolinas en las que el hundimiento no logro que aflorara el manto freático y cenotes en los que aflora el manto freático.

El suelo y subsuelo de la región presentan una alta permeabilidad, de manera que el agua proveniente de las lluvias se infiltra rápidamente, sin dar lugar a la formación de corrientes superficiales de importancia.

El relieve topográfico en la zona costera de Cancún es casi plano y está conformado por pequeñas elevaciones con altura máxima de hasta 20 m, debido a la ausencia de cresta arrecifal lo que causa una alta energía en el oleaje (Molina et al, 1998), en la zona del proyecto. Dada la solubilidad de la roca, son frecuentes las dolinas y las depresiones, donde se acumulan arcilla de descalcificación. La zona litoral posee

salientes rocosas, cordones, espolones y lagunas pantanosas intercomunicadas hacia el océano por canales (INE/SEMARNAP, 1998).

Toda la región presenta rocas carbonatadas del Terciario Superior, las que debido a una intensa precipitación, el clima y su posición estructural, has sufrido una intensa disolución ocasionando una superficie rocoso Kárstica ligeramente ondulada. En el Cuaternario, el área se modificó con el depósito de calizas conculíferas, la formación de lagunas pantanosas, acumulación de sedimentos eólicos, así como por la construcción de dunas recientes y depósitos de litoral. Estratégicamente, en el área afloran rocas carbonatadas y depósitos no consolidados.

### **Fisiografía.**

La Península de Yucatán se caracteriza por una extensa plataforma continental que se adentra varias decenas de kilómetros en los litorales Norte y Este, denominada Plataforma de Yucatán. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo esta estructura es muy estrecha- no rebasa los 3.7 Km. de amplitud, y prácticamente desaparece al Sur de Puerto Morelos en donde bordea la costa a escasa distancia de la playa (Ver Figura IV.9).

En términos generales, la Plataforma Continental de Quintana Roo es una losa plana con pendiente suave hasta alcanzar los 40 m de profundidad, a partir de los cuales tiene lugar un talud que llega a más de 200 m de profundidad.

El relieve costero es modificado por una barrera coralina que inicia frente a Cabo Catoche y se prolonga hacia el Sur, más allá de las costas Mexicanas. Dicha barrera es mas bien una rompiente arrecifal, que forma parte morfológica del arrecife bordeante del estado y se localiza a 1 ó 1.5 Km de la playa.



**Figura IV.9.-** Provincias Fisiográficas en el estado de Quintana Roo.

## Hidrología.

### Hidrología superficial.

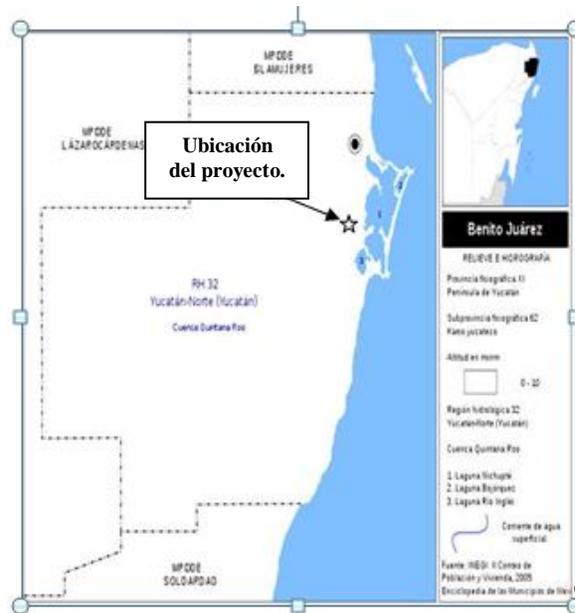
El área de estudio de este proyecto se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo.

Por las características de los suelos y la presencia de cobertura vegetal se considera que todos los sitios que carecen de capas impermeables y que reciben la lluvia, constituyen las zonas de recarga del acuífero. De acuerdo con la clasificación de la CONAGUA, este predio y sus inmediaciones pertenecen a la Región Hidrológica 32, Yucatán norte y corresponde a la cuenca 32A Quintana Roo (Figuras IV.10 y IV.11).



**Figura IV.10.-** Localización de Regiones Hidrológicas (Fuente: SEMARNAT. 2002. Características Ambientales de la Zona Costera del Caribe Mexicano. [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx).)

De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el área de estudio, se presenta un rango de escurrimiento menor del 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente



**Figura IV.11.-** Localización Hidrológica de Cancún, Q Roo (Fuente: INEGI. 2005. Características Ambientales de la Zona Costera del Caribe Mexicano.)

### Hidrología subterránea.

El modelo conceptual que permite explicar el flujo del agua subterránea en el norte de Quintana Roo, con aplicación en el sistema ambiental de este proyecto. Se fundamenta en las diferencias altitudinales y las características cársticas del sustrato, se considera que el agua subterránea se mueve de las zonas de mayor precipitación hacia la costa. En los estratos consolidados la porosidad primaria puede alcanzar valores hasta del 10%, siendo el principal almacenamiento del agua en el karst y las fracturas el principal conducto para su desplazamiento.

En función de las diferencias estructurales de los estratos inferiores al nivel freático, éstos se clasifican como: de cavernas, de fracturas y de matriz; y de acuerdo a su comportamiento hidráulico funcionan según los tres tipos de medios siguientes: medio de almacenamiento, que corresponde a la matriz porosa; medio de transporte constituido por fracturas, que se comparan a los pasajes a través de los cuales se establece la circulación del agua subterránea y como medio de control, el cual conecta cavernas desarrolladas total o parcialmente a través de la roca cárstica dando lugar a una superficie freática estable.

El acuífero en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, es de tipo costero, se encuentra en rocas calizas y depósitos de litoral con permeabilidad alta en material consolidado con posibilidades de aprovechamiento altas en la mayor parte.

Corresponde a una cuenca hidrológica abierta y forma parte de un acuífero cárstico de tipo libre, en donde los niveles del manto freático varían algunos centímetros entre las épocas de lluvias y secas y presenta niveles estáticos de 5 m a 7 m en una franja de 20 km de ancho paralela a la costa. Las particularidades de este sistema hidrológico costero hacen que los acuíferos sean vulnerables a la contaminación por la presencia de asentamientos irregulares sin servicios públicos, las descargas de aguas residuales y la existencia de pozos pluviales en zonas urbanas.

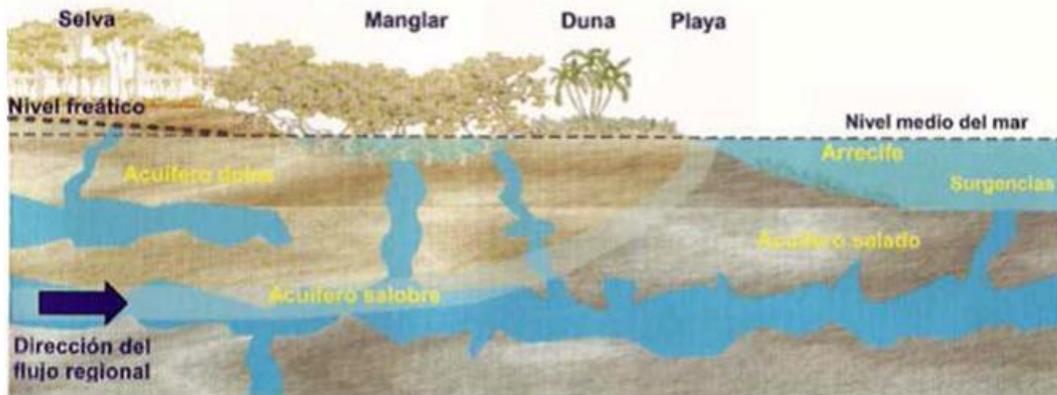
Asimismo existe el riesgo de intrusión de la cuña de agua salada por efecto del bombeo para la extracción de agua que se incrementa conforme se aproxima a la línea de costa. En esta zona de explotación del agua el uso predominante es para el consumo humano, que busca satisfacer las necesidades de agua potable y domésticas en los centros de población.

De acuerdo con el mapa de hidrología subterránea del INEGI, por su potencial aprovechamiento del acuífero y en función de las características físicas e hidrológicas de sus materiales en este sistema ambiental se presenta un Material consolidado con posibilidades altas. Esta unidad está constituida por calizas de textura variable en estratos intercalados y cruzados, en posición casi siempre horizontal, con fracturamiento moderado, presenta cavernas formadas por disolución, por lo que presenta una permeabilidad alta. Es un acuífero libre con recarga pluvial y subterránea, la calidad del agua extraída es aceptable para el consumo humano.

### **Flujo Subterráneo.**

La Península de Yucatán carece de corrientes superficiales importantes; así, gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos cársticos en las calizas. Una vez que se integra al sistema acuífero, el agua sigue diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del karst profundo (figura IV.12).

La estructura natural del agua en el subsuelo de la entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. La alimentación del acuífero genera el flujo que partiendo de la porción suroriental del Estado, se dispersa hacia el norte, el noroeste. Siguiendo estas direcciones el agua busca una salida; en el trayecto, una parte importante es extraída por la vegetación nativa, el resto sigue su curso subterráneo, escapando al mar por ramificaciones o caletas aledañas, cabe mencionar que el tamaño del terreno es proporcionalmente pequeño y está inmerso en un complejo sistema acuífero subterráneo.



**Figura IV.12.-** Representación esquemática el flujo subterráneo del agua que caracteriza la zona costera del norte de Quintana Roo. Fuente: Juárez et al, 2006.

### Suelos.

Los suelos son sistemas biofísicos abiertos, dispuestos en capas y compuestos de minerales, materia orgánica y micro-organismos que sirven de soporte para los seres vivos y permiten el crecimiento de las plantas en condiciones naturales. Este sistema intercambia materia y energía con la biosfera, litosfera, atmósfera e hidrosfera; se considera un recurso natural no renovable, con funciones ecológicas, ambientales y culturales.

El suelo almacena nutrientes, participa en la liberación moderada de los mismos y suministra otros elementos para el crecimiento de las plantas. Mediante los ciclos biogeoquímicos, los nutrientes pueden ser transformados a formas disponibles para las plantas y convertirse en biomasa. La producción de biomasa es la función del suelo más estudiada, de manera particular se sabe que ciertos cultivos requieren condiciones especiales para su buen desarrollo y sólo es posible cultivarlos con éxito en suelos con características particulares.

Por el contrario, otros cultivos pueden crecer y desarrollarse en diversos grupos de suelos. Los suelos tienen la capacidad para filtrar el agua, limpiándola de impurezas mediante las cargas negativas y positivas en sus partículas minerales y orgánicas, protegiendo la calidad del agua, el aire y la biota.

De la misma manera, las comunidades microbianas, y la macro-fauna del suelo, pueden transformar los compuestos orgánicos, ya sea por mineralización o por humificación. En el suelo, el tiempo de residencia de los contaminantes es mucho mayor que en el aire y el agua, y el contaminante puede desactivarse por diversas reacciones químicas (e.g. oxidación, reducción, quelación, precipitación, carbonatación y otras).

Entre otras funciones de los suelos en esta zona destacan como fuente de materiales: ya que contienen humus y tierra vegetal útil para macetas y jardines, así como arcillas, arenas, piedras y rocas que son útiles en la industria de la construcción para la obtención de polvo de piedra, gravilla y grava, entre otros productos. Es particularmente importante en este sistema ambiental la función de los suelos como el medio físico para sostener la estructura socioeconómica de los asentamientos humanos, construcción de viviendas, desarrollo turístico e industrial, infraestructura, sistemas de transporte, recreación, almacenamiento de residuos sólidos, entre muchos otros usos.

La reciente formación geológica de la Península de Yucatán no ha permitido el desarrollo de suelos profundos o formalmente constituidos; son jóvenes en estado transitorio y en proceso de evolución. Se formaron por la intemperización del material calcáreo sedimentario del Mioceno, del Pleistoceno y por efectos de la vegetación como destructora de la roca, así como su aportación de materia orgánica. El piso superficial es permeable con una capa de suelo sumamente frágil. La formación del suelo es lenta, debido a la gran solubilidad de la roca con el agua de lluvia. En consecuencia, los materiales son fácil y rápidamente arrastrados por el agua percolante, dejando pocos elementos para el desarrollo del suelo, lo que implica poca fertilidad. Presentan una porción inicial donde la parte superior se compone de material vegetal y tierra, es muy delgada y con una buena cantidad de materia orgánica humificada. La cantidad de material orgánica le confiere coloración característica que varía de gris a negro.

La descripción edafológica del área de estudio se elaboró con base en la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002). En el área de interés encontramos suelo tipo el Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2. *Ver Figura IV.13*



de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los polvos generados, no se dispersarán más allá de los límites del predio.

#### IV.2.3. Medio biológico.

##### Tipos de vegetación en el sistema ambiental.

El tipo de vegetación predominante que se reporta para el sistema ambiental de este proyecto, de acuerdo con la Carta de Vegetación y Uso del Suelo, Serie IV del INEGI corresponde con las características de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia (figura IV.14). Se identifican dos condiciones en este ecosistema: la vegetación secundaria con dominancia arbórea (VSA/SMQ) que ocupa una superficie de 958.50 hectáreas (7.2% del sistema ambiental) y la vegetación secundaria arbustiva (VSa/SMQ) que ocupa 2694.58 hectáreas (20.1%). En este sistema ambiental, se identifican extensas áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos de ecosistemas que permanecen actualmente sin cobertura vegetal como: las zonas urbanas y los asentamientos humanos, las carreteras y caminos de terracería. Estas áreas sin cobertura vegetal ocupan en total 8,998.88 hectáreas que representa 67.3% de la superficie total de este sistema ambiental. Mientras que los manglares ocupan 679.25 hectáreas, es decir el 5.1% de la superficie de este sistema y los cuerpos de agua costeros ocupan 44.81 hectáreas (cuadro IV.2).

**Cuadro IV.2.-** Tipos y condiciones de la vegetación y usos del suelo predominantes en el sistema ambiental de acuerdo con la Serie IV del INEGI.

CONDICIONES DE LA VEGETACION Y USOS DEL SUELO	CLAVE	Hectáreas	%
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia	VSA/SMQ	958.5	7.2
Vegetación secundaria arbustiva de Selva mediana subperennifolia	VSa/SMQ	2,694.58	20.1
Manglares	MA	679.25	5.1
Zona urbana y asentamiento humano	ZU-AH	8,998.88	67.3
Cuerpos de agua	H2O	44.81	0.3
<b>TOTAL</b>		<b>13,376.00</b>	<b>100.0</b>

Fuente. INEGI. Mapa de vegetación y uso del suelo. Serie IV.

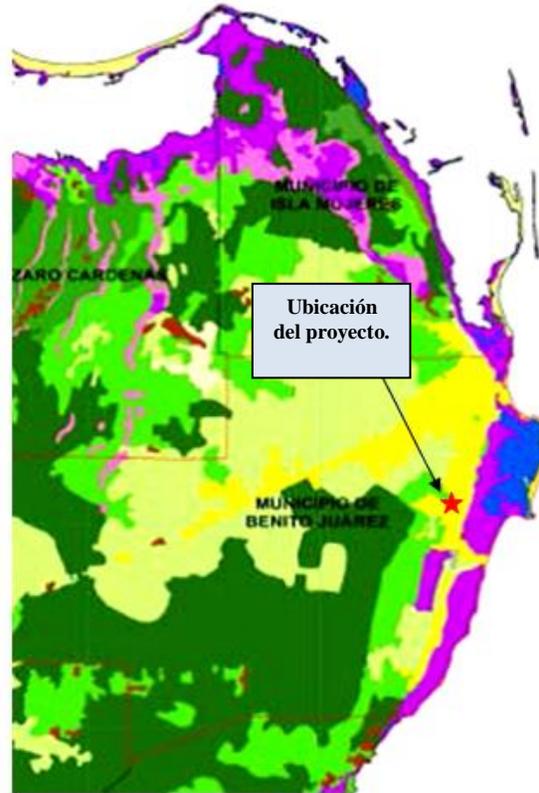
### **Selva Mediana Subperennifolia.**

La selva mediana subperennifolia es una comunidad vegetal dominada por árboles, plantas leñosas con tronco definido, que se desarrollan sobre suelos jóvenes, someros y ricos en materia orgánica, con pedregosidad y rocosidad aflorante. Este tipo de vegetación es el más extenso en el Estado de Quintana Roo y ocupa la mayor parte de la península de Yucatán.

En la selva mediana subperennifolia del norte de Quintana Roo predominan los rodales con vegetación secundaria arbustiva, en menor proporción se presentan parches con dominancia arbórea. Esta vegetación presenta una amplia distribución formando extensos macizos con distintos estados de desarrollo y conservación que colindan con los otros tipos de vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas. Este tipo de vegetación ha sido severamente afectado y de manera recurrente por huracanes, incendios forestales y actividades antropogénicas. Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 20 m y de 22 a 25 m de altura total. En condiciones de una vegetación madura, entre las especies dominantes del dosel destacan el Chicozapote (*Manilkara zapota*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Huaya (*Talisia olivaeformis*), Zapotillo (*Pouteria reticulata*) y Yaité (*Gymnanthes lucida*). Mientras que entre las especies más abundantes en la vegetación secundaria, destacan el Chaca (*Bursera simaruba*), Chechén (*Metopium brownei*), Tsalan (*Lysiloma latisiliquum*) y Sacchaca (*Dendropanax arboreus*). En el sotobosque son comunes las Palmas Xiat (*Chamaedorea seifrizii*), Chit (*Thrinax radiata*) y Huano (*Sabal japa*).

### **Manglares.**

Esta comunidad vegetal eminentemente costera, presenta dominancia arbustiva, colinda con la duna costera, los tulares y las selvas, se observa también en los márgenes las lagunas costeras; se desarrolla en suelos planos, con drenaje deficiente, ricos en materia orgánica y susceptibles a intrusión de agua marina. El manglar está conformado por plantas facultativas que poseen adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permiten tolerar la alta salinidad y por tanto colonizar terrenos inundados con agua salobre. Las especies características de esta comunidad son: el Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle Blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle Negro (*Avicennia germinans*) y el Mangle Botoncillo (*Conocarpus erectus*), que muestran un patrón clásico de zonación propio del manglar. El mangle rojo se desarrolla en las zonas con mayor tiempo de inundación, los mangles blanco y negro en los sitios de inundación estacional intermedia, mientras que el botoncillo se distribuye preferentemente en las zonas de menor inundación, donde establece un ecotono con las comunidades vegetales vecinas.



**Figura IV.14.-** Distribución espacial de las condiciones de la vegetación y usos del suelo en el sistema ambiental. (De acuerdo con la Carta de usos de suelo y vegetación del INEGI, serie IV).

### **Sin vegetación aparente.**

Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales, así como alto riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua. También se observan extensos cuerpos de agua y otras áreas sin vegetación aparente como los caminos y carreteras, los bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

De acuerdo con la caracterización ambiental elaborada para la unidad de gestión ambiental 21 –que corresponde al sistema ambiental definido para el proyecto- en el programa de ordenamiento ecológico local del Municipio Benito Juárez, las condiciones del uso del suelo son las que se ilustran enseguida. El predio de interés se incluye en la zona urbana, pues a la escala de trabajo de la caracterización ésta es la condición que domina.

**Cuadro IV.3.-** Condiciones de la vegetación y uso de suelo en la UGA 21 de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

CLAVE	CONDICIÓN DE LA VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO	HECTÁREAS	PORCENTAJE
ZU	Zona urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin vegetación aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva baja subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle chaparro y graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral costero	36.18	0.10
TOTAL		34,937.17	100.00

### Condiciones de la vegetación en el área de influencia.

Las condiciones ambientales predominantes en el área de influencia de este proyecto, corresponde con las características de las zonas urbanas donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predominan las áreas urbanizadas aunque también se observan algunos parches de vegetación secundaria herbácea, arbustiva y arbórea.

En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por: los asentamientos humanos, las carreteras y los caminos de terracería, corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación.

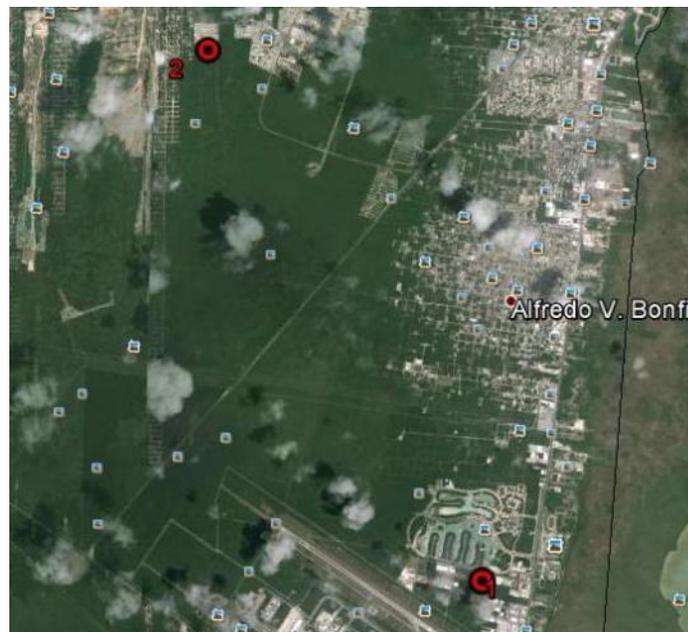
Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación en el área sujeta a cambio de uso de suelo que se solicita se optó por dos sitios contiguos, los cuales presentan vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia, con un patrón de crecimiento, composición florística y rasgos fisonómicos semejantes a los que se encuentran en el terreno de interés. Los datos

de referencia fueron obtenidos utilizando la misma metodología aplicada al predio de interés.

La referencia geográfica se presenta en la siguiente tabla, expresadas sus coordenadas de ubicación en UTM, Datum WGS-84, zona 16Q, la cual se ubica en la misma Cuenca Hidrológico-forestal que el predio de interés, dentro del sistema ambiental definido para el proyecto (Figura IV 15).

**Cuadro IV.4.-** Ubicación de los sitios de muestreo de referencia.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q).	
	X	Y
1	515050	2327516
2	511219	2334827



**Figura IV.15.-** Ubicación de los sitios de referencia del Sistema Ambiental.

En estos sitios de referencia la información obtenida de los muestreos y reconocimientos de campo indican que existen al menos 73 especies pertenecientes a 38 familias botánicas; de las cuales la Leguminosae es la más importante con 9 especies registradas. Del total de especies, 45 son árboles, 19 especies son arbustivas, 3 son hierbas, 2 son enredaderas o bejucos, 3 son palmas y una orquidea. El listado florístico obtenido se presenta a continuación.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**Cuadro IV.5.-** Listado general de especies obtenida el los sitios de referencia del Sistema Ambiental

N	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA
1	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	Árbol
2	Annonaceae	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy	Árbol
3	Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol
4	Araceae	<i>Philodendron sp.</i>	Bejuco o enredadera	Bejuco
5	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sac-Chacah	Árbol
6	Bombacaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote	Árbol
7	Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Pochol	Árbol
8	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote	Árbol
9	Brassicaceae	<i>Raphanus rapa</i>	Yuy	Arbusto
10	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah	Árbol
11	Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	Árbol
12	Convolvulaceae	<i>Ipomoea carnea</i>	Chok' obkat, manto	Enredadera
13	Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Tzilil	Arbusto
14	Elaeocarpaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín de monte	Arbusto
15	Euphorbiaceae	<i>Ardisia escallonioides</i>	Sacklobche	Arbusto
16	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya de monte	Arbusto
17	Euphorbiaceae	<i>Croton glabellus</i>	P'eresk'uts	Arbusto
18	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia cyathophora</i>		Hierba
19	Euphorbiaceae	<i>Croton reflexifolius</i>	P'eresk'uts	Arbusto
20	Euphorbiaceae	<i>Drypetes laterifolia</i>	Ekulub	Árbol
21	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Arbusto
22	Flacourtiaceae	<i>Casearia nitida</i>	Cafetillo	Arbusto
23	Flacourtiaceae	<i>Zuelania guidonea</i>	Tamay	Arbusto
24	Guttiferae	<i>Clusia salvinii</i>	Chunup	Arbusto
25	Hippocrateaceae	<i>Hippocratea floribunda</i>	Hoja dura	Arbusto
26	Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Neco	Árbol
27	Lauraceae	<i>Nectandra salicifolia</i>	Laurelillo	Árbol
28	Leguminosae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin che	Arbusto
29	Leguminosae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Arbusto
30	Leguminosae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinche. kitamche	Árbol
31	Leguminosae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim	Árbol
32	Leguminosae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol
33	Leguminosae	<i>Lonchocarpus xuul</i>	Xuul	Árbol
34	Leguminosae	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalan	Árbol
35	Leguminosae	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	Árbol
36	Leguminosae	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

37	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sakpah	Árbol
38	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol
39	Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto
40	Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Árbol
41	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Copo	Árbol
42	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Alamo	Árbol
43	Moraceae	<i>Ficus padifolia</i>	Higo	Árbol
44	Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Árbol
45	Nictaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tats'i	Árbol
46	Ochidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Chikut	Orquidea
47	Palmae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Palma
48	Palmae	<i>Sabal yapa</i>	Guano	Palma
49	Palmae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Palma
50	Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Pay juul	Arbusto
51	Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Ya'ax pe'jel che'	Arbusto
52	Polygonaceae	<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob	Árbol
53	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Uvero	Árbol
54	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizil-che	Árbol
55	Rhamnaceae	<i>Colubrina gregii</i>	Chacnich	Árbol
56	Rhamnaceae	<i>Randia aculeata</i>	Peech kitam	Árbol
57	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xcanam	Arbusto
58	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	Ha'asche	Árbol
59	Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i>	Xk'o'och che	Árbol
60	Rubiaceae	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Árbol
61	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Arbusto
62	Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinitcheb	Árbol
63	Sapindaceae	<i>Extothea diphylla</i>	Huayan-cox	Árbol
64	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	Kanchunuk	Árbol
65	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	Árbol
66	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Árbol
67	Sapotaceae	<i>Pouteria campechana</i>	K'anixte'	Árbol
68	Simarubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'a-sak	Árbol
69	Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Piixoy	Árbol
70	Sterculiaceae	<i>Helicteres baruensis</i>	Tzutup	Árbol
71	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Lantana, Ikj' ilha' xiw	Hierba
72	Verbenaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol
73	Zigophyllaceae	<i>Tribulus cistoides</i>	Abrojo, chan xnuuk	Hierba

Como ya fue mencionado anteriormente, la vegetación existente en los predios corresponde a Vegetación Secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia. La vegetación existente presenta una altura en promedio de 3 a 7 metros, con un porcentaje mínimo de individuos de más de 7 metros presentes en el predio; Sobresaliendo aquellos que presentaron una altura máxima de 8 a 12 m, se puede hacer mención de los individuos de la especie de Chicozapote (*Manilkara zapota*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliqua*).

El mayor porcentaje de los individuos presenta un diámetro que va de 5 a 15 cm. Sin embargo es posible encontrar ejemplares con diámetros que van de 20 a 30 cm y algunos superiores de 35 cm. El resto de la vegetación existente en el predio está representada por plántulas de los individuos arbóreos y arbustivos. Así mismo se encuentran troncos de árboles muertos en el suelo y árboles muertos en pie, hasta de 12 metros de largo, se piensa que esto es a consecuencia del huracán Wilma, la cual es una de las principales causas de afectación de la flora del área.

Estratificación de la comunidad.

En el predio se pueden distinguir fácilmente dos estratos el estrato arbustivo que es el que predomina en el predio y el estrato herbáceo, el estrato arbóreo es mínimo y en su mayoría se conforma por árboles juveniles, Dichos estratos se indican a continuación:

Estrato arbóreo: Este estrato es mínimo, encontrándose individuos de más de 7 metros presentes en el predio; en este estrato es posible encontrar las siguientes especies. Chicozapote (*Manilkara zapota*), Tsalam (*Lysiloma latisiliqua*), Chechem (*Metopium brownei*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*), entre otras.

Estrato arbóreo juvenil y arbustivo: Este estrato es el que predomina en el predio con alturas promedio de 3.5 metros y diámetros de 3.8 a 14 cm. En este estrato se encuentran las siguientes especies: Chaca (*Bursera simaruba*), Tsalam (*Lysiloma latisiliqua*), Chechem (*Metopium brownei*), Kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*) entre otras

Estrato herbáceo: se encuentra conformado por plántulas de individuos arbóreos y arbustivos, los cuales alcanzan una altura promedio de 20 cm a 1 m. encontrando las siguientes especies: Chechem (*Metopium brownei*), Chit (*Thrinax readi*), entre otras.

La información del valor de importancia relativa generada a partir de los muestreos de campo de referencia para los diversos estratos de la comunidad se presenta en las siguientes tablas:

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**Cuadro IV.6.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos con un DN desde 11 cm y mayores (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa; DOM.= Dominancia; DOM.R.=Dominancia relativa).

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Bursera simaruba	Chaca	1	5.000	1	13	0.017	4.0	17.5
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	5.000	1	13	0.013	3.0	17.5
Lysiloma latisiliqua	Tsalam	8	40.000	1	13	0.231	53.8	52.5
Metopium brownei	Chechen	3	15.000	1	13	0.061	14.1	27.5
Piscidia piscipula	Ja'abin	3	15.000	1	13	0.046	10.7	27.5
Thevetia gaumeri	Akits	2	10.000	1	13	0.050	11.6	22.5
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	1	5.000	1	13	0.012	2.8	17.5
Ardisia escallonioides	Sacklobche	1	5.000	1	13	0.011	2.5	17.5
	<b>TOTALES</b>	<b>20</b>	<b>100.000</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>0.429714</b>	<b>100.0</b>	<b>200.0</b>

**Cuadro IV.7.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos con un DN desde 4.8 cm hasta 10.9 cm (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa; DOM.= Dominancia; DOM.R.=Dominancia relativa).

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Bursera simaruba	Chaca	5	11.36	1	7.69	0.029	10.265	29.321
Chrysophyllum mexicanum	Caymito de monte	1	2.27	1	7.69	0.005	1.601	11.566
Croton glabellus	Perezkut	5	11.36	1	7.69	0.015	5.126	24.182
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	3	6.82	1	7.69	0.011	3.841	18.352
Lysiloma latisiliqua	Tzalam	8	18.18	2	15.38	0.158	55.198	88.764
Metopium brownei	Chechen	10	22.73	1	7.69	0.038	13.203	43.622
Nectandra Coriacea	Joochok ché	3	6.82	1	7.69	0.011	3.720	18.230

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Thevetia gaumeri	Akits	2	4.55	1	7.69	0.008	2.630	14.867
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	3	6.82	1	7.69	0.013	4.416	18.926
Leucaena leucocephala	WAXIN	1	2.27	1	7.69	0.006	2.257	12.222
Lonchocarpus xuul	XUUL	2	4.55	1	7.69	0.006	2.196	14.434
Colubrina gregii	CHACNIC	1	2.27	1	7.69	0.003	1.003	10.968
	TOTALES	44	100	13	100	0.2863403	100.000	300

**Cuadro IV.8.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos con un DN de 2 cm hasta 4.7 cm (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa).

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Bursera simaruba	Chaca	4	14.2857143	1	7.69	0.01	7.90	29.88
Coccoloba cozumelensis	Boob	1	3.57142857	1	7.69	0.01	6.46	17.73
Croton glabellus	Perezkut	6	21.4285714	1	7.69	0.01	6.40	35.52
Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	2	7.14285714	1	7.69	0.01	14.68	29.52
Guettarda combsii	Tasta' ab ó manzanillo	1	3.57142857	1	7.69	0.00	0.80	12.06
Hampea trilobata	Hool, Jool ó majahua	2	7.14285714	1	7.69	0.01	7.39	22.23
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	3.57142857	1	7.69	0.00	4.21	15.47
Manilkara zapota	Chicozapote	1	3.57142857	1	7.69	0.03	26.77	38.03
Metopium brownei	Chechen	2	7.14285714	1	7.69	0.02	15.52	30.35
Nectandra Coriacea	Joochok ché	2	7.14285714	1	7.69	0.00	3.12	17.95
Neea psychotrioides	Ta't si	4	14.2857143	1	7.69	0.00	4.08	26.06
Thevetia gaumeri	Akits	1	3.57142857	1	7.69	0.00	1.79	13.05
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	1	3.57142857	1	7.69	0.00	0.88	12.14
	TOTAL	28	100	13	100	0.10	100	300

**Cuadro IV.9.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos con un DN menor de 3.8 cm (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa)

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	VIR
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	4	16.67	1	20	36.67
Metopium brownei	Chechen	1	4.17	1	20	24.17
Zanthoxylum caribaeum	sinitcheb	1	4.17	1	20	24.17
Thrinax radiata	Palma chit	15	62.5	1	20	82.5
Coccothrinax readii	NACAX	3	12.5	1	20	32.5
		24	100	5	100	200

La información del valor de importancia corrobora lo expresado con anterioridad respecto a que en el predio de referencia se observa una vegetación correspondiente a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. Lo anterior se fundamenta en que todas las especies registradas con los valores de importancia más altos en cada uno de los estratos son características de éste tipo de selvas en el norte del estado de Quintana Roo.

En las tablas siguientes se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por grupos diamétricos en los primeros tres estratos encontrados para las especies registradas en las unidades de muestreo en el sitio de referencia. La equitatividad (E) puede entenderse como que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies

**Cuadro IV.10.-** Estrato arbóreo.

500 M2					
ESPECIE	CLAVE/NC	D/1000M	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Bursera simaruba	Chaca	1	0.05	0.2160964	4.32192809
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	0.05	0.2160964	4.32192809
Lysiloma latisiliqua	Tsalam	8	0.4	0.52877124	1.32192809
Metopium brownei	Chechen	3	0.15	0.41054484	2.73696559
Piscidia piscipula	Ja'abin	3	0.15	0.41054484	2.73696559
Thevetia gaumeri	Akits	2	0.1	0.33219281	3.32192809

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Vitex gaumeri	Ya'ax nik	1	0.05	0.2160964	4.32192809
<i>Ardisia escallonioides</i>	Sacklobche	1	0.05	0.2160964	4.32192809
		20	1	2.54643934	
			H=	2.5	
			Hmax=	2.8	
			Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro IV.11.-** Arboles juveniles.

250 M2					
ESPECIE	CLAVE/NC	D/500M	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Bursera simaruba	Chaca	5	0.11363636	0.35653449	- 3.13750352
Chrysophyllum mexicanum	Caymito de monte	1	0.02272727	0.12407799	- 5.45943162
Croton glabellus	Perezkut	5	0.11363636	0.35653449	- 3.13750352
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	3	0.06818182	0.26416835	- 3.87446912
Lysiloma latisiliqua	Tsalam	8	0.18181818	0.44716939	- 2.45943162
Metopium brownei	Chechen	10	0.22727273	0.48579626	- 2.13750352
Nectandra Coriacea	Joochok ché	3	0.06818182	0.26416835	- 3.87446912
Thevetia gaumeri	Akits	2	0.04545455	0.20270144	- 4.45943162
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	3	0.06818182	0.26416835	- 3.87446912
Leucaena leucocephala	WAXIN	1	0.02272727	0.12407799	- 5.45943162
Lonchocarpus xuul	XUUL	2	0.04545455	0.20270144	- 4.45943162
Colubrina gregii	CHACNIC	1	0.02272727	0.12407799	- 5.45943162
		44	1	3.21617652	
			H=	3.2	
			Hmax=	3.6	
			Equitabilidad=	0.9	

**Cuadro IV.12.- Estrato arbustivo.**

125 M <sup>2</sup>					
ESPECIE	CLAVE/NC	D/250M	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Bursera simaruba	Chaca	4	0.14285714	0.4010507	- 2.80735492
Coccoloba cozumelensis	Boob	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
Croton glabellus	Perezkut	6	0.21428571	0.47622695	- 2.22239242
Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	2	0.07142857	0.27195392	- 3.80735492
Guettarda combsii	Tasta' ab ó manzanillo	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
Hampea trilobata	Hool, Jool ó majahua	2	0.07142857	0.27195392	- 3.80735492
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
Manilkara zapota	Chicozapote	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
Metopium brownei	Chechen	2	0.07142857	0.27195392	- 3.80735492
Nectandra Coriacea	Joochok ché	2	0.07142857	0.27195392	- 3.80735492
Neea psychotrioides	Ta't si	4	0.14285714	0.4010507	- 2.80735492
Thevetia gaumeri	Akits	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	1	0.03571429	0.17169125	- 4.80735492
		28	1	3.39629153	
			H=	3.4	
			Hmax=	3.7	
			Equitabilidad=	0.9	

Los resultados indican que los tres estratos presentan un valor H muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presentó el valor más alto (3.4) que indica una riqueza relativamente alta. Del mismo modo la equitatividad en los tres estratos fue cercana a 1, lo que significa que la distribución de las especies es más o menos homogénea

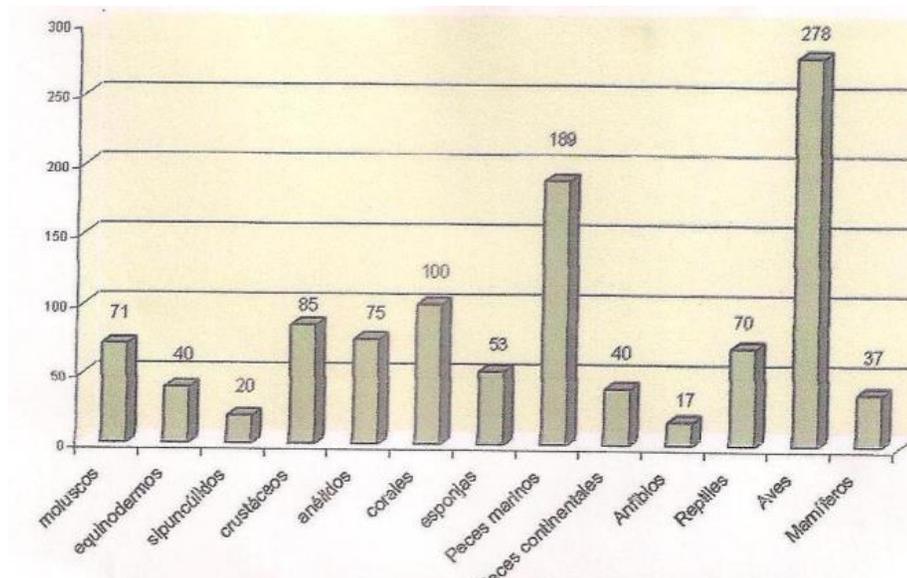
no sobresaliendo significativamente ninguna por sus valores de densidad, frecuencia o dominancia.

### Fauna silvestre.

La fauna en el municipio Benito Juárez –Subcuenca "a"- es abundante y rica en especies, como es característico de las regiones neotropicales de México, uno de los países mega diversos del mundo. Sin embargo, su estudio es más bien pobre y se ha desarrollado principalmente por extranjeros quienes se han concentrado en los inventarios quedando muchos vacíos en el conocimiento de la biología y ecología de éstos.

Para los alcances del presente documento la inclusión del listado faunístico de los principales grupos es suficiente. Sin embargo, junto a los listados se ha procurado incluir los datos reportados respecto a su estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En total, se reportan 1,068 especies distribuidas en 13 grupos principales de fauna terrestre y acuática (Gráfica IV.2)

En la selección de las fuentes de consulta para elaborar los listados de la fauna del municipio se incluyeron los trabajos más representativos de cada grupo. Para el caso de las aves se parte de los estudios de MacKinnon (1989), para el caso de los mamíferos se toman en cuenta los reportes de Ramírez, et al. (1983) y Navarro, et al. (1990) principalmente; mientras que para anfibios y reptiles se citan los reportes de Lee (1996). Las listas de peces continentales se elaboraron de los registros de Gamboa Pérez (1992), en tanto que para la fauna marina se recurrió a los reportes incluidos en los Programas de Manejo de los Parques Marinos Nacionales.



**Gráfica IV.2.-** Riqueza de especies de cada uno de los grupos de fauna silvestre reportados para el municipio Benito Juárez. FUENTE: CAM, 2002.

Respecto a la fauna de invertebrados, únicamente se cuenta con los reportes de la fauna marina asociada al ecosistema arrecifal localizado frente a la costa del municipio. Existe un vacío de información respecto de la entomofauna así como de otros invertebrados terrestres igualmente importantes. La ictiofauna continental de la zona Norte de Quintana Roo es prácticamente desconocida, sin embargo, esta es muy similar a la reportada en la zona central del estado y es factible extrapolar las listas de distribución. La fauna ictiológica del municipio se estima en 40 especies.

Quintana Roo se encuentra dentro de la provincia Ictio-limnológica del Usumacinta. Ésta se halla ubicada completamente en la vertiente atlántica, tiene su límite noroccidental en la cuenca del río Papaloapan en México y su límite meridional está entre las cuencas del río Coco y Prinzapolka en el Norte de Nicaragua. Contiene 145 especies de peces de agua dulce, pertenecientes a 34 géneros y 10 familias. La provincia se caracteriza por contener un gran número de especies endémicas y muchos derivados marinos que penetran a las aguas continentales (Miller, 1982 en Gamboa-Pérez, 1992).

Respecto a la ictiofauna marina se tienen 182 registros de peces, siendo las familias Serranidae y Posadasydae las mejor representadas con 16 y 15 especies respectivamente. Le siguen en importancia respecto a la riqueza de especies las familias Pomacentridae y Haemulidae con 14 registros y Carangidae y Labridae con 11. Para el municipio Benito Juárez, se enlistan las 17 especies de anfibios, donde destacan la familia Hylidae con 9 especies que representan el 52.94% del total. Lee (1996), reporta 70 especies de reptiles, donde la familia Colubridae con 35 especies representa el 50 % de los reptiles representados en el Municipio.

Las aves abarcan las especies reportadas para Isla de Cancún y sus terraplenes que la conectan a tierra firme denominados Cancún y Nizuc, así como las zonas interiores del continente, tanto para aves residentes como para especies migratorias.

Los reportes para la isla Cancún y sus terraplenes incluyen 44 de las 62 familias de aves localizadas en la Península de Yucatán que representa el 46 % de las aves registradas en la Península de Yucatán y el 23 % de las registradas en todo el país. En total se registran 278 especies. De acuerdo con los reportes de Ramírez, et al. (1983) y de Navarro, et al. (1990), en la zona Norte de Quintana Roo se registran 37 especies de mamíferos.

El grupo mejor representado es el de los murciélagos, ya que se reportan 10 especies, equivalentes al 27 % de las especies de mamíferos para la zona. En el territorio municipal de Benito Juárez habitan algunas especies de fauna silvestre con relevancia particular, debido a que sus poblaciones son vulnerables, son endémicas de la Península de Yucatán o simplemente son carismáticas. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 enlista 74 especies y subespecies de fauna silvestre, que representan el 6.92 % de la fauna citada para el municipio (Cuadro IV.13).

**Cuadro IV.13.** Especies de fauna, terrestres y marinas, reportadas para el Municipio Benito Juárez incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA
<b>PECES</b>		
<i>Rhamdia guatemalensis</i> (*)	Bagre	Pr
<i>Poecilia velifera</i> (*)	Molly de velo	A
<i>Ogilbia pearsei</i> (*)	Dama blanca ciega	P
<i>Ophisternon infernale</i> (*)	Anguila ciega	P
<b>ANFIBIOS</b>		
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	Ranita boquita, uo	Pr
<i>Tripurion petasatus</i>	Rana arbórea	Pr
<i>Rana berlandieri</i>	Rana leopardo	Pr
<b>REPTILES</b>		
<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	Pr
<i>Crocodylus (Mesaspis) moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Pr
<i>Caretta caretta</i>	Caguama	P
<i>Chelonia mydas</i>	Tortuga verde	P
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	P
<i>Dermochelys coriacea</i>	Tortuga laúd	P
<i>Kinosternon scorpioides</i>	Pochitoque	Pr
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Chakpool	A
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga jicotea	Pr
<i>Coleonyx elegans</i>	Geco manchado	A
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Tira la cola	Pr
<i>Thecadactylus rapicaudus</i>	Geco patudo	Pr
<i>Laemanctus serratus</i>	Yaxtoloc	Pr
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	A
<i>Sceloporus cozumelae</i> (*)	Lagartija playera	Pr
<i>Cnemidophorus rodecki</i> (*)	Huico	Pr
<i>Boa constrictor</i>	Boa	A
<i>Dipsas brevifacies</i> (*)	Chupa caracoles	Pr
<i>Imantodes cenchoa</i>	Bejuquilla	Pr
<i>Imantodes gemmistratus</i>	Bejuquillo	Pr
<i>Imantodes tenuissimus</i> (*)	Katzim	Pr
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Culebra pinta	A
<i>Leptophis ahaetulla</i>	Ranera verde	A
<i>Leptophis mexicanus</i>	Ranera bronceada	A
<i>Symphimus mayae</i> (*)	Culebra maya	Pr
<i>Tantilla cuniculator</i> (*)	Culebra-ciempiés del Petén	Pr
<i>Thamnophis proximus</i>	Culebra de agua	A
<i>Micrurus diastema</i> (*)+	Coralillo	Pr
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Cantil de agua	Pr

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>bilineatus+</i>		
<i>Crotalus durissus +</i>	Víbora de cascabel	Pr
<i>Porthidium yucatanicum (*)</i>	Víbora	Pr
<b>AVES</b>		
<i>Ardea herodias santilucae (*)</i>	Garzón cenizo	Pr
<i>Egretta rufescens</i>	Garza melenuda	Pr
<i>Mycteria americana</i>	Galletán	Pr
<i>Leptodon cayanensis</i>	Milano cabeza gris	Pr
<i>Elanoides forficatus</i>	Milano tijereta	Pr
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pajarero	Pr
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Gavilán cangrejo	Pr
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán de Harris	Pr
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Pr
<i>Rallus longirostris</i>	Rascón picudo	Pr
<i>Aramides axillaris</i>	Rascón collar rojizo	A
<i>Columba leucocephala</i>	Paloma corona blanca	A
<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Pr
<i>Bubo virginianus (*)</i>	Búho cornudo	A
<i>Doricha eliza (*)</i>	Chupaflor cola hendida	P
<i>Pteroglossus torquatus</i>	Tucancillo del collar	Pr
<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán real	A
<i>Platyrinchus cancrinus</i>	Mosquerito pico plano	Pr
<i>Attila spadiceus</i>	Atila de Cozumel	Pr
<i>Limnothlypis swainsonii</i>	Chipe de Swainson	Pr
<i>Eucometis penicillata</i>	Tangará cabeza gris	Pr
<i>Passerculus sandwichensis rostratus (*)</i>	Gorrión sabanero	Pr
<b>MAMÍFEROS</b>		
<i>Caluromys derbianus</i>	Holil och	Pr
<i>Chrotopterus auritus auritus</i>	Zotz	A
<i>Ateles geoffroyi</i>	Xtuch, mono araña	P
<i>Tamandua mexicana mexicana</i>	Oso hormiguero	P
<i>Coendou mexicanus</i>	Puercoespín	A
<i>Eira barbara</i>	Viejo de monte	P
<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote	P
<i>Leopardus wiedii</i>	Tigrillo	P
<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi	A
<i>Panthera (Felis) onca</i>	Jaguar	P
<b>CORALES</b>		
<i>Plexaura homomala</i>	Candelabro de mar	Pr
<i>Plexaura dichotoma</i>	Candelabro de mar	Pr
<i>Acropora cervicornis</i>	Coral cuerno de ciervo	Pr
<i>Acropora palmata</i>	Coral cuerno de alce	Pr

Especies de fauna, terrestres y marinas, reportadas para el Municipio Benito Juárez incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, según la clave probablemente extinta en el medio silvestre (E), en peligro de extinción (P), amenazadas (A), y las sujetas a protección especial (Pr), y dentro de estas categorías las endémicas (\*). Se indica además a las especies con importancia médica (+). FUENTE: H. Ayuntamiento Benito Juárez, 2003.

En cuanto a la fauna registrada en los sitios de referencia del sistema ambiental, entendido como el área de influencia del proyecto, está constituida por una amplia variedad de fauna de vertebrados terrestres.

En el cuadro de inventario de fauna se enlistan las especies de vertebrados observadas en los sitios, así como la registrada en la literatura reciente. Debido a las perturbaciones observadas en el área del proyecto, se presentan principalmente especies con hábitos alimenticios generalizados u oportunistas como son el tlacuache (*Didelphys virginiana*), el tejón (*Nasua nasua*) y el mapache (*Procyon lotor*). Asimismo, una variedad de especies de murciélagos y roedores, ya que aprovechan los espacios abiertos para buscar alimento y los árboles, troncos y oquedades para refugiarse.

Se observaron murciélagos de la familia Phyllostomatidae, como son los murciélagos frugívoros *Artibeus jamaicensis* y *Artibeus latirostris*. El murciélago insectívoro *Centurio senex*, característico de selvas medianas no perturbadas y *Artibeus weidii*. En el caso de los roedores se observaron y se reporta en la literatura la presencia de *Peromyscus yucatanicus*.

En el grupo de las aves se observaron aves canoras como el Cenzontle (*Mimus gilvus*) y el Tordo (*Dives dives*), así como Yuyas (*Icterus spp.*), Carpinteros (*Melanerpes sp.*) y Chachalacas (*Ortalis vetula*).

**Cuadro IV.14.-** Inventario faunístico observado en los sitios de referencia del Sistema Ambiental.

INVENTARIO FAUNÍSTICO					
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	HABITAT	TIPO DE REGISTRO		
			Observado	Reportado	Rastro
<b>Mamíferos</b>					
<i>Sciurus yucatanenses</i>	ardilla	selvas	<input type="checkbox"/>		
<i>Nasua nasua</i>	tejón	selvas		<input type="checkbox"/>	
<i>Didelphys virginiana</i>	tlacuache	selvas	<input type="checkbox"/>		
<i>Odocoileus virginianus</i>	venado cola blanca	claros		<input type="checkbox"/>	
<i>Artibeus jamaicensis</i>	murciélago	claros	<input type="checkbox"/>		

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>Artibeus latirostris</i>	murciélago	claros	<input type="checkbox"/>		
<i>Centurio senex</i>	murciélago	selvas		<input type="checkbox"/>	
<i>Carollia brevicauda</i>	murciélago	selvas		<input type="checkbox"/>	
<i>Artibeus weidii</i>	murciélago	selvas		<input type="checkbox"/>	
<i>Peromyscus yucatanenses</i>	ratón de campo	acahual	<input type="checkbox"/>		
<b>Aves</b>					
Tortolita común	<i>Columbina passerina</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Calandria	<i>Icterus gularis</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	acahual	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	urbano	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	selva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mosquero	<i>Contopus virens</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiática</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Pecho amarillo	<i>Megarynchus pitangua</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Colibrí	<i>Amazilia rutila</i>	selva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	selva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Carpintero cabecirrojo grande	<i>Campephilus guatemalensis</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Mariposa	<i>Passerina ciris</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Zorzal pardo	<i>Turdus grayi</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
Vaquero	<i>Piaya cayana</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Paloma morada ventrioscura	<i>Columba flavisrostris</i>	acahual	<input type="checkbox"/>		
Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	selva	<input type="checkbox"/>		
<b>Reptiles</b>					
<i>Basiliscus vittatus</i>	basilisco	oquedad		<input type="checkbox"/>	
<i>Ctenosaura similis</i>	iguana	oquedad	<input type="checkbox"/>		
<i>Anolis sagrei</i>	lagartija	matorral	<input type="checkbox"/>		
<i>Anolis sericeus</i>	lagartija	matorral	<input type="checkbox"/>		

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>Leptophis mexicanus</i>	culebra	selva		<input type="checkbox"/>	
<i>Oxibelis aeneus</i>	bejuquillo	matorral		<input type="checkbox"/>	
<i>Kinosternon sp.</i>	tortuga de tierra	aguada	<input type="checkbox"/>		
<b>Anfibios</b>					
<i>Bufo valliceps</i>	sapo común	aguada		<input type="checkbox"/>	

Abundancia relativa.

Para determinar valores de abundancia relativa (A.R.), se utilizaron los siguientes parámetros arbitrarios con base a los recorridos (diurnos y nocturnos) realizados en el sitio:

Muy abundante	M. A	Observación de más de 10 individuos.
Abundante	A	Observación de 7 a 9 individuos
Común	C	Observación de 4 a 6 individuos.
Rara	R	Observación de 1 a 3 individuos

Los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro IV.15.- Abundancia relativa

<b>MAMIFEROS</b>		
<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>ABUNDANCIA RELATIVA</b>
Murciélago	<i>Artibeus intermedius</i>	C
Murciélago	<i>Artibeus jamaicensis</i>	C
Sereque	<i>Dasyprocta punctata</i>	R
Ardilla gris	<i>Sciurus yucatanensis</i>	R
<b>AVES</b>		
<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>ABUNDANCIA RELATIVA</b>
Tortolita común	<i>Columbina passerina</i>	A
Calandria	<i>Icterus gularis</i>	R
Zopilote común	<i>Coragyps atratus</i>	R
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	M.A
Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	R
Mosquero	<i>Contopus virens</i>	R
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiática</i>	A
Pecho amarillo	<i>Megarynchus pitangua</i>	R
Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	C

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Colibrí	<i>Amazalia rutila</i>	R
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	C
Chara yucateca	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	C
Carpintero cabecirrojo grande	<i>Campephilus guatemalensis</i>	R
Mariposa	<i>Passerina ciris</i>	R
Zorzal pardo	<i>Turdus grayi</i>	R
Vaquero	<i>Piaya cayana</i>	R
Paloma morada ventrioscura	<i>Columba flavisrostris</i>	A
Tordo cantor	<i>Dives dives</i>	R

**REPTILES**

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	ABUNDANCIA RELATIVA
Lagartija	<i>Anolis sagrei</i>	M.A
Toloc	<i>Basiliscus vittatus.</i>	R
Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	M.A
Bejuquillo	<i>Oxybelis aeneus</i>	R
Iguana	<i>Ctenosaura similis</i>	R

**Distribución y Abundancia.**

La distribución y abundancia de la fauna en los sitios de referencia del sistema ambiental, fue dominada por las aves registrando 18 especies y donde se observó de forma muy abundante, el zanate; La Tortolita común, la paloma de alas blancas y la paloma morada ventrioscura, en forma abundante; de forma común el ceniztonle, la chachalaca y la chara yucateca; el mosquero, la calandria, el zopilote común, el carpintero, el pecho amarillo, el colibrí, el carpintero cabecirrojo; la mariposa, el zorzal pardo, el vaquero y el tordo cantor, fueron observadas como especies raras. En el caso de los reptiles la lagartija (*Anolis sagrei*) y la lagartija (*Ameiva undulata*) resultaron ser especies muy abundantes, mientras que el tolok y el Bejuquillo (*Oxybelis aeneus*) resultaron especies raras. En el caso de los mamíferos se observaron el murciélago (*Artibeus intermedius*) y el murciélago (*Artibeus jamaicensis*) como especies comunes; la ardilla gris y el sereque como especies raras.

**Especies amenazadas o en peligro de extinción.**

Del total de fauna registrada en los sitios de referencia solamente se observó una especie incluida en la NOM-059-ECOL-2010, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), incluida en la norma citada con la categoría de Amenazada.

Pocas especies registradas tienen algún estatus de protección, sin embargo muchas de las especies presentes han reducido sus poblaciones de manera importante, debido a la modificación de su hábitat; los principales afectados son los reptiles y los mamíferos que tienen poca capacidad de desplazamiento o requieren condiciones particulares para establecer su residencia.

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

### **Condiciones del predio y fines a que está destinado.**

El predio del proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", cuenta con una superficie de 0.5 Ha, o 5,000 m<sup>2</sup> con una cubierta de Vegetación Secundaria, derivada de Selva Mediana Subperennifolia. Esta vegetación está conformada por individuos que tienen de 2 a 12 metros de altura total que componen los estratos arbóreo y arbustivo. El estrato herbáceo se compone fundamentalmente de juveniles y plántulas de las especies arbóreas y arbustivas.

Las principales especies que la constituyen son: Tzalam (*Lysiloma latisiliqua*); Kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), Akits (*Thevetia gaumeri*); perezcut (*Croton glabellus*) entre otras.

#### **V.1.- Clima.**

El clima predominante en este predio es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano y corresponde al subtipo climático Aw0 (x') el más seco de los subhúmedos con un cociente P/T menor que 43.2, de acuerdo con las modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen propuestas por García (1981). Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, la precipitación media anual es de 1012.87 mm, aunque el predio se encuentra cerca de la isoyeta de los 1,500 mm, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente y su cercanía al mar. El balance de escurrimiento medio anual es de 0-20 milímetros mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 milímetros anuales.

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (Agosto-Octubre e incluso Noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). Los vientos invernales del Norte representan otro fenómeno hidro-meteorológico que afecta de manera determinante las condiciones climáticas del área, con efectos semejantes a los huracanes (lluvias, marejadas, etc.), sólo que en menor grado.

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

De acuerdo con la Carta edafológica del INEGI Cancún F-16-8, los suelos de este predio corresponden a la asociación I+E/2: Litosoles más Rendzina de clase textural media. Esta asociación de suelos jóvenes son poco evolucionados, permeables y con un pH neutro a ligeramente alcalino. Estos suelos que presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas que afloran frecuentemente y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad.

Son suelos pedregosos a causa del basamento rocoso y calcáreo, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración del agua de lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas, dando origen a los cenotes, grutas y cavernas. Estos suelos delgados de litosol con clase textural media presentan valores del factor erodabilidad (K) de 0.20 en función de la unidad de suelo y su textura superficial (según Becerra 2005, citado por Hernández, 2010). Los suelos de este predio se encuentran cubiertos con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y no presentan evidencias de usos recientes.

## **V.3.- Pendiente media.**

El predio presenta una topografía plana con ligera pendiente descendente hacia el Oriente, con una altura promedio de 5 a 7 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan pequeños lomeríos y rejolladas. El terreno se aprecia como una planada con pequeñas depresiones y lomeríos con pendiente media menor al 2%.

## **V.4.- Hidrografía.**

El predio forma parte de la región hidrológica RH32 Yucatán Norte y la cuenca denominada 32A Quintana Roo que por su potencial aprovechamiento corresponde a un material consolidado con posibilidades altas. En esta cuenca (32A) no se presentan escurrimientos superficiales debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación. De acuerdo con la Carta hidrológica de aguas superficiales del INEGI, en el área de influencia, se presenta un rango de escurrimiento menor del 5%. Este coeficiente de escurrimiento es un indicador que representa el porcentaje del agua precipitada que se escurre o se acumula superficialmente, siendo este escurrimiento bajo y de corto recorrido.

### V.5.- Tipos de vegetación.

La condición de suelo y humedad son poco variables y debido a que el predio es pequeño, la variación en el ecosistema no es relevante, esto determina que en el predio exista sólo un tipo de vegetación que corresponde al de Vegetación Secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia en regular estado de conservación.

De acuerdo con lo indicado por el INEGI, en la zona del predio y dentro del predio se localiza una vegetación de selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria arbustiva, con alto grado de impacto con afectaciones por actividades antropogénicas diversas y por fenómenos hidrometeorológicos.

### Descripción del Método de Muestreo.

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación consistió en la revisión de estudios relativos, la recopilación de información técnica y cartográfica del INEGI, recorridos de campo y el muestreo de vegetación realizado para el inventario forestal mediante un método con área.

Durante los recorridos, se elabora el listado de especies vegetales presentes en el predio, se identifican las condiciones de la vegetación a partir de sus características fisonómicas y se reconocen evidencias de usos y perturbaciones que afectan la vegetación. En la Tabla V.1, se presentan las coordenadas UTM correspondientes a los sitios de muestreo determinadas mediante GPS marca Garmin modelo **Etrex** con Datum WGS84, y en la tabla V.1, se aprecia su distribución espacial.

**Tabla V.1.-** Coordenadas UTM correspondientes a los sitios de muestreo para el inventario forestal realizado en las áreas sujetas a cambio de uso del suelo.

SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	515053	2327594
2	515032	2327543

La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio, se realizó en dos etapas. El trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en las cercanías del sitio, así como la consulta en la Carta de Usos del Suelo y Vegetación elaborada por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), así como fotografía satelital.

Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio, se realizó un muestro sistemático, marcándose 2 sitios de 500 m<sup>2</sup> cada uno.

- 500 m<sup>2</sup> para el registro de todos los árboles adultos con Diámetro Normal (DN) de 35 cm y mayores. En estos sitios de muestreo se tomaron datos del nombre común, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial;

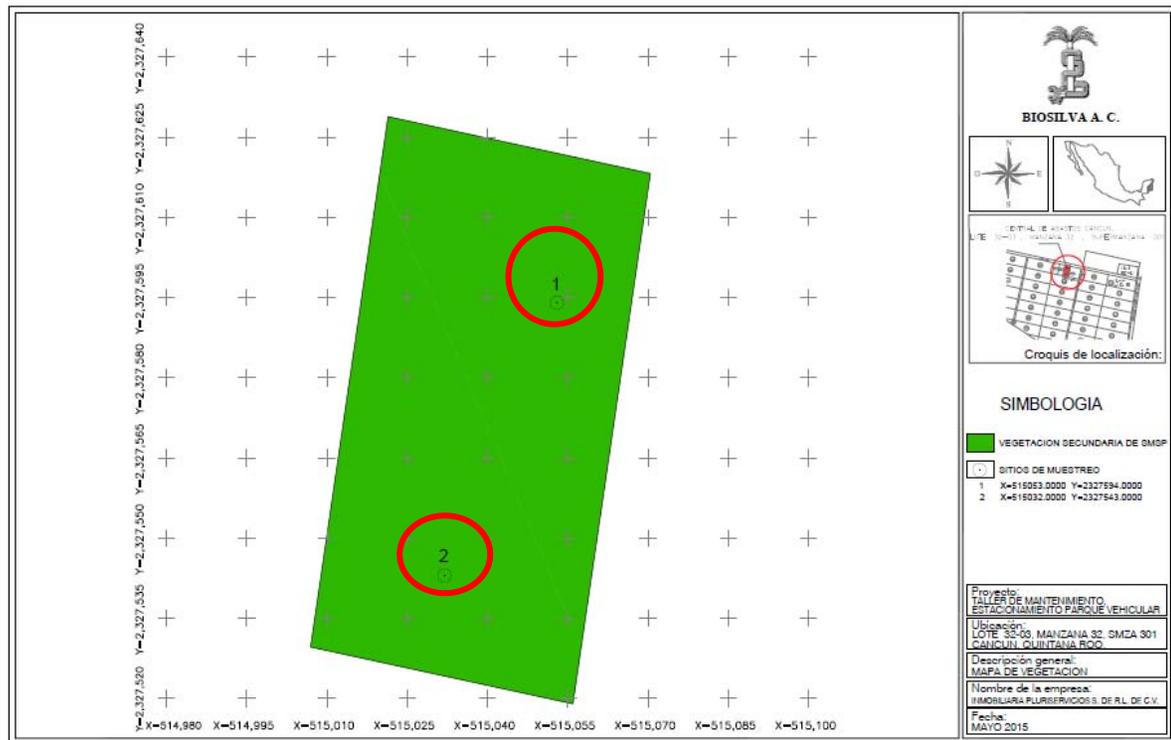
- 250 m<sup>2</sup> para registrar los árboles juveniles con DN dentro de un rango desde 34.99 cm hasta 15 cm. Se tomaron datos del nombre común, DAP, largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial

- 125 m<sup>2</sup> para registrar los arbustos con DN dentro de un rango desde 14.99 cm hasta 3.81cm. Se tomaron datos del nombre común, DAP, largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial

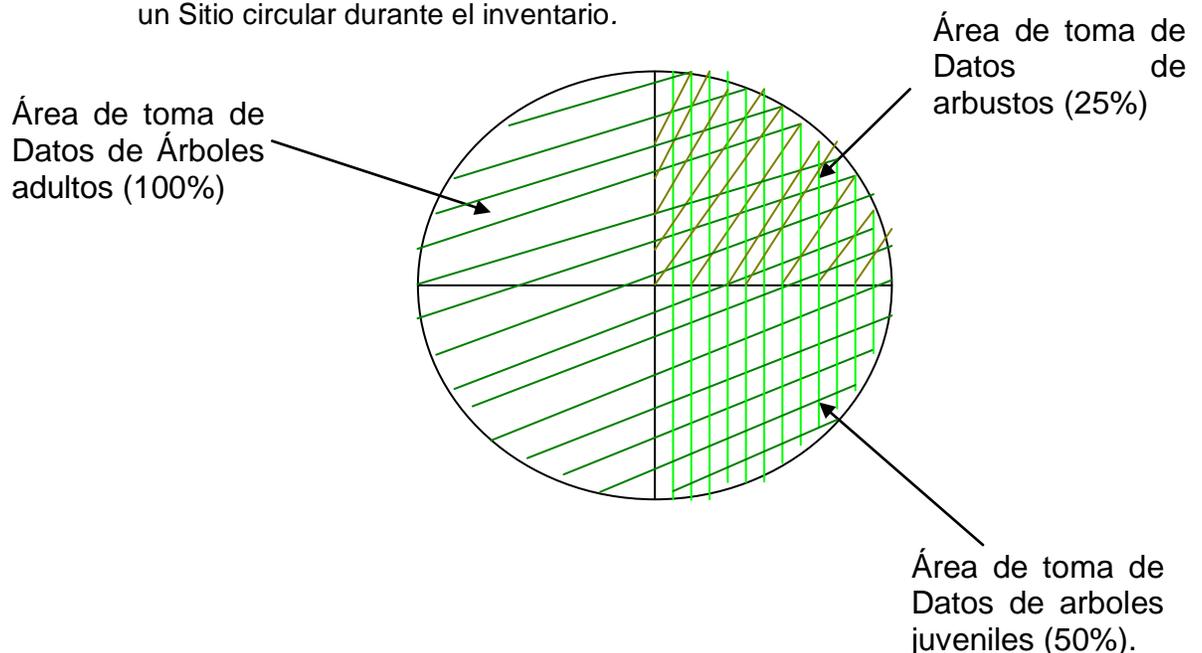
- 1 m<sup>2</sup> para registrar los individuos juveniles y plántulas correspondientes a la regeneración natural así como los individuos juveniles de especies con importancia ecológica, susceptibles de ser rescatados.

La ubicación de dichas parcelas en el terreno se determinó de una manera sistemática y considerando exclusivamente la suma de la superficie del círculo concéntrico mayor (500 m<sup>2</sup>), se obtiene que la superficie de muestreo corresponde a prácticamente al 20.00% del total del terreno (5,000.00 m<sup>2</sup>) .Ver figuras V.1. y V.2, en las páginas siguientes y Plano de Sitios de Muestreo anexo al presente documento.

**Figura V.1.-** Se aprecia la distribución espacial de los sitios de muestreo para la descripción de la vegetación secundaria derivada de selva mediana Subperenifolia que cubre el predio.



**Figura V.2.-** División de las áreas en la toma de datos de un Sitio circular durante el inventario.



### **Procedimiento para la descripción de la vegetación.**

Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio, se realizaron recorridos en brechas y caminos que ya existían en el terreno para verificar los límites de la propiedad, reconocer los tipos de vegetación presentes a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

Cada individuo se registró por su clave o por nombre común de la especie, el diámetro del tallo a la altura del pecho (DAP), la condición del arbolado y la altura total. Así mismo, se registró el número de individuos juveniles que son susceptibles de ser rescatados.

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli *et al.*, (2010) y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos de los individuos vivos que se registraron durante el censo, se realizó un análisis en gabinete para describir la estructura y composición de la vegetación, utilizando el Valor de Importancia Relativa (VIR) y la distribución del área basal como indicadores de las condiciones de la vegetación. Para lo anterior, se utilizan las siguientes fórmulas:

$$\text{Densidad Relativa (especie X)} = \frac{\text{Densidad de la especie X}}{\text{Densidad de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Frecuencia Relativa (especie X)} = \frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Dominancia Relativa (especie X)} = \frac{\text{Área basal de la especie X}}{\text{Área basal de todas las especies}} * 100$$

$$\text{Valor de Importancia Relativa (VIR)} = \text{DR} + \text{FR} + \text{DMR}$$

En este estudio los grupos diamétricos que se comparan se establecieron con fines prácticos para facilitar el análisis de la información. Estos grupos diamétricos representan también agrupaciones de plantas con fines de aprovechamiento según su talla.

Asimismo, se analizó la diversidad de especies por grupo diamétrico para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las parcelas de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002). Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ):  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  Donde:  $H'$  = contenido de la información de la muestra.  $P_i$  = proporción de la muestra que pertenecen a la especie  $i$ . Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculo el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001). Índice de Equidad de Pielou  $E = H / H_{max}$ , Donde:  $E$  = Equidad  $H$  = Diversidad de especies  $H_{max}$  = Diversidad de especies máxima =  $\log_2 S$

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del predio.

### **Descripción de la Vegetación en el predio.**

El estrato arbóreo en el área del proyecto presenta diferencias en las distribuciones verticales (alturas), tanto entre los sitios como dentro de los sitios, pero en general se encontraron un mayor número de individuos de talla baja. Del listado de especies de flora encontrados en el predio del proyecto (Tabla V.2.) se puede observar que la composición y diversidad de especies arbóreas indican que son característicos de la selva mediana subperennifolia. Se encontraron 25 familias, representando 45 especies entre árboles, arbustos y palmas.

El 71% de los individuos registrados (32 spp.), presentan forma de vida arbórea, mientras que el restante estuvo compuesto por arbustivas, herbáceas, y palmas. La familia mejor representada es la Fabaceae con 7 especies. La fisonomía de esta comunidad vegetal es por lo general siempre verde, en la época de secas algunas especies llegan a tirar sus hojas; la estructura es sencilla y sus elementos dominantes son de forma arbórea y arbustiva.

**Tabla V.2.-** Listado de especies de flora registradas en el área de estudio correspondiente a vegetación derivada de selva mediana subperenifolia.

N	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA
1	<b>ANACARDIACEAE</b>	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Árbol
2	<b>ANNONACEAE</b>	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	Árbol
3	<b>APOCYNACEAE</b>	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	Árbol
4	<b>ARACEAE</b>	<i>Philodendron sp.</i>	Bejuco o enredadera	Trepadora
5	<b>ARECACEAE</b>	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Palma
6	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	Guano	Palma
7	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Palma
8	<b>BURSERACEAE</b>	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	Árbol
9	<b>CECROPIACEAE</b>	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Árbol
10	<b>EBENACEAE</b>	<i>Diospyros cuneata</i>	Tzilil	Árbol
11	<b>EUPHORBIACEAE</b>	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chaya de monte	Arbusto
12	EUPHORBIACEAE	<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	Arbusto
13	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbiacya thophora</i>		Herbacea
14	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	Árbol
15	<b>FABACEAE</b>	<i>Acacia cornigera</i>	Subin che	Arbusto
16	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Árbol
17	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	Árbol
18	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	Árbol
19	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	Árbol
20	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	Árbol
21	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	Árbol
22	<b>FLACOURTIACEAE</b>	<i>Casearia nitida</i>	Cafetillo	Árbol
23	<b>LAURACEAE</b>	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochokché	Árbol
24	<b>MALVACEAE</b>	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	Árbol
25	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	Arbusto
26	<b>MORACEAE</b>	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo, copo	Árbol
27	MORACEAE	<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	Árbol
28	MORACEAE	<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo ó Amate	Árbol
29	<b>MYRTACEAE</b>	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	Árbol
30	<b>NYCTAGINACEAE</b>	<i>Neea psychotrioides</i>	Café de monte	Árbol
31	<b>ORQUIDACEAE</b>	<i>Oeceoclades maculata</i>	Chikut	Herbacea
32	<b>POLYGONACEAE</b>	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	Árbol
33	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Uvero	Árbol
34	POLYGONACEAE	<i>Gymnopodium</i>	Tzilil-che	Árbol

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto “TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA”, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo”

		<i>floribundum</i>		
35	<b>RHAMNACEAE</b>	<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	Árbol
36	<b>RUBIACEAE</b>	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	Árbol
37	RUBIACEAE	<i>Hamelia patens</i>	Xcanam	Herbacea
38	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	Herbacea
39	<b>RUTACEAE</b>	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	Árbol
40	<b>SAPINDACEAE</b>	<i>Extothea diphylla</i>	Huayan-cox	Árbol
41	<b>ULMACEAE</b>	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Piixoy	Árbol
42	<b>VERBENACEAE</b>	<i>Lantana camara</i>	Lantana, lkj' ilha' xiw	Herbacea
43	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	Árbol
44	<b>ZAPOTACEAE</b>	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	Árbol
45	ZAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	Árbol

**Presencia de especies vegetales bajo régimen de protección legal.**

De todas las especies encontradas en los muestreos, se encuentran en la Norma NOM-059-SEMARNAT-2010, las siguientes especies de la tabla V.3:

Nombre Común	Nombre Científico	CATEGORIA EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010
Palma Chit	<i>Thrinax radiata</i>	<b>A</b> No endémica amenazada
Palma Nakax	<i>Coccothrinax readii</i>	<b>A</b> No endémica amenazada

**Tabla V.3.** Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

**Valor de importancia relativa.**

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos de campo para los diversos estratos de la comunidad se presenta en los siguientes cuadros (cuadros V.1 a V.4).

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**Cuadro V.1.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos arbóreos con un DN desde 35.00 cm y mayores. (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa D.M.= Dominancia; D.M.R.= Dominancia Relativa). (Estrato arbóreo).

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	1	3.33	1	25.00	0.010313	2.41	30.74
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	1	3.33	1	25.00	0.009748	2.28	30.61
Lysiloma latisiliqua	Tzalam	28	93.33	2	50.00	0.407922	95.31	238.65
TOTALES=		30	100	4	100	0.427984	100.00	300.00

**Cuadro V.2.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos arbustivos con un DN desde 34.99 cm hasta 15 cm. (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa D.M.= Dominancia; D.M.R.= Dominancia Relativa). (Estrato arbóreo juvenil).

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Bursera simaruba	Chaca	2	2.778	1	6.67	0.00582	1.768	11.21
Caesalpinia gaumeri	Kitamché ó kitamche	2	2.778	1	6.67	0.00409	1.243	10.69
Croton glabellus	Perezkut	2	2.778	1	6.67	0.00576	1.751	11.20
Ficus padifolia	Amate ó amatillo	1	1.389	1	6.67	0.00351	1.066	9.12
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	11	15.278	2	13.33	0.04149	12.609	41.22
Lysiloma latisiliqua	Tzalam	44	61.111	2	13.33	0.22660	68.859	143.30
Metopium brownei	Chechen	1	1.389	1	6.67	0.00204	0.619	8.67
Nectandra coriacea	Joochokché	1	1.389	1	6.67	0.00244	0.741	8.80
Thevetia gaumeri	Akits	5	6.944	2	13.33	0.02794	8.490	28.77
Vitex gaumeri	Ya'axnik	2	2.778	2	13.33	0.00621	1.887	18.00
Ficus cotinifolia	Álamo	1	1.389	1	6.67	0.00318	0.967	9.02
TOTALES=		72	100	15	100	0.329076	100	300

**Cuadro V.3.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de individuos arbóreos con un DN desde 14.99 cm hasta 3.81 cm. (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa D.M.= Dominancia; D.M.R.= Dominancia Relativa). (Estrato arbustivo)

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	1	5.882	1	10.00	0.00145	7.739	23.62
<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	3	17.647	2	20.00	0.00309	16.476	54.12
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	2	11.765	1	10.00	0.00292	15.563	37.33
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	3	17.647	2	20.00	0.00346	18.482	56.13
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	1	5.882	1	10.00	0.00080	4.246	20.13
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	1	5.882	1	10.00	0.00072	3.832	19.71
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	4	23.529	1	10.00	0.00541	28.875	62.40
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	2	11.765	1	10.00	0.00090	4.798	26.56
TOTALES=		17	100	10	100	0.01874	100.0	300

**Cuadro V.4.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de plántulas con un DN desde 3.7 cm hasta 1 cm. (D=Densidad; F=Frecuencia; D.R.=Densidad Relativa; F.R.=Frecuencia Relativa D.M.= Dominancia; D.M.R.= Dominancia Relativa). (Estrato herbáceo)

CIENTIFICO	COMUN	D	DR	F	FR	VIR
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	1	5.8823529	1	11.1	16.993464
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	5	29.411765	1	11.1	40.522876
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	1	5.8823529	1	11.1	16.993464
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	4	23.529412	1	11.1	34.640523
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	1	5.8823529	1	11.1	16.993464
<i>Oeceoclades maculata</i>	ORQUIDEA	1	5.8823529	1	11.1	16.993464
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	3	17.647059	2	22.2	39.869281
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	1	5.8823529	1	11.1	16.993464
TOTAL		17	100	9	100	200

La información del Valor de Importancia corrobora lo expresado con anterioridad respecto a que en el predio predomina una condición secundaria de selva mediana subperennifolia. Esta aseveración se fundamenta por las razones que se exponen a continuación:

- Los estratos arbóreo, juvenil y arbustivo registraron la mayor riqueza de especies, las cuales destacan por su rápido crecimiento y adaptabilidad a las

perturbaciones naturales y antropogénicas. Las especies registradas corresponden en su mayoría a las juveniles del estrato arbóreo.

- La especie *Lysiloma latisiliqua* se distingue por abundancia en los diversos estratos de la comunidad. Esta especie se caracteriza por su adaptabilidad a las perturbaciones con una estrategia de reproducción muy eficiente.

Respecto a los índices de diversidad (de dominancia y equidad), obtenidos para la vegetación de esta zona, se obtuvieron los resultados que se muestran en los siguientes cuadros.

**Cuadro V.5.-** Índices de diversidad obtenidos para el estrato arbóreo

Nombre científico	Nombre común	D/ha	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo ó Amate	10	0.033333333	0.16356302	-4.906890596
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	10	0.033333333	0.16356302	-4.906890596
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	280	0.933333333	0.092899962	-0.099535674
	TOTALES	300	1	0.420026002	
			H=	0.42	
			Hmax=	1.58	
			Equitabilidad=	0.27	

*Cuadro V.6.-* Índices de diversidad obtenidos para el estrato arboreo juvenil y arbustivo

Nombre científico	Nombre común	D/ha	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	160	0.075471698	0.28135248 7	- 3.727920455
<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	20	0.009433962	0.06347094 8	- 6.727920455
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	300	0.141509434	0.39920233 9	- 2.821029859

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Lysiloma latisiliqua	Tzalam	1000	0.471698113	0.51135106 8	- 1.084064265
Malmea depressa	Elemuy ó eklemuy	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
Metopium brownei	Chechen	20	0.009433962	0.06347094 8	- 6.727920455
Nectandra coriacea	Joochokché	20	0.009433962	0.06347094 8	- 6.727920455
Psidium sartorianum	Guayabillo	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
Thevetia gaumeri	Akits	260	0.122641509	0.37129480 7	- 3.027480736
Vitex gaumeri	Ya'axnik	40	0.018867925	0.10807397 1	- 5.727920455
Ficus cotinifolia	Álamo	20	0.009433962	0.06347094 8	- 6.727920455
Randia aculeata	PEXQUITAM	80	0.037735849	0.17841209 3	- 4.727920455
		2120		1	2.64394041
			H=		2.6
			Hmax=		3.9
			Equitabilidad =		0.7

**Cuadro V.7.-** Índices de diversidad obtenidos para el estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	D/ha	pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	5000	0.058823529	0.240438991	-4.087462841
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	25000	0.294117647	0.519274925	-1.765534746
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	5000	0.058823529	0.240438991	-4.087462841
<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	20000	0.235294118	0.491167727	-2.087462841
<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	5000	0.058823529	0.240438991	-4.087462841
<i>Ocledes maculata</i>	Orquidea	5000	0.058823529	0.240438991	-4.087462841
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	15000	0.176470588	0.441617707	-2.502500341
<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	5000	0.058823529	0.240438991	-4.087462841
		85000		1	2.654255313
			H=		2.654255313
			Hmax=		3
			Equitabilidad=		0.9

Considerando únicamente los datos del estrato arbustivo que resultó el más diverso, se puede observar que el índice de riqueza corresponde a 2.6, que significa una riqueza específica aceptable, siendo la distribución de las especies bastante equitativa con un valor de 0.9.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

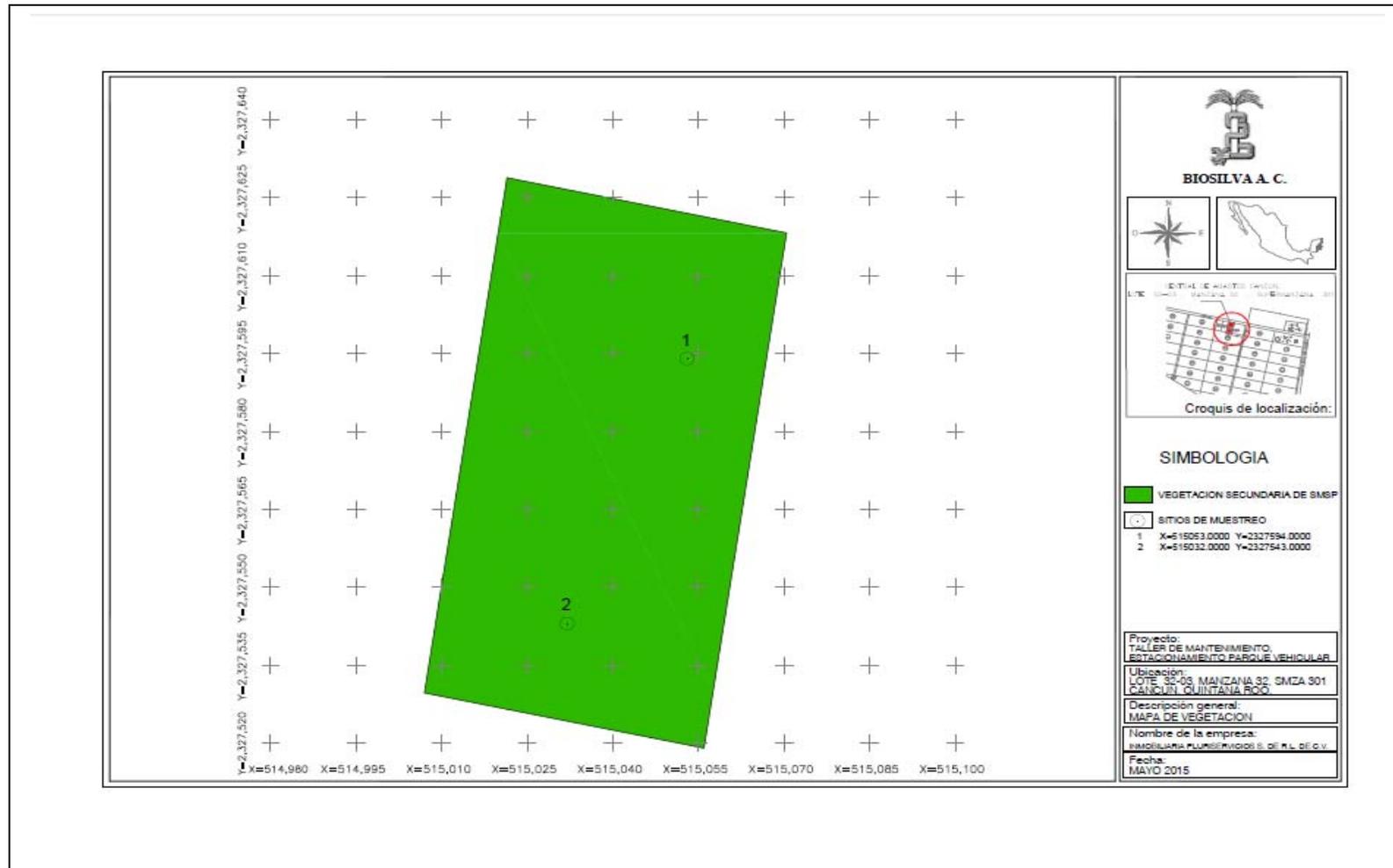


Figura V.3.- Plano de Vegetación del Predio destinado al Proyecto

## V.6. Fauna.

Para el registro de la fauna presente en el área de estudio, el trabajo se dividió en dos fases: Una fase de trabajo de gabinete que consistió en la revisión bibliográfica sobre estudios realizados en la zona a fin de contar con un listado lo más completo posible. Y una segunda fase correspondiente al trabajo de campo en el cual la metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamentó en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981,2000), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péefaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (2000), López-Ornat (1990), Mackinnon (1986), NGS (1995), Peterson and Chalif (1993), Reid (1997) y Navarro et al. (1990).

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante recorridos, a lo largo de las brechas y caminos topográficos localizados en el predio. Los grupos de fauna sujetos a observación corresponden a herpetofauna, avifauna y mastofauna; sin que se haya realizado ningún tipo de reconocimiento de peces debido a que no existen cuerpos de agua dentro del predio.

### ➤ Herpetofauna.

El reconocimiento de la herpetofauna se realizó mediante la observación directa aplicando la técnica de búsqueda intensiva, con la ayuda de ganchos herpetológicos para remover piedras, troncos y otros objetos en el suelo. Los recorridos se realizaron considerando los diferentes hábitos que muestran anfibios y reptiles.

### ➤ Avifauna.

En el caso de la avifauna los recorridos se realizaron a primeras horas del día, aplicando las técnicas de búsqueda intensiva con la ayuda de binoculares. No se empleo la técnica de captura con redes, ya que como lo señala Acosta-Aburto (2001) los registros que se obtienen con ella son menores que el de búsqueda intensiva debido a que no pueden capturarse individuos que habitan todos los estratos de la vegetación; y además los objetivos del estudio no ameritan maltratar a las aves y generarles estrés con la captura.

### ➤ Mastofauna.

En el caso de los mamíferos se realizaron observaciones directas e indirectas por medio de la búsqueda de huellas y rastros.

➤ Especies en la NOM-SEMARNAT-059-2010.

Por último, se realizó una compulsa del listado obtenido en este estudio con el de las especies con estatus de protección por la NOM-SEMARNAT-059-2010, para determinar las que cuentan con alguna categoría de riesgo.

**Presencia y Riqueza específica (S).**

Se registro un total de 18 especies (☒), de las cuales el grupo de las aves es el más diverso con 13 especies, le sigue el grupo de los reptiles con cuatro especies. En el grupo de los mamíferos, sólo se registró la presencia del perro que no se considera como especie nativa, no obstante se presume la posible presencia de 6 especies más.

**Cuadro V.8.-** Especies de fauna observadas en el predio. ☒ Especies avistadas en el predio y en sus alrededores y ® Especies reportadas para la zona

<b>MAMIFEROS</b>		
<b>NOMBRE COMUN</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>FORMA DE OBSERVACIÓN</b>
Perro	<i>Canis familiaris</i>	☒
<i>Tlacuache</i>	<i>Didelphis virginiana</i>	®
Ardilla	<i>Sciurus yucatanensis</i>	®
Murciélago	<i>Artibeus intermedius</i>	®
Murciélago	<i>Artibeus jamaicensis</i>	®
Sereque	<i>Dasyprocyca punctata</i>	®
Tejón	<i>Nasua narica</i>	®
<b>AVES</b>		
Tortolita común	<i>Columbina passerina</i>	☒
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	☒
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	☒
Calandria, Yuyum	<i>Icterus cucullatus</i>	☒
Bolsero	<i>Icterus gularis</i>	☒
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	☒
Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	☒
Mosquero	<i>Contopus virens</i>	☒
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	☒
Pecho amarillo	<i>Megarynchus pitangua</i>	☒
Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	☒
Zopilote	<i>Coragyp satratus</i>	☒
X'takay	<i>Tyrannus melancholicus</i>	☒

<b>REPTILES</b>		
Kankalas o Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	☒
Toloquito	<i>Norops sagrei</i>	☒
Toloque	<i>Norops rodriguezii</i>	☒
Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	☒
Bejuquillo	<i>Oxibelys aeneus</i>	®
Boa	<i>Boa constrictor</i>	®
Nauyaca	<i>Bothrops asper</i>	®

### Especies en la NOM. 059-SEMARNAT-2010.

De las 18 especies registradas, la iguana rayada se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de especie Amenazada.

### Distribución.

Cabe señalar que todas las especies se registraron por medio de transectos. Con base en los resultados obtenidos de los recorridos se observó que la distribución de los diferentes grupos es relativamente baja sobre el predio, con base a la distribución no es posible detectar áreas que puedan ser vitales en los diferentes grupos faunísticos.

Abundancia relativa de las especies de fauna silvestre

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a las condiciones de perturbación del predio y considerando su cercanía con zonas urbanizadas y en proceso de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento. De total de las especies registradas, se puede decir que los reptiles son residentes al interior del predio donde encuentran los recursos suficientes para vivir; las aves y el resto de las especies registradas seguramente sólo utilizan los recursos del predio como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.-	De 90%	hasta 100% de abundancia relativa
Común.-	De 65%	hasta 89% de abundancia relativa.
Frecuente.-	Con 31%	hasta 64% de abundancia relativa.
Escasa.-	Con 10%	hasta 30% de abundancia relativa
Rara.-	Con 1%	hasta 9% de abundancia relativa.

**Cuadro V.9.-**Abundancia relativa de las especies registradas en la zona de estudio.

REPTILES			REGISTROS	FRECUENCIA	ABUNDANCIA RELATIVA	
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FORMA DE OBSERVACIÓN			%	CLASE
Kankalas o Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	☒	1	1	33.3	FRECUENTE
Toloquito	<i>Norops sagrei</i>	☒	3	2	100.0	ABUNDANTE
Toloque	<i>Norops rodriguezii</i>	☒	2	1	66.7	COMÚN
Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	☒	2	2	66.7	COMÚN
AVES						
Tortolita común	<i>Columbina passerina</i>	☒	4	2	57.1	FRECUENTE
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	☒	3	2	42.9	FRECUENTE
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	☒	7	2	100.0	ABUNDANTE
Calandria, Yuyum	<i>Icterus cucullatus</i>	☒	3	2	42.9	FRECUENTE
Bolsero	<i>Icterusgularis</i>	☒	2	1	28.6	ESCASA
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	☒	4	2	57.1	FRECUENTE
Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	☒	2	2	28.6	ESCASA
Mosquero	<i>Contopus virens</i>	☒	1	1	14.3	ESCASA

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	☒	3	2	42.9	FRECUENTE
Pecho amarillo	<i>Megarynchus pitangua</i>	☒	2	1	28.6	ESCASA
Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	☒	5	2	71.4	COMÚN
Zopilote	<i>Coragyp satratus</i>	☒	1	1	14.3	ESCASA
X'takay	<i>Tyrannus melancholicus</i>	☒	4	2	57.1	FRECUENTE
<b>MAMIFEROS</b>						
Perro	<i>Canis familiaris</i>	☒	2	1	100.0	ABUNDANTE

### Índice de Diversidad

En el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para estimar la riqueza de especies registrada en el predio. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros. Únicamente se presenta el cálculo para los grupos de reptiles y aves pues no se registraron anfibios y el grupo de los mamíferos sólo se representa por una sola especie, el perro que además es una especie doméstica

**Cuadro V.10.-Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles**

REPTILES			REGISTROS			
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FORMA DE OBSERVACIÓN		pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Kankalas o Lagartija	<i>Ameiva undulata</i>	☒	1	0.125	0.375	-3
Toloquito	<i>Norops sagrei</i>	☒	3	0.375	0.53063906	-1.4150375
Toloque	<i>Norops rodriguezii</i>	☒	2	0.25	0.5	-2
Iguana rayada	<i>Ctenosaura similis</i>	☒	2	0.25	0.5	-2
			8	1	1.90563906	0
				H=	2	
				Hmax=	2	
				Equitabilidad=	0.95	

**Cuadro V.11.-Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves**

AVES		REGISTROS			
------	--	-----------	--	--	--

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	FORMA DE OBSERVACIÓN		pi	-(pi)(log2pi)	(log2pi)
Tortolita común	<i>Columbina passerina</i>	☒	4	0.09756098	0.32756605	-3.357552
Chachalaca	<i>Ortalis vetula</i>	☒	3	0.07317073	0.27604313	-3.7725895
Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>	☒	7	0.17073171	0.4353995	-2.55019708
Calandria, Yuyum	<i>Icterus cucullatus</i>	☒	3	0.07317073	0.27604313	-3.7725895
Bolsero	<i>Icterus gularis</i>	☒	2	0.04878049	0.21256351	-4.357552
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	☒	4	0.09756098	0.32756605	-3.357552
Carpintero	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	☒	2	0.04878049	0.21256351	-4.357552
Mosquero	<i>Contopus virens</i>	☒	1	0.02439024	0.130672	-5.357552
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	☒	3	0.07317073	0.27604313	-3.7725895
Pecho amarillo	<i>Megarynchus pitangua</i>	☒	2	0.04878049	0.21256351	-4.357552
Cenzontle	<i>Mimus gilvus</i>	☒	5	0.12195122	0.37019804	-3.03562391
Zopilote	<i>Coragyp satratus</i>	☒	1	0.02439024	0.130672	-5.357552
X'takay	<i>Tyrannus melancholicus</i>	☒	4	0.09756098	0.32756605	-3.357552
			41	1	3.5	0
				H=	3.5	
				Hmax=	3.7	
				Equitabilidad=	0.95	

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.5 que se considera alto, en tanto que los reptiles obtuvieron un Índice H de 2 considerado ligeramente bajo. La equitatividad resultó muy similar en los dos grupos.

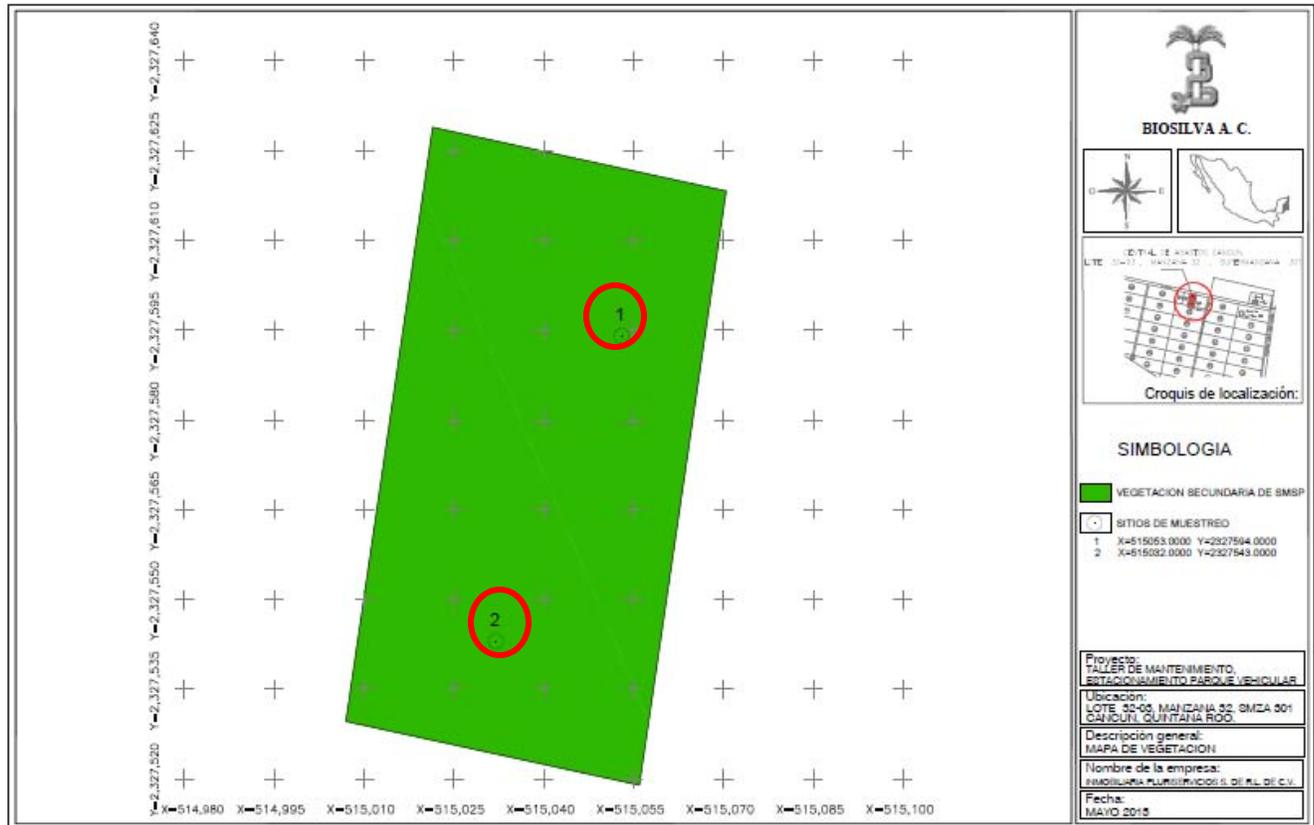
Por otra parte, es necesario implementar el Programa de Rescate, Traslado y Reubicación de Fauna Silvestre para evitar afectaciones adicionales a la fauna; el cual deberá ser realizado previo a las actividades de desmonte. Asimismo, es necesario establecer en el Programa de Manejo Ambiental las disposiciones para evitar que los trabajadores molesten o dañen a la fauna en los sitios que se mantengan con vegetación, tanto en el predio como en su zona aledaña.

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

### **VI.1.- Metodología para determinar el volumen de productos forestales:**

La colecta de datos para la determinación de volúmenes forestales en el predio, se realizó mediante un muestro sistemático, marcándose 2 sitios circulares de 500 m<sup>2</sup> cada uno. Tomando en ellos los siguientes datos:

- 500 m<sup>2</sup> para el registro de todos los árboles adultos con Diámetro Normal (DN) de 35 cm y mayores. En estos sitios de muestreo se tomaron datos del nombre común, Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial;
- 250 m<sup>2</sup> para registrar los árboles juveniles con DN dentro de un rango desde 34.99 cm hasta 15 cm. Se tomaron datos del nombre común, DAP, largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial
- 125 m<sup>2</sup> para registrar los arbustos con DN dentro de un rango desde 14.99 cm hasta 3.81cm. Se tomaron datos del nombre común, DAP, largo de las trozas rectas, altura total y condición del árbol; con el objetivo de definir el número de árboles, área basal, existencias reales volumétricas por hectárea y volumen de los productos maderables con aprovechamiento potencial
- 1 m<sup>2</sup> para registrar los individuos juveniles y plántulas correspondientes a la regeneración natural así como los individuos juveniles de especies con importancia ecológica, susceptibles de ser rescatados.



**Figura VI.1.-**Ubicación de las parcelas de muestreo para el inventario forestal.

**Tabla VI.1.-** Coordenadas UTM correspondientes a los sitios de muestreo para el inventario forestal realizado en las áreas sujetas a cambio de uso del suelo.

SITIO DE MUESTREO	COORDENADAS UTM	
	X	Y
1	515053	2327594
2	515032	2327543

### **VI.1.1.Toma de datos de campo**

Los datos fueron registrados en formatos previamente diseñados para recabar toda la información necesaria que serviría para el cálculo de las existencias.

### **VI.1.2. Procesamiento de la información.**

#### **VI.1.2.1.Captura y validación de los datos tomados en los sitios de muestreo:**

Una vez que se recibieron las hojas de campo, se procedió a realizar una revisión de cada una de ellas, para verificar que los datos incluidos estuvieran completos, detectar errores en la escritura y realizar las correcciones pertinentes. Posteriormente se capturaron y procesaron de manera independiente, los datos generados de los muestreos; se obtuvo el cálculo del volumen y área basal por especie.

Posteriormente con la base de datos auxiliándose con el programa Microsoft Excel, se determinaron los volúmenes por especie extrapolándose dicho valor para el área total que se solicita el cambio de uso de suelo.

#### **VI.1.2.2. Procesamiento de los datos de campo:**

##### **Area basal**

El Área Basal, se determinó mediante la ecuación:

$$AB (m^2) = (0.7854 \times D^2) \times (0.0001)$$

En donde:

AB = Área Basal expresado en metros cuadrados

0.7854 = Constante

$D^2$  = DAP al cuadrado

0.0001 = Factor para convertir a metros cuadrados

##### **Volumen**

El cálculo del volumen se realizó mediante la fórmula para la estimación del volumen de un cilindro, utilizando un coeficiente mórfoico de 0.7 dadas las características de las especies registradas.

La determinación del volumen de los árboles se realizó empleando la fórmula siguiente:

$$V = AB \times A \times CF$$

En donde:

V = Volumen

AB = Área Basal (metros cuadrados)

A = Altura (metros)

CF = Coeficiente de Forma (para este estudio el CF utilizado es de 0.7)

Los parámetros considerados necesarios para determinar los volúmenes fueron el diámetro a la altura del pecho (D. A. P.), y el Área Basal o superficie en m<sup>2</sup> de cada árbol, como se mencionó en el numeral anterior, el dato que se obtuvo en campo fue el perímetro del árbol por lo que fue necesario transformar dicha información tal y como se señala a continuación.

Para el cálculo de D. A. P. Se utilizo la siguiente ecuación:

$$D. A. P. = P / C$$

En donde **D. A. P.** = Diámetro a la altura del pecho

**P** = Perímetro del árbol

**C** = Pi (3.1416)

El Área Basal o Área Batimétrica, se determino mediante la ecuación:

$$AB = 0.7854 \times d^2$$

En donde **AB** = Área Basal expresado en metros cuadrados

**0.7854** = Constante

**d<sup>2</sup>** = D. A. P. al cuadrado

Considerando únicamente la superficie del círculo mayor (500 m), la intensidad de muestreo para éste estudio fue de 20% con respecto a la superficie total del predio (5,000 m<sup>2</sup>)

### VI.1.3. Resultados:

**Cuadro VI.2.** Tipos de sitios de muestreo y superficie.

TIPO DE SITIOS		SUPERFICIE MUESTREADA	
Categoría	Área en m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Hectárea
<b>Regeneración y repoblado</b>	125	250	0.025
<b>Reserva</b>	250	500	0.05
<b>Cortable</b>	500	1000	0.1

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

La población forestal presente en el predio, suma 35.5 m<sup>3</sup> de materias primas. Este volumen es el que se removería de ser autorizado el cambio de uso de suelo forestal para el desarrollo del proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA".

Este volumen se encuentra distribuido en 16 especies, representadas a su vez por 1210 individuos con un diámetro superior a 2 cm, con una altura promedio de 8 m y una altura máxima de 12 m (*Lysiloma latisiliqua* y *Lonchocarpus rugosus*), un DAP promedio de 8.4 cm y un valor máximo de 21.8 cm (*Lysiloma latisiliqua*).

La especie más abundante es *Lysiloma latisiliqua* (Tzalam), representando el 52.8% del total de la población.

**Cuadro VI.3.-** Número de árboles por hectárea, Area basal por hectárea y Volumen total árbol en la superficie de cambio de uso del suelo para el grupo tecnológico cortable.

Nombre común	D/ha	D/SCUS	AB/ha	AB/SCUS	VOL/ha	vol/scusf	VOL com/scusf
Matapalo ó Amate	10	5	0.1	0.05	0.65	0.32	0.054
Kanasin	10	5	0.1	0.05	0.82	0.41	0.204
Tzalam	280	140	4.08	2.04	27.43	13.71	2.861
<b>TOTALES</b>	<b>300</b>	<b>150</b>	<b>4.3</b>	<b>2.1</b>	<b>28.9</b>	<b>14.4</b>	<b>3.1</b>

*Cuadro VI.4.-* Número de árboles por hectárea, Area basal por hectárea y Volumen total árboles la superficie de cambio de uso del suelo para el grupo tecnológico reserva.

Nombre científico	Nombre común	D/ha	D/SCUS	AB/ha	AB/SCUS	VOL/ha	vol/scusf	VOL com/scusf
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	40	20	0.12	0.06	0.68	0.34	0.121
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	40	20	0.08	0.04	0.38	0.19	0.104
<i>Crotonglabelus</i>	Perezkut	40	20	0.12	0.06	0.57	0.29	0.091
<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	20	10	0.07	0.04	0.29	0.15	0.031
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	220	110	0.83	0.41	4.98	2.49	0.833
<i>Lysilomalatisiliqua</i>	Tzalam	880	440	4.53	2.27	26.7	13.35	4.323
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	20	10	0.04	0.02	0.17	0.09	0.035
<i>Nectandra Coriacea</i>	Joochokché	20	10	0.05	0.02	0.24	0.12	0.051
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	100	50	0.56	0.28	3.74	1.87	0.354
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	40	20	0.12	0.06	0.65	0.33	0.072
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo, copo	20	10	0.06	0.03	0.36	0.18	0.055
<b>TOTALES=</b>		<b>1440</b>	<b>720</b>	<b>7</b>	<b>3.29</b>	<b>38.76</b>	<b>19.38</b>	<b>6.08</b>

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**Cuadro VI.5.-** Número de árboles por hectárea, Area basal por hectárea y Volumen total árboles en la superficie de cambio de uso del suelo para el grupo tecnológico regeneración y repoblado.

Nombre científico	Nombre común	D/ha	D/SCU	AB/ha	AB/SCU	VOL/ha	vol/scus	VOL com/scusf
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	40	20	0.06	0.01	0.2	0.1	0.04
<i>Crotonglabelus</i>	Perezkut	120	60	0.12	0.03	0.5	0.25	0.035
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	80	40	0.12	0.03	0.49	0.24	0.09
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	120	60	0.14	0.03	0.74	0.37	0.172
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	40	20	0.03	0.01	0.11	0.06	0
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	40	20	0.03	0.01	0.1	0.05	0.025
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	160	80	0.22	0.05	1.08	0.54	0.149
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	80	40	0.04	0.01	0.13	0.06	0
TOTALES=		680	340	1	0.19	3.36	1.68	0.51

**Cuadro VI.6. -** Estimación de volumen y número de individuos para la SCUSTF (0.5 HA).

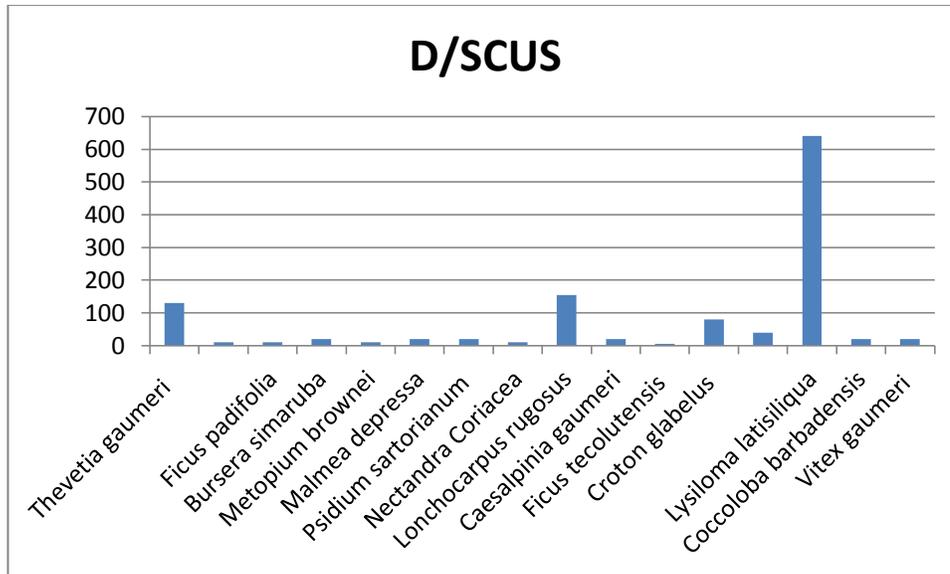
CATEGORÍA	VOL /SCUSF 0.5 HA	PORCENTAJE	INDIVIDUOS/SCUSF 0.5 HA	PORCENTAJE
<b>Cortable</b>	14.4	40.7	150	12.4
<b>Reserva</b>	19.4	54.6	720	59.5
<b>Regeneración y repoblado</b>	1.7	4.7	340	28.1
<b>Total</b>	35.5	<b>100.00%</b>	1210	<b>100.00%</b>

De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro anterior, se estima que en el predio donde se pretende la autorización de cambio de uso del suelo existen en total de alrededor de 1210 individuos considerando los árboles maduros y juveniles desde los 2 cm de diámetro en adelante.

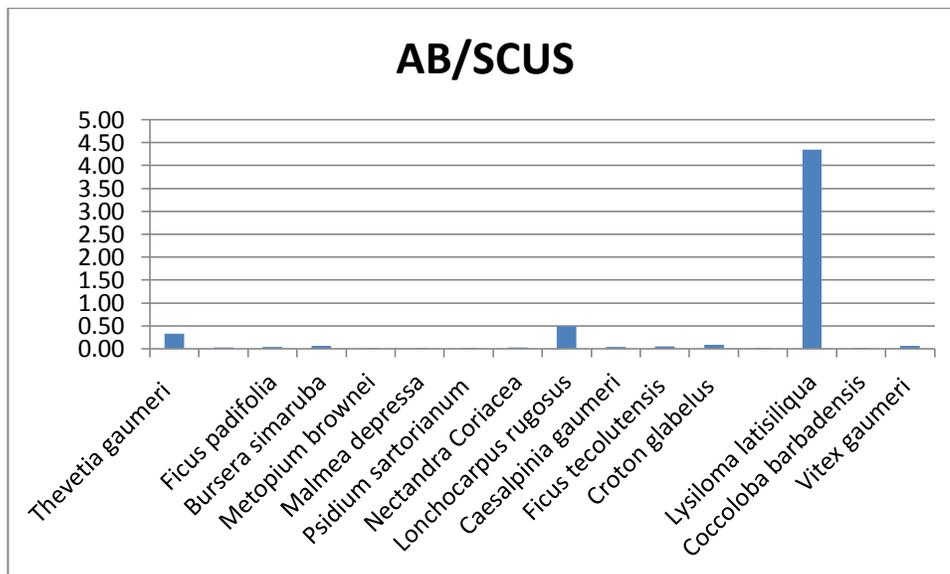
Las existencias reales volumétricas contabilizando la contribución de los individuos vivos a partir de 2 cm de diámetro y mayores estimadas luego de multiplicar la altura al fuste por el área basal de cada individuo y obtener la sumatoria, y aplicando un factor de corrección de forma de 0.7; dan un resultado de 35.5 metros cúbicos de madera en rollo con corteza.

Con respecto al área basal y volumen obtenidos para el área propuesta para el cambio de uso de suelo, se observa el mismo patrón de importancia de las especies ya

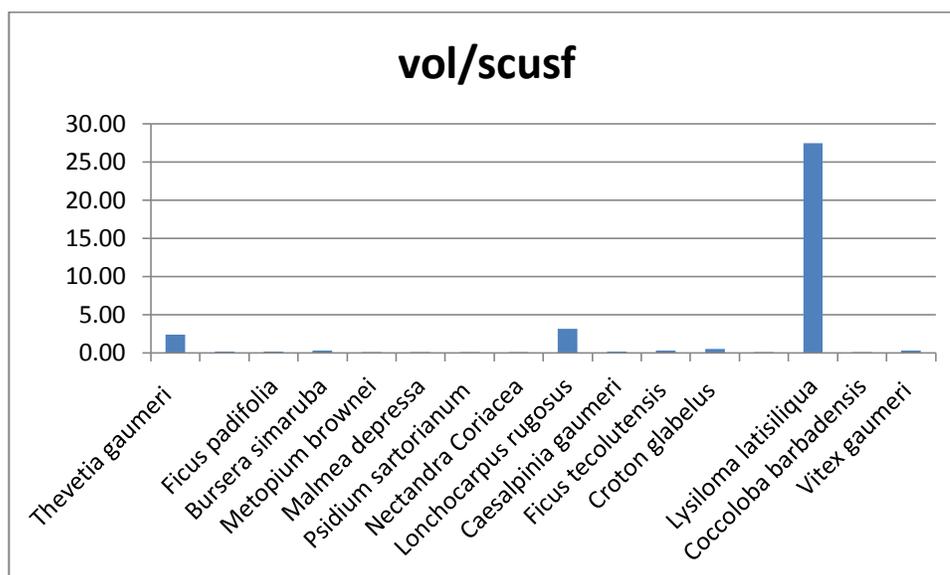
señaladas para el caso del volumen en donde las especies principales se presentan en los siguientes gráficos.



**Gráfica VI.1.-** Densidades para las principales especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo



**Gráfica VI.2.-** Area basal de las principales especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo.



**Gráfica VI.4.-** Volumen total por especies registradas en el área sujeta a cambio de uso del suelo

## VI.2. Superficie y volumen estimado de remoción por el cambio de uso de suelo del terreno forestal.

La superficie de afectación por el cambio de uso de suelo que se solicita, corresponde a 5,000 M<sup>2</sup>. En el cuadro VI.7 se presenta la estimación de los volúmenes de remoción solicitados.

**Cuadro VI.7.-**Volúmen total árbol por especie de remoción estimado por el cambio de uso de suelo solicitado. Existencias totales en 5, 000 m<sup>2</sup>

Nombre científico	Nombre común	VTA/scusf	D/SCUS	AB/SCUS
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	2.41	130	0.33
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo, copo	0.18	10	0.03
<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	0.15	10	0.04
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	0.34	20	0.06
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	0.09	10	0.02
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	0.06	20	0.01
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	0.05	20	0.01
<i>Nectandra Coriacea</i>	Joochokché	0.12	10	0.02
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	3.14	155	0.49

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	0.19	20	0.04
<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo ó Amate	0.32	5	0.05
<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	0.53	80	0.09
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	0.06	40	0.01
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	27.44	640	4.34
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	0.10	20	0.01
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	0.33	20	0.06
TOTALES		35.50	1210	5.62

De acuerdo con los resultados presentados en el cuadro anterior, se estima que en el predio donde se pretende la autorización de cambio de uso del suelo existen en total de alrededor de 1210 individuos considerando los árboles maduros y juveniles desde los 2 cm de diámetro en adelante.

Las existencias reales volumétricas contabilizando la contribución de los individuos vivos a partir de 2 cm de diámetro y mayores estimadas luego de multiplicar la altura al fuste por el área basal de cada individuo y obtener la sumatoria, y aplicando un factor de corrección de forma de 0.7; dan como resultado un VTA estimado en de 35.5 metros cúbicos de madera en rollo con corteza.

Los resultados del inventario forestal nos permiten concluir que en el terreno destinado para cambio de uso del suelo de este proyecto, por la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existe muy poco volumen que pudiera ser aprovechable como madera en rollo, muy probablemente por las condiciones que presenta la vegetación, el uso que se pudiera dar sería la de palizada o carbón consideradas como suaves, duras y comunes tropicales.

## **VII. FORMA Y PLAZO DE EJECUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

## **VII.1.- Programa de Trabajo:**

A continuación se describen las actividades que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto en su etapa de Preparación del Sitio que es lo que compete al presente Cambio de Uso de Suelo Forestal.

### **Preparación del sitio**

Esta etapa del proyecto inicia por las actividades de tipo preliminar y están compuestas por la topografía del predio, el trazo y la nivelación; se revisarán los linderos del terreno, y posteriormente sobre éste, se trazarán los puntos necesarios para establecer las diferentes estructuras que conformarán el *Taller de Mantenimiento PACSA*. Para poder iniciar los trabajos de despalme y limpieza, previamente se deberá de llevar a cabo las actividades de rescate de vegetación y fauna selectiva, así como la limpieza del terreno, retiro de material pétreo. A continuación se describen dichas actividades

### **Rescate de Vegetación**

Con base a la información de campo, obtenida del predio, se realizará el rescate de vegetación enfocado principalmente hacia la vegetación incluida en la NOM-059-ECOL-2010 y aquellas factibles de incluir en la arquitectura del paisaje del proyecto.

Una vez realizado el Rescate y contando con la anuencia de la Dirección General de Ecología del H. Ayuntamiento de Benito Juárez, de Desarrollo Urbano y obtenidos los permisos de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se iniciarán las actividades de trazos, limpieza del terreno y excavaciones.

### **Chapeo, desmonte y despalme del predio.**

El predio será chapeado, desmontado y despalmado. El desmonte se hará por etapas como se plantea en el proyecto y siguiendo el mismo esquema de desarrollo de la obra. Esto es con el fin de evitar, en lo posible, el derribo de la vegetación natural en los sitios donde no se contempla realizar ningún tipo de construcción o actividad. De tal manera que el desmonte será gradual y considerando el desplante y desarrollo de la obra desde sus inicios hasta el final.

Dicho desmonte se hará con maquinaria pesada; previo a su inicio se considera el rescate de vegetación conforme al programa propuesto (como ya fue mencionado), así como de tierra vegetal misma que se ocupará en la reforestación de las superficies requeridas.

a) Preparación del sitio

Las actividades de preparación del sitio involucran conceptos de levantamiento topográfico, el rescate selectivo de flora y fauna, desmonte y despalde de la vegetación, nivelación, así como la adecuación de las instalaciones provisionales, que servirán como apoyo para las labores de construcción.

✓ Topografía

Se realizará el trazo de la poligonal que delimitará el predio y los diferentes niveles que presenta la topografía del terreno. Adicionalmente, utilizando estacas y balizas, serán marcadas las longitudes y cadenamientos que delimitarán el lote y demás áreas proyectadas, de igual forma se delimitará el área para la posterior introducción de maquinaria pesada (en su caso). Se abrirá brecha con machete para trazar los ejes de las obras. Esta actividad también servirá para conocer las áreas de vegetación que quedarán intactas, al igual que la flora que será susceptible de rescate y será integrada al proyecto.

✓ Rescate selectivo de flora y fauna

Después del levantamiento topográfico se realizará el rescate selectivo de vegetación y de fauna, dando mayor atención a las especies que presenten algún estatus en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010<sup>1</sup>.

El material vegetal que se obtenga del predio será trasladado a un vivero provisional que se habilitará al interior del mismo, donde se dará la debida atención a las plantas rescatadas. En caso de capturar animales, serán trasladados fuera del predio hacia sitios que aún presenten la cubierta vegetal.

✓ Desmonte y despalde

Consistirá en el retiro de la cubierta vegetal del terreno para dar paso al trazo y nivelación de del predio. El producto del desmonte será apilado en áreas específicas donde se acumularán, para su posterior triturado con maquinaria para convertirlo en fragmentos, aprovechando de esta manera el producto en donde se ubicarán las superficies con áreas verdes, y evitando la carga mecánica y acarreo fuera del sitio de la obra de este tipo de material.

Los troncos y raíces producto del desmonte se separarán de la tierra vegetal, ésta última, se cribará para obtener un material más fino, libre de terrones,

---

*1 Diario Oficial, 30 de diciembre del 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres, Categorías de Riesgo y Especificaciones para su exclusión, inclusión o cambio, lista de especies en riesgo.*

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto “TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA”, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo”

que pueda ser utilizado también en la conformación de la jardinería del proyecto. El desmonte y despalme del área de desplante proyectado, se realizara mediante la utilización de maquinaria pesada.

✓ Nivelación y Relleno

Posterior al trazo, la nivelación y con las cotas del proyecto definidas, se realizará el relleno compactado con materiales pétreos inertes, sascab, los cuales serán vertidos a volteo sobre los tramos, formando camellones gruesos que luego serán extendidos con tractor, nivelados con motoconformadora, posteriormente se compactará con rodillo de acero.

Esta etapa que es la de Preparación del Sitio y que corresponde al Cambio de Uso de Suelo Forestal, tendrá una duración de 12 semanas (3 meses).

CRONOGRAMA DE OBRA DEL PROYECTO “ <i>Taller de Mantenimiento PACSA</i> ”												
DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO ( que contempla el CUSTF)</b>												
Delimitación Topográfica												
Trazo y delimitación física de áreas de desmonte.												
Recorrido para identificar las plantas susceptibles a rescatar												
Rescate y Protección de Fauna Silvestre												
Selección y limpieza del sitio para el vivero												
Rescate de vegetación												
Desmonte y Despalme												
Nivelación y Terraplén												
Obras Provisionales												

## **VIII. VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES.**

### VIII.1.- Áreas de influencia del proyecto:

De acuerdo con la Fracción XXXV del Artículo 2 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, Tierras frágiles: Son aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural. Esta definición es muy general por lo que resulta ambigua y con base en ella se puede asumir que cualquier tipo de suelo puede considerarse como tierras frágiles, ya que el término hace referencia a la pérdida de la productividad natural del suelo a consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal, sin embargo, no especifica cuál es el grado mínimo de propensión a la degradación o pérdida de su capacidad productiva natural que debería considerarse.

Como se ha podido verificar a través del análisis pormenorizado de la información ambiental que describe la cuenca hidrológica de este proyecto en el capítulo IV del presente estudio, este terreno forma parte de una planicie formada por una losa calcárea con ligera pendiente descendente hacia el Oriente, con una altura promedio de 5 metros sobre el nivel medio del mar (msnm) y relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones.

Esta subprovincia se distingue por su topografía cárstica, la cual presenta desde oquedades minúsculas hasta grandes depresiones (localmente denominadas rejolladas y cenotes). Los suelos dentro del área de estudio corresponden a I+E/2: Litosoles más Rendzina de clase textural media, estos suelos jóvenes y ligeramente planos presentan un color negro a café oscuro con menos de 20 cm de espesor, yacen sobre rocas calcáreas y son poco evolucionados, por lo general están sometidos a frecuentes alteraciones que determinan su baja fertilidad. Son suelos pedregosos, con rocosidad aflorante, sin embargo, el subsuelo es muy permeable y permite la infiltración de la lluvia que disuelve los componentes de las rocas calizas en el subsuelo.

De acuerdo con la SEMARNAT<sup>1</sup> se reconocen dos ecosistemas como sumamente frágiles; se trata de las zonas secas y las de montaña. Ambos sistemas están representados ampliamente en México. Su fragilidad se expresa en varias dimensiones, como la social o la biológica, pero es en los suelos donde de manera particular muestra sus manifestaciones más dramáticas.

---

<sup>1</sup> Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Impreso en México. ISBN 968-817-500-5.

En las montañas los extremos climáticos son la norma, por lo general, las alturas de las cordilleras son áridas, aunque también los ecosistemas más lluviosos del planeta se encuentran en zonas montañosas. Las sierras más elevadas tienen climas muy fríos, por lo que los procesos biológicos son más lentos esto hace que las montañas sean ecosistemas sumamente frágiles. Al igual que los ambientes montañosos, los desiertos (zonas secas) imponen condiciones sumamente difíciles para la vida. En este caso, las altas temperaturas y la aridez son los factores ambientales que deben sortear los seres vivos. El clima suele ser impredecible, con años en los cuales no cae una gota de lluvia y otros con aguaceros torrenciales. Contrariamente a lo anterior, las zonas de selva que se desarrollan en terrenos prácticamente planos y de escaso relieve como el que prevalece en la zona del predio, no están considerados como tierras frágiles.

De acuerdo con Bautista y Palacios (2005)<sup>2</sup>, los suelos forestales no son aptos para las actividades agropecuarias extensivas, por su rocosidad aflorante presentan severas limitaciones para la agricultura mecanizada y el sobre-pastoreo provoca compactación del suelo y limita la recuperación de la vegetación secundaria. Los terrenos agropecuarios sin cobertura vegetal son susceptibles a la erosión y pierden su fertilidad con rapidez, por lo que se consideran frágiles. Sin embargo, cuando se remueve la cobertura vegetal sin eliminar el sustrato, la capacidad de regeneración natural es eficiente para restablecer una nueva cobertura vegetal. Aun en los casos de desmonte donde se elimina el sustrato con maquinaria pesada, la capacidad de regeneración de una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia es notoria mediante rebrotes de tallos y raíces, siempre y cuando no persistan los factores de perturbación.

De acuerdo con la descripción presentada en el capítulo 5, la composición de especies y las características estructurales de la vegetación que se encuentra en el predio corresponde a vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia, lo que nos remite a una formación vegetal en proceso de recuperación compuesta en su mayoría por vegetación secundaria, lo que se verifica por la presencia de especies pioneras (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes (1985) de géneros de rápido crecimiento como Cecropia, Trema, Hampea y Piscidia, comunes luego de perturbaciones, lo cual nos indica que existe una gran capacidad de regeneración y resiliencia de esta comunidad vegetal mediante los procesos naturales de sucesión natural que determinan su origen y desarrollo. Esto de manera razonable nos permite esperar, que incluso en caso de presentarse nuevas perturbaciones naturales, una vez que se restablezcan las condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, si se mantiene la textura y estructura del sustrato natural y la disponibilidad de propágulos podrá

---

<sup>2</sup> Bautista F. y Palacios G. 2005. Caracterización y manejo de los suelos en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 281 pp.

iniciarse un proceso de recuperación paulatino (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes (1985)<sup>3</sup> hacia una estructura y composición similar a la original, sin la intervención del ser humano; así como un incremento paulatino en su productividad primaria (neta y bruta).

Para este proyecto, donde el cambio de uso del suelo del terreno forestal es para su uso urbano, la función de los suelos no se relaciona con su fertilidad o productividad. Sin embargo, es particularmente importante como el medio físico para sostener la estructura socioeconómica de los asentamientos humanos, es el soporte de los cimientos para la construcción de viviendas, el equipamiento y la infraestructura, sistemas de transporte, recreación, entre muchos otros usos, como fuente de materiales ya que contienen humus y tierra vegetal útil para macetas y jardines, así como arcillas, arenas, piedras y rocas que son útiles en la industria de la construcción para la obtención de polvo de piedra, gravilla y grava, entre otros productos.

Analizando la situación desde otro ángulo, los instrumentos de planeación ambiental y urbano aplicables al predio de interés establecen que éste es apto para el aprovechamiento urbano, por lo queda claro que las propias autoridades responsables de la elaboración y decreto de tales instrumentos no las consideran tierras frágiles, puesto que de ser el caso hubiesen establecido una política de protección sobre éstas. Considerando todo lo anterior, puede afirmarse que el predio de interés no presenta tierras frágiles y por ende no se requiere establecer vegetación alguna para protegerlas.

No obstante, a mayor abundamiento se consideró lo señalado por la SEMARNAT en el informe de la situación del Medio Ambiente en México, versión 2008<sup>4</sup>, que señala "La Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD, por sus siglas en inglés), definió a la degradación de la tierra como "la reducción o pérdida de la productividad económica y de la complejidad de los ecosistemas terrestres, incluyendo a los suelos, la vegetación y otros componentes bióticos de los ecosistemas, así como los procesos ecológicos, biogeoquímicos e hidrológicos que tienen lugar en los mismos". En este sentido, la degradación de la tierra incluye a la degradación del suelo, de los recursos hídricos y de la vegetación, los cambios en la frecuencia de incendios, las alteraciones en los ciclos biogeoquímicos y las invasiones biológicas, entre otros fenómenos." En este tenor, el referido documento oficial señala que en México las tierras frágiles se localizan en las zonas muy áridas, áridas, semiáridas y subhúmedas secas las cuales ocupan aproximadamente 128 millones de hectáreas, es decir, más de la mitad del

---

<sup>3</sup> Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yanes. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálidas húmedas de México. En Arturo Gómez-Pompa, Carlos Vázquez Yanes, Amo Rodríguez Amo R. Eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México, Volumen 2. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos, 1985 - Nature - 421 pages.

<sup>4</sup> [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe\\_2008/index\\_informe\\_2008.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_2008/index_informe_2008.html)

país. Las zonas muy áridas y áridas se encuentran principalmente en Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua y Sonora, representando 49% del total de las tierras secas del país. Las zonas semiáridas abarcan 29%, distribuidas en su mayoría en el desierto Sonorense y en los estados del altiplano mexicano; y el 22% corresponde a las zonas subhúmedas secas de Campeche y Yucatán, el Golfo de México y las costas del Océano Pacífico desde Sinaloa hasta Chiapas. Es decir, Quintana Roo no presenta tierras frágiles.

Por otra parte, el concepto de fragilidad ambiental ha sido utilizado por diversos autores al nivel de ecosistema (Chiappy, 2001)<sup>5</sup> y de comunidades (Begon, et al, 1988)<sup>6</sup>, por lo general relacionándola con los conceptos de resistencia y resiliencia. Entre las definiciones de resistencia se considera como "la habilidad de una comunidad de evitar un desplazamiento de su estado presente debido a un disturbio", mientras que con el concepto de resiliencia se entiende como "la velocidad a la cual una comunidad regresa a su estado inicial después de que ha sido perturbada y desplazada de ese estado", o bien como "la habilidad de un sistema para retornar a su estado inicial después de haber sido perturbado".

En el presente documento, siguiendo a Chiappy (2001), se realizó una evaluación de la fragilidad del ecosistema presente en el predio de este proyecto, definida ésta como la susceptibilidad de los complejos naturales ante el impacto que pueden ocasionar tanto los procesos naturales como las diferentes acciones antropogénicas a las que pueden estar expuestos. Por lo que las consecuencias esperadas están en función de la intensidad, duración y extensión de los eventos de perturbación y de sus efectos potenciales que pueden alterar la composición, estructura y funcionamiento de los ecosistemas y por lo tanto su estabilidad.

Como parte de la evaluación de la fragilidad se realizaron los cálculos de índice de erosividad, índice de erodabilidad, índice de pendiente e índice de cubierta vegetal para el predio del proyecto, mediante la metodología de CORINE (Díaz, et al., 2008), utilizando el valor de precipitación anual y mensual, así como la clase de textura, clase de profundidad y pedregosidad encontrada para el predio de interés y citada en este estudio en el capítulo V. Índice de Erosividad (FI): Se mide partir de la intensidad y cantidad de precipitaciones mediante la siguiente fórmula:

---

<sup>5</sup> Chiappy, C.J. 2001. "Afinidades fitogeográficas entre Yucatán y Cuba: un análisis cuantitativo de implicaciones. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM

<sup>6</sup> Begon, M., J. L. Harper & C.R. Townsend. 1988. Ecología, individuos, poblaciones y comunidades. Ediciones Omega S.A., Barcelona, 886 pp

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\bar{P}} \text{ Donde. } P_i^2 : \text{Precipitación total en el mes } i.$$

$$\bar{P} : \text{Precipitación total media anual.}$$

Se clasifican como clase 1 (muy baja) los valores menores que 60, como clase 2 (baja) los valores entre 60 y 90, clase 3 (moderada) entre 90 y 120, clase 4 (alta) entre 120 y 160, y clase 5 (muy alta) mayores de 160.

Considerando la precipitación media anual reportada para la Subcuenca "a", en la franja climática Ax'(w0)iw" (1,300 mm), y la precipitación media mensual registrada para el mes de junio (141.1 mm), ambos con base en las normales climatológicas proporcionadas por el Servicio Meteorológico Nacional en la Estación Cancún 23155 para los años 1981-2010; el predio de interés presenta un valor de Erosividad de 15.3 correspondiente a un Índice de Erosividad (FI) de Clase 1 (muy baja).

Índice de Erodabilidad (Er): Se mide a partir de la profundidad, textura y pedregosidad de los suelos, mediante la siguiente fórmula:

$$Er = \text{Clase de Textura} \times \text{Clase de Profundidad} \times \text{Clase de Pedregosidad}$$

La clase de textura se clasifica como: clase 1 (ligeramente erodible) los suelos de composición arcilloso, arcilloso arenoso, arcilloso limoso; clase 2 (moderadamente erodible) los suelos de composición loam arcilloso arenoso, loam arcilloso, loam arcilloso limoso, loam arenoso, arenoso; y clase 3 (altamente erodible) los suelos loam, loam limoso, limoso, loam arenoso.

La clase de profundidad es: clase 1 (ligeramente erodible) en suelos de profundidad del horizonte A mayor que 750 mm, clase 2 (moderadamente erodible) en suelos de profundidad entre 250 y 750 mm, y clase 3 (altamente erodible) en suelos de profundidad menor 250 mm.

La clase de pedregosidad es: clase 1 (completamente protegido) cuando el porcentaje de cobertura de piedras del suelo es mayor de 10%, y clase 2 (no completamente protegido) cuando es menor de 10%.

En relación con la erodabilidad, los suelos del predio de interés (tipo I+E/2) presentan una clase de textura arcillosa (Clase 1), profundidad media clase (Clase 2) y con un porcentaje de cobertura de piedras mayor al 10% (Clase 1), por lo que presentan un Índice de Erodabilidad (Er) de 2.

Índice de Pendiente (IP): Se mide a partir de las pendientes (topografía). El índice de pendiente expresada en porcentaje, es igual a 1 (de ondulado a plano) cuando el porcentaje

es menor que 5, 2 (ondulado) cuando oscila entre 5 y 15, 3 (empinado) si varía entre 15 y 30, y 4 (muy empinado) para porcentajes mayores de 30.

De acuerdo con el levantamiento topográfico la pendiente en el predio de interés es menor a 5%, por lo que el Índice de Pendiente (IP) de 1.

Índice de Cubierta vegetal (ICV): Se establece el índice de cubierta vegetal por un sistema sencillo (binario) de clasificación donde se asigna 1 (totalmente cubierta) si el suelo está ocupado por bosques, pastos permanentes y malezas, y 2 (no totalmente cubierta) si se usa como tierras cultivadas o en barbecho.

En este sentido el predio de interés tiene un Índice de cubierta vegetal (ICV) igual a 1. Considerando los índices previamente citados, la erosión potencial del sitio del proyecto se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{IREP} = \text{FI} \times \text{Er} \times \text{IP}$$

De acuerdo con la fórmula calculada, el índice de riesgo de erosión potencial (IREP) es 1 (bajo) si el resultado está entre 0 y 5, es igual a 2 (moderado) si el resultado está entre 5 y 11, y a 3 (alto) para un resultado mayor que 11.

Aunado a lo anterior, para determinar el Índice de Riesgo de Erosión Actual (IREA), se calcula interpolando el índice de cubierta vegetal con el índice de riesgo de erosión potencial usando la siguiente matriz.

Índice de cubierta vegetal	Índice de riesgo de erosión potencial (IREP)			
	Nulo (0)	Bajo (1)	Moderado (2)	Alto (3)
1	0	1	1	2
2	0	1	2	3

Aplicando esta fórmula a los datos calculados para los índices de referencia en el predio de interés se tiene que éste presenta un Índice de Riesgo de Erosión Potencial (IREP) igual a 2

(IREP = 1 \* 2 \* 1), es decir, bajo. Tras la ejecución de cambio de uso del suelo se removerá la totalidad de la vegetación en el predio de interés, por tanto, se obtiene que el Índice de riesgo de erosión actual (IREA) bajo (IREP = 1), con clasificación 2 (no totalmente cubierta).

Sin embargo, el tiempo de exposición del suelo será breve ya que la etapa de construcción iniciará inmediatamente se concluya el desmonte y despalme. Adicionalmente, se ha previsto la recuperación de tierra vegetal y material de despalme para su ulterior aprovechamiento en el vivero provisional y para su entrega al Ayuntamiento Benito Juárez que lo aprovechará en los programas permanentes de reforestación y jardinería de la ciudad de Cancún. Estas acciones minimizarán el impacto sobre el suelo del terreno de interés.

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

## IX.1 Indicadores de impacto

Para la identificación de los posibles impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del proyecto, se utilizó el Método de Leopold en el presente estudio, este consiste en elaborar una matriz en donde se representan en las columnas las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en su etapa de preparación del sitio, y en sus filas las diferentes características del medio ambiente (físico, biológico y socioeconómico).

Los elementos del medio que podrán ser potencialmente afectados por alguna de las actividades del proyecto se clasificaron en tres tipos: físicos, biológicos y socioeconómicos, estos indicadores se usarán como índices cualitativos además de ser representativos y de fácil identificación.

Cada uno de estos elementos del ecosistema permitirá identificar la intensidad del cambio provocado por los impactos determinados por el proyecto. Indiscutiblemente los indicadores varían según la etapa del proyecto. Los indicadores que aquí se presentan son pensados en las características propias del proyecto.

### IX.1.1 Lista de posibles indicadores de impacto.

#### ***Factores físicos:***

- **Suelo.** La pérdida de la capa de suelo de la superficie del predio.
- **Pérdida de suelo** o erosión al dejar descubierta temporalmente la superficie de suelo que conforma el predio.
- **Calidad del suelo** Durante el tiempo que el suelo queda descubierta, este puede ser contaminado por diferentes elementos como desechos sólidos, aguas residuales o hidrocarburos.
- **Microclima.** Por las dimensiones del proyecto no se considera que este pueda afectar el clima, por ello al mencionar microclima se refiere al predio y alrededor de este, debido a la pérdida de vegetación.
- **Partículas suspendidas.** El movimiento de tierra durante el desmonte y despalle genera la suspensión de partículas.

- **Calidad del aire**, al respecto se sabe que el aire está compuesto por una mezcla de gases, esta mezcla puede ser alterada debido a las emisiones de vapores, humo de vehículos, olores, disminuyendo la transparencia de la atmósfera circundante al predio.
- **Niveles de ruido**. El trabajo con maquinaria pesada normalmente rebasa los niveles de ruido, por ello esta actividad debe considerarse, sobre todo los horarios y tiempos en que está funcionando.
- **Agua subterránea**. Existe la posibilidad que por la generación de desechos sólidos y/o líquidos puedan provocarse deterioro en la calidad de las aguas subterráneas, con impactos acumulativos en las aguas del manto freático.

### **Factores Bióticos**

- **Flora terrestre**. Se hace referencia a la vegetación existente en el predio independiente de su tipo, cabe señalar que la que actualmente existe en el predio es vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, que ha sido modificada por factores naturales y antropogénicos.
- **Especies de flora endémica y/o con estatus de protección**. Se observaron especies con algún estatus de protección.
- **Hábitat terrestre**. La presencia de fauna principalmente aves y reptiles pequeños, característicos de la zona.
- **Especies de fauna endémica y/o con estatus de protección**. La fauna endémica, así como la que no lo es, tenderá a desplazarse a sitios aledaños menos perturbados y las de lento desplazamiento se asignará personal capacitado para su retiro de la obra.

### **Factores socioeconómicos**

- **Empleo**. La necesidad de personal y mano de obra calificada será necesaria durante la etapa de preparación del sitio.

- **Calidad Escénica.** La pérdida de cubierta vegetal genera un paisaje modificado el cual será remplazado por la construcción de un Taller de mantenimiento vehicular y que estará acorde con lo que las autoridades han designado para la zona.
- **Servicios municipales.** Pago de servicios, permisos, licencias, contribuirá a la economía del municipio.

### IX.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

Para la identificación de los impactos ambientales sobre la cubierta vegetal, flora y fauna silvestre, por el desarrollo del proyecto “**Taller de Mantenimiento PACSA**”, se utilizó el Método de Leopold en el presente estudio, este consiste en elaborar una matriz en donde se representan en las columnas las principales acciones derivadas de la ejecución del proyecto en su etapa de preparación del sitio, y en sus filas las diferentes características del medio ambiente (físico, biológico y socioeconómico).

La calificación de cada impacto identificado consiste en valorizar las interacciones determinadas para la magnitud del impacto así como su importancia. El valor para la magnitud se consideró a nivel del predio empleándose las siguientes categorías:

1	Escasa
3	Mediana
5	Alta

Por medio de la valoración anterior, precedido por un signo positivo (+) o negativo (-) para indicar si los efectos probables de las interacciones son positivos o negativos.

El valor de la importancia pondera el peso relativo de la interacción a nivel local, la escala empleada fue la siguiente:

1	Escasa
3	Mediana
5	Alta

Con la finalidad de detectar la temporalidad del impacto identificado de una actividad, así como la posibilidad de aplicar medidas de mitigación, se presenta adicionalmente una Matriz de Interacción (cribado), basada en los datos de la primera. En ella se identifican aquellas actividades [adversas (negativas) y/o positivas] a las características

del medio ambiente] en las que es posible aplicar medidas de prevención y mitigación para los impactos que se deriven de estas actividades.

Los criterios de evaluación para la temporalidad del impacto identificado es la siguiente:

<b>P</b>	<b>Permanente</b>
<b>T</b>	<b>Temporal</b>

### **Reversibilidad:**

Los criterios de evaluación para la reversibilidad del impacto identificado es la siguiente:

<b>R</b>	Reversible
<b>I</b>	Irreversible

### **Medidas correctoras (medidas de mitigación, prevención y/o compensación):**

La simbología utilizada para evaluar los impactos en los cuales se puedan aplicar medidas correctoras o de mitigación para disminuir sus efectos es la siguiente:

<b>-</b>	Sin medidas correctoras
<b>+</b>	Con medidas correctoras

## **IX.2. Caracterización de los Impactos**

Identificación y Análisis de Impactos Ambientales Generados.

### **Medio físico**

Los impactos detectados para este medio se registran durante las actividades que se llevarán a cabo en la preparación del sitio, las afectaciones al suelo se derivan de la compactación, nivelación del terreno con sascab y conformación de terraplenes. Estos impactos se consideran permanentes, adversos pero con medidas de mitigación, así mismo se consideran de escasa importancia por la afectación antropogénica que se observa en el predio

Al igual que para el suelo los efectos más adversos para la atmósfera se presentarán durante el desmonte y despalme, ocasionados principalmente por el empleo de maquinaria y el uso de combustibles para su operación, lo que generará emisiones atmosféricas propias de la combustión, así mismo el polvo que generen las maquinas a la hora del desprendimiento de raíces con el levantamiento de partículas de polvo a la

atmósfera, estos efectos serán temporales adversos pero de escasa magnitud e importancia. Los demás impactos identificados son temporales y varían de escasa a mediana magnitud pero de escasa importancia.

### **Medio biológico.**

La afectación a la vegetación ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio, con el desmonte y despalle, ya que será necesaria la remoción de la cubierta vegetal existente, se considera que el impacto a la flora será alto a nivel del predio y escaso a nivel local, así como permanente, adverso e irreversible, pero mitigable con la aplicación de un programa de rescate de vegetación, así como la reforestación de las áreas verdes con plantas nativas.

Las especies de fauna se han adaptado a las condiciones del sitio, sin embargo, al momento de eliminar la vegetación todas estas especies se trasladarán a predios aledaños que aún cuenten con cubierta vegetal. Por lo tanto la afectación a la fauna se considera de magnitud media e importancia escasa por la pérdida de hábitat para refugio, alimentación y reproducción. Serán impactos permanentes, adversos e irreversibles, ya que se eliminará el 90% de la vegetación existente y la construcción del taller de mantenimiento no permitirá las condiciones adecuadas para el restablecimiento de la fauna original, sin embargo podrán aparecer aves y algunos mamíferos pequeños oportunistas, que no importan las condiciones del hábitat, de todos modos se ocupan dichos nichos.

La calidad escénica del sitio se verá afectada pero con medidas de mitigación se podrá mejorar. El aspecto paisajístico resultante de la realización de la obra será el de una zona industrial con galpones y estacionamientos.

### **Medio socioeconómico**

En este medio la mayoría de los impactos detectados serán benéficos, ya que la construcción del proyecto, creará fuentes de empleos temporales durante esta etapa de preparación del sitio que es donde se ocupará un menor número de personas. Así como beneficios indirectos por la demanda de materiales y maquinaria para la preparación del sitio, cual se traduce como benéfico para el comercio de la ciudad, por lo que habrá una derrama económica para la zona.

## **IX. 3 Valoración de los impactos.**

## **Etapa de Preparación del Sitio**

### **A.1.- Delimitación Topográfica/ suelo**

**Magnitud +1**  
**Importancia 1**  
**Reversible**

Se considera un impacto de magnitud e importancia escasa, reversible por la superficie a afectar, existiendo medidas correctoras al poder rescatar tierra durante esa actividad.

### **A.8.- Delimitación Topográfica/ generación de empleos**

**Magnitud 1**  
**Importancia 1**

Se considera una magnitud e importancia escasa por el bajo número de empleos generados, aunque positiva.

### ***B.7.- Recorrido para identificar las plantas a Rescatar/esp. Con protección Especial***

**Magnitud +1**  
**Importancia +1**

Los recorridos tienen siempre un impacto positivo escasas en magnitud e importancia, ya que se detecta la ubicación de los individuos que este dentro de la NOM 059-SEMARNAT-2010, durante esa actividad.

### ***B.8.- Recorrido para identificar las plantas a Rescatar/Generación de Empleos***

**Magnitud 1**  
**Importancia 1**

Aunque de escasa magnitud e importancia la generación de empleos siempre es positiva y benéfica, sobre todo en la etapa de preparación que es donde se ocupa el menor número de personal.

### ***C.6.- Rescate y Protección de Fauna/Fauna***

**Magnitud +2**  
**Importancia 1**

El rescate de fauna es fundamental, sobre todo de aquellos individuos de lento desplazamiento, con una mediana magnitud y escasa importancia porque la mayoría de ellos se desplazará por sí mismo a predios aledaños o menos perturbados

### ***C.7.- Rescate y Protección de Fauna/Esp. Con Protección especial***

**Magnitud +2**  
**Importancia 1**

El rescate de fauna que se encuentre dentro de la nom-059 – SEMARNAT-2010, es una labor fundamental en cualquier proyecto de desarrollo, para contribuir con un impacto medio en conservar especies con algún estatus de protección.

### ***C.8.- Rescate y Protección de Fauna/Generación de Empleos***

**Magnitud 1**  
**Importancia 1**

Aunque de escasa magnitud e importancia la generación de empleos siempre es positiva y benéfica, sobre todo en la etapa de preparación que es donde se ocupa el menor número de personal.

### ***D.8.- Delimitación y Limpieza del sitio para Vivero/ Generación de Empleos***

**Magnitud 1**  
**Importancia 1**

Aunque de escasa magnitud e importancia la generación de empleos siempre es positiva y benéfica, sobre todo en la etapa de preparación que es donde se ocupa el menor número de personal.

### ***E.5.- Rescate de Vegetación/Flora***

**Magnitud +2**  
**Importancia + 1**

El rescate de vegetación es una de las prácticas fundamentales para contribuir en la permanencia de la biodiversidad del sitio al reutilizar las especies rescatadas en la reforestación de áreas verdes o jardinadas del mismo proyecto y propiciar que aves y reptiles de tallas menores puedan regresar al sitio. Se establece que en los criterios para establecer los impactos de mediana magnitud y escasa importancia.

### ***E.7.- Rescate de Vegetación/Esp. Con Protección Especial***

**Magnitud +2**  
**Importancia 1**

El rescate de vegetación que se encuentre dentro de la NOM-059 – SEMARNAT-2010, es una labor fundamental en cualquier proyecto de desarrollo, para contribuir con una mediana magnitud en conservar especies con algún estatus de protección.

## **Desmante y Despalme del predio.**

### ***F.1.- Desmante y Despalme del predio/ suelo***

**Magnitud +3**

**Importancia -1**

**Irreversible**

Se registrarán afectaciones al suelo derivadas del desmante y despalme del terreno. Este impacto se considera, permanente, adverso de alta magnitud e importancia escasa ya que al desmontar el predio el suelo quedará descubierto y podrá ser fácilmente erosionado. Sin embargo, se contará con medidas de mitigación.

### ***F.2.- Chapeo y desmante del predio/ aire***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Irreversible**

Se registrarán afectaciones de magnitud e importancia escasa. Irreversible y adverso, por las partículas de polvo, que generará la maquinaria que lleve a cabo el desmante del predio. Sin embargo, será temporal y se aplicarán riegos periódicos para evitar el levantamiento de polvo.

### ***F.3.- Chapeo y desmante del predio/ ruido***

**Magnitud +2**

**Importancia 1**

**Irreversible**

Se registrarán afectaciones de magnitud media y escasa importancia, irreversibles y adverso por el ruido que generará la maquinaria que lleve a cabo el desmante del predio sin embargo, será temporal y se buscará que las maquinas tengan silenciadores.

### ***F.5 Chapeo y desmante del predio/ flora.***

**Magnitud +3**

**Importancia 1**

**Irreversible**

La remoción de la cobertura vegetal (vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia). Se considera que ocasionará un impacto permanente adverso de alta magnitud e importancia escasa a la flora del sitio porque se perderá aproximadamente el 90% de la cubierta actual, la cual ya está impactada por acciones antropogénicas. Sin embargo, se contará con medidas de mitigación.

***F.6 Chapeo y desmonte del predio/ fauna.***

**Magnitud -2**

**Importancia -1**

***Irreversible***

Esta actividad provocará que la fauna existente en el predio se refugie en predios aledaños. Este impacto se considera temporal adverso de mediana magnitud y de escasa importancia ya que se perderán sitios de alimentación, refugio y resguardo de la fauna nativa. Se considera irreversible, ya que se perderá aproximadamente el 90% de la vegetación, aunado a que los sitios que se reforestarán presentarán movimiento vehicular y personal continuo, lo que limitará el regreso de la mayoría de la fauna que se alejará a sitios menos perturbados.

***F.7 Chapeo y desmonte del predio/ especies con protección especial***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

***Reversible***

Este impacto se considera temporal adverso de escasa magnitud e importancia ya que la especie de flora que se reporta con protección especial será rescatada y posteriormente, a través de un programa de reforestación se reubicarán en el predio.

***F.8. Chapeo y Desmonte del predio/ empleo***

**Magnitud 1**

**Importancia 1**

Esta actividad generará empleos temporales en la zona que benefician a la población, considerándose como un impacto temporal benéfico, con magnitud e importancia escasa.

***F.9. Chapeo y Desmonte del predio/ calidad escénica***

**Magnitud -3**

**Importancia 2**

***Irreversible***

El chapeo y desmonte generará un paisaje modificado de alta magnitud y mediana importancia, así como un impacto permanente, irreversible y adverso en la calidad escénica natural del sitio al perderse aproximadamente el 90% de los recursos naturales.

**G.- Nivelación y Relleno**

***G.1. Nivelación y Relleno / suelo***

**Magnitud -3**

**Importancia 1**

***Irreversible***

Para nivelar el área de desplante se utiliza material de bancos (sascab) que se compacta sobre la superficie del terreno, lo que impedirá la recuperación del suelo en el predio. Este impacto se considera permanente adverso de alta magnitud e importancia escasa.

**G.2.- Nivelación y Relleno/ aire.**

**Magnitud +2**

**Importancia 1**

**Reversible.**

La maquinaria, equipo y vehículos de transporte de material de relleno que se utilizará en esta actividad, generarán partículas de polvo y contaminantes a la atmósfera. Este impacto se considera temporal adverso de mediana magnitud e importancia escasa, se considera reversible y mitigable al considerar mantenimiento de la maquinaria y equipo para disminuir la contaminación a la atmósfera y el humedecer el sascab y cubrirlo con lonas para evitar la dispersión de partículas de polvo.

**G.3.- Nivelación y Relleno/ ruido.**

**Magnitud +2**

**Importancia 1**

**Irreversible.**

La maquinaria, equipo y vehículos de transporte de material de relleno que se utilizará en esta actividad, generarán emisiones de ruido a la atmósfera. Este impacto se considera temporal adverso de mediana magnitud ya que no se rebasarán los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana respectiva, y se generarán en lugares abiertos, contándose además con medidas de prevención.

**G.8.- Nivelación y Relleno/ empleo.**

**Magnitud 2**

**Importancia 1**

Durante esta etapa del proyecto, se requiere de mano de obra, por lo que el impacto será benéfico y temporal en la generación de empleos para el sector terciario de la Ciudad de Cancún. Considerándose con mediana magnitud.

**H.1 .- Obras y Servicios de Apoyo/Suelo**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

Reversible

Con una magnitud e importancia escasa se considera la instalación de servicios de apoyo y pueden afectar el suelo con residuos sólidos y líquidos durante la construcción de los servicios de apoyo.

### ***H.2.- Obras y Servicios de Apoyo/Aire***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

Reversible

Con un impacto con magnitud e importancia escasa se considera la instalación de obras de apoyo al proyecto aunque reversibles al tener cuidado en no afectar y contaminar el aire con el levantamiento de partículas durante la construcción de infraestructura de apoyo.

### ***H.3.- Obras y Servicios de Apoyo/Ruido***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

Reversible

Con un impacto con magnitud e importancia escasa se considera la instalación de obras de apoyo al proyecto aunque reversibles al tener cuidado al colocar silenciadores y mantenimiento a la maquinaria a utilizar durante la construcción de infraestructura de apoyo.

### ***H.8.- Obras y Servicios de Apoyo/Generación de Empleos***

**Magnitud 1**

**Importancia 1**

Esta actividad generará empleos temporales en la zona que benefician a la población, considerándose como un impacto temporal benéfico, con magnitud e importancia escasa.

## **I. Generación de Residuos Sólidos**

### ***I.1.- Generación de Residuos Sólidos/ suelo***

**Magnitud +1**

**Importancia +1**

**Reversible**

En la etapa de preparación del sitio se generan principalmente residuos orgánicos producto del desmonte y despalme, los cuales tendrán que ser acumulados en un sitio específico del predio para posteriormente ser trasladados a donde la autoridad lo indique y con las ramas realizar un picado del mismo para formar composta que será utilizada en la conformación de jardines y donde la autoridad municipal lo indique también.

Así también se generará basura doméstica (orgánica e inorgánica) generada por los trabajadores, el manejo inadecuado de los residuos sólidos podrá originar la dispersión y acumulación de los mismos, en el área del proyecto, así como en los predios aledaños, considerándose este un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia con medidas de prevención.

***1.2.- Generación de Residuos Sólidos/ aire***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Reversible**

La descomposición de la materia orgánica genera gases al medio ambiente como el metano, bióxido de carbono, monóxido de carbono entre otros, contribuyendo a generar el efecto invernadero y el calentamiento global. Por lo que se considera éste un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia con medidas de prevención

***1.4- Generación de Residuos Sólidos/ agua***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Reversible**

Los residuos sólidos, particularmente la materia orgánica, trae exceso de líquido que al mezclarse y combinarse con otras sustancias producen los lixiviados, caldo sumamente contaminante que se filtra al subsuelo por bocas de cenotes que conectan directamente al manto freático. Por lo cual se considera este un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia con medidas de prevención

***1.6- Generación de Residuos Sólidos/ Fauna***

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Reversible**

Los residuos sólidos, particularmente la materia orgánica, atrae fauna nociva como moscas, cucarachas y ratones. Por lo cual se considera este un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia con medidas de prevención

***1.8- Generación de Residuos Sólidos/ Empleos***

**Magnitud 1**

**Importancia 1**

**Reversible**

Los residuos sólidos deben ser separados y trasladados al relleno sanitario y se requiere empleos temporales. Por lo cual se considera este un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia

### **I.9.- Generación de Residuos Sólidos/ calidad escénica**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Reversible**

El manejo inadecuado de los residuos sólidos generados por los trabajadores podrá originar la dispersión y acumulamiento de éstos residuos, afectando la armonía visual y escénica del lugar, considerándose este un impacto temporal adverso de escasa magnitud e importancia con medidas de prevención.

### **I.10. Generación de residuos sólidos/ Servicios Municipales**

**Magnitud 1**

**Importancia 1**

**Reversible**

El manejo adecuado al proporcionar el servicio de colecta de residuos sólidos mejora la armonía visual y escénica del lugar y evita la proliferación de fauna nociva, así como, problemas de salud. Este impacto se considera con magnitud e importancia escasa, temporal y benéfico.

### **J. Generación de Residuos Líquidos**

#### **J.1. Generación de Residuos Líquidos/ suelo.**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Irreversible**

Los residuos líquidos generados en esta etapa, si no son canalizadas adecuadamente pueden llegar a generar malos olores, contaminando del suelo en el área del proyecto. Este impacto se considera temporal, adverso, de escasa magnitud e importancia, con medidas de prevención.

#### **J.2. Generación de Residuos Líquidos/ aire.**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Irreversible**

Los residuos líquidos generados en esta etapa, si no son canalizadas adecuadamente pueden llegar a generar malos olores, contaminando el aire. Este impacto se considera temporal, adverso, de escasa magnitud e importancia, con medidas de prevención.

**J.4. Generación de Residuos Líquidos/ agua.**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Irreversible**

La generación de aguas residuales en esta etapa del proyecto, si no son dispuestas adecuadamente pueden llegar a infiltrarse en el subsuelo, contaminando el manto freático. Este impacto se considera temporal, adverso, de escasa magnitud e importancia y con medidas de prevención.

**J.8. Generación de Residuos Líquidos/ empleo.**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Irreversible**

La generación de aguas residuales en esta etapa del proyecto, significa fuentes de empleo al contratar a empresasa que se dedican a su manejo y limpieza adecuada. Este impacto se considera temporal, adverso, de escasa magnitud e importancia y con medidas de prevención.

**J.9. Generación de aguas residuales/ Calidad Escenica**

**Magnitud +1**

**Importancia 1**

**Reversible**

El manejo inadecuado de las aguas residuales puede originar contaminación al suelo, subsuelo, enfermedades, contaminación al aire. Este impacto se considera temporal, adverso, de escasa magnitud e importancia y con medidas de prevención

## **ANÁLISIS DE IMPACTOS**

El análisis de los impactos se realizó también, comparando las características actuales del medio físico, biológico y socioeconómico en el predio con las posibles modificaciones que generara el desarrollo del proyecto. Al respecto se observó un total de 39 impactos; de los cuales el 35.89% (14) son benéficos; 53.85% (21) adversos mitigables y el 10.26% (4) adversos sin medidas de mitigación

De los cuales 16 impactan el medio físico, 9 el medio biológico y 14 el medio socioeconómico. En la siguiente tabla se observa el tipo de impactos sobre cada uno de los medios:

<b>Tipo de Impacto</b>	<b>Benéficos</b>	<b>Negativo mitigable</b>	<b>Negativo No mitigable</b>	<b>Total</b>
<b>Medio Físico</b>	0	15	1	<b>16</b> (41.03%)
<b>Medio Biológico</b>	4	3	2	<b>9</b> (23.08%)
<b>Medio Socioeconómico</b>	10	3	1	<b>14</b> (35.89%)
<b>Totales</b>	<b>14</b> (35.89%)	<b>21</b> (53.85%)	<b>4</b> (10.26%)	<b>39</b> <b>(100%)</b>

**TABLA IX.1** Impactos en el medio Físico, Biológico y Socioeconómico

En la matriz de Leopold Modificada se observa que durante la Preparación del sitio, que es la etapa analizada para el cambio de Uso de Suelo forestal los impactos son a partir del desmonte del predio e inciden principalmente sobre el medio físico y biológico, sin embargo, la mayoría de ellos son temporales y mitigables. Mientras que en el medio socioeconómico se observa que la mayoría de los impactos son benéficos.

Estos análisis se encuentran resumidos en los siguientes cuadros denominados “Matriz de Leopold” y “Matriz de Interacción”.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

<b>MATRIZ DE LEOPOLD</b>											
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO / ETAPAS DEL PROYECTO</b>		<b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO</b>									
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS:</b> MAGNITUD 1 ESCASA      IMPORTANCIA 1 ESCASA PREDIO 2 MEDIA          LOCALIDAD 2 MEDIA 3 ALTA                              3 ALTA  MAGNITUD/IMPORTANCIA  + CON MEDIDAS CORRECTORAS - SIN MEDIDAS CORRECTORAS		A.- DELIMITACIÓN TOPOGRÁFICA	B.- RECORRIDO PARA IDENTIFICAR LAS PLANTAS A RESCATAR	C.- RESCATE Y PROTECCIÓN DE FAUNA	D.- SELECCIÓN Y LIMPIEZA DEL SITIO PARA VIVERO	E.- RESCATE DE VEGETACIÓN	F.- DESMONTE Y DESPALME DEL PREDIO	G.- NIVELACIÓN Y RELLENO	H.- OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO	I.- GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	J.- GENERACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS
		<b>MEDIO FÍSICO</b>	SUELO	+1/1					+3/1	-3/1	+1/1
	AIRE						+1/1	+2/1	+1/1	+1/1	+1/1
	RUIDO						+2/1	+2/1	+1/1		
	AGUA									+1/1	+1/1
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	FLORA				2/1	+3/1					
	FAUNA			2/1		-2/1				+1/1	
	ESPECIES CON PROTECCIÓN ESPECIAL		+1/+1	2/1	2/1	-1/1					
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>	GENERACIÓN DE EMPLEOS	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
	CALIDAD ESCENICA						-3/1			+1/1	+1/1
	SERVICIOS MUNICIPALES									+1/1	

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

<b>MATRIZ DE INTERACCIÓN</b>											
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO / ETAPAS DEL PROYECTO</b>		<b>ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO</b>									
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS:</b>  P: IMPACTO PERMANENTE T: IMPACTO TEMPORAL R: IMPACTO REVERSIBLE I: IMPACTO IRREVERSIBLE A: IMPACTO ADVERSO B: IMPACTO BENÉFICO +: CON MEDIDAS CORRECTORAS -: SIN MEDIDAS CORRECTORAS		<b>A.- DELIMITACIÓN Y TOPOGRAFIA</b>	<b>B.- RECORRIDO PARA IDENTIFICAR LAS PLANTAS A RESCATAR</b>	<b>C.- RESCATE Y PROTECCIÓN DE FAUNA</b>	<b>D.-SELECCIÓN Y LIMPIEZA DEL SITIO PARA VIVERO</b>	<b>E.- RESCATE DE VEGETACIÓN</b>	<b>F.-DESMONTE Y DESPALME DEL PREDIO</b>	<b>G.- NIVELACIÓN Y RELLENO</b>	<b>H.- OBRAS Y SERVICIOS DE APOYO</b>	<b>I. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>J. GENERACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS</b>
<b>MEDIO FÍSICO</b>	SUELO	TAR+					PAI+	PAI-	TAI+	TAR+	TAI+
	AIRE						TAI+	TAI+	TAI+	TAI+	TAI+
	RUIDO						TAI+	TAI+	TAI+		
	AGUA									TAR+	TAR+
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>	FLORA					TB	PAI+				
	FAUNA			TB			PAI-			TAR+	
	ESPECIES CON PROTECCIÓN ESPECIAL		TB	TB		TB	PAI				
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>	GENERACIÓN DE EMPLEOS	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB	TB
	CALIDAD ESCENICA						PAI-			TAR+	TAR+
	SERVICIOS MUNICIPALES									TB	

## IX.4 Conclusiones

El análisis de los impactos se realizó también, comparando las características actuales del medio físico, biológico y socioeconómico en el predio con las posibles modificaciones que generara el desarrollo del proyecto. Al respecto se observó un total de 39 impactos; de los cuales el 35.89% (14) son benéficos; 53.85% (21) adversos mitigables y el 10.26% (4) adversos sin medidas de mitigación

De los cuales 16 impactan el medio físico, 9 el medio biológico y 14 el medio socioeconómico.

Los impactos detectados para el medio físico, se registran durante las actividades que se llevarán a cabo en la preparación del sitio, las afectaciones al suelo se derivan de la compactación, nivelación del terreno con sascab y conformación de terraplenes. Estos impactos se consideran permanentes, adversos pero con algunas medidas de mitigación.

Durante el desmonte y despalme, habrá afectación a la calidad del aire, ocasionados principalmente por el empleo de maquinaria y el uso de combustibles para su operación, lo que generará emisiones atmosféricas propias de la combustión, así mismo el polvo que generen las maquinas a la hora del desprendimiento de raíces con el levantamiento de partículas de polvo a la atmósfera, estos efectos serán temporales adversos pero de escasa magnitud e importancia. Los demás impactos identificados son temporales y varían de escasa a mediana magnitud pero de escasa importancia.

La afectación a la vegetación ocurrirá durante la etapa de preparación del sitio, con el desmonte y despalme, ya que será necesaria la remoción de la cubierta vegetal existente, se considera que el impacto a la flora será alto a nivel del predio y escaso a nivel local, así como permanente, adverso e irreversible, pero mitigable con la aplicación de un programa de rescate de vegetación, así como la reforestación de las áreas verdes con plantas nativas.

Las especies de fauna se han adaptado a las condiciones del sitio, sin embargo, al momento de eliminar la vegetación todas estas especies se trasladarán a predios aledaños que aún cuenten con cubierta vegetal. Por lo tanto la afectación a la fauna se considera de magnitud media e importancia escasa por la pérdida de hábitat para refugio, alimentación y reproducción. Serán impactos permanentes, adversos e irreversibles, ya que se eliminará el 90% de la vegetación existente y la construcción del taller de mantenimiento no permitirá las condiciones adecuadas para el restablecimiento de la fauna original, sin embargo podrán aparecer aves y algunos maníferos pequeños oportunistas, que no importa las condiciones del hábitat, de todos modos se ocupan dichos nichos.

La calidad escénica del sitio se verá afectada pero con medidas de mitigación se podrá mejorar. El aspecto paisajístico resultante de la realización de la obra será el de una zona industrial con galerones y estacionamientos.

En este medio la mayoría de los impactos detectados serán benéficos, ya que la construcción del proyecto, creará fuentes de empleos temporales durante esta etapa de preparación del sitio que es donde se ocupará un menor número de personas. Así como beneficios indirectos por la demanda de materiales y maquinaria para la preparación del sitio, cual se traduce como benéfico para el comercio de la ciudad, por lo que habrá una derrama económica para la zona.

Por lo cual se concluye que con el desarrollo del proyecto no habrá impactos significativos adversos, y para la mayoría de ellos existe una medida de mitigación. El proyecto se ubica en una zona con Vegetación Secundaria de Selva mediana Subperennifolia, que es lo que caracteriza a la mayor parte del territorio de Benito Juárez, por lo que no se considera vegetación única o excepcional. Y se ubica de acuerdo a los instrumentos de planeación en una zona para desarrollo de la Industria Ligera.

## **X. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRES, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

### X.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación.

En el presente capítulo, se describen las acciones que se deberán llevar a cabo con el objeto de poder minimizar o reducir los efectos e impactos sobre los elementos ambientales en la etapa de Preparación del sitio, que es donde se realiza el Cambio de Uso de Suelo Forestal (CUSF). Se indican mediante siglas (RV=Rescate de Vegetación, DD= Desmonte y Despalme, CA= Carga y Acarreo y CT=Corte y Terraplén), a los posibles impactos, la medida mínima que deberá aplicarse.

IMPACTOS POTENCIALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS
	RV	DD	CA	CT	
<b>MEDIO FÍSICO</b>					
Eliminación de la capa de suelo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			Realizar el rescate de tierra vegetal, así como los materiales producto del desmonte, deberán ser triturados, picados y utilizarlo en la conformación de áreas verdes.
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			La tierra vegetal rescatada será utilizada en los trabajos de reforestación y la sobrante al sitio en donde la autoridad municipal lo indique.
		<input type="radio"/>			El material de desmonte y despalme deberá emplearse para producción de suelo y troncos gruesos y raíces a donde la autoridad municipal lo indique.
Contaminación del suelo y subsuelo		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Los desperdicios que se generen, deberán ser acumulados en un sitio para ser trasladados posteriormente al Relleno Sanitario.
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Estará prohibido almacenar combustibles dentro de la zona de obras del proyecto, en cualquiera de las secciones de la etapa de preparación del sitio.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

IMPACTOS POTENCIALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS
	RV	DD	CA	CT	
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Llevar a cabo la separación de la basura en basura orgánica e inorgánica, para lo cual se sugiere colocar botes de 200 litros con tapa para evitar su dispersión.
Incremento de la erosión		<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	El desmonte será conforme al avance del proyecto y la superficie desmontada, deberá permanecer el menor tiempo posible expuesta, con la finalidad de evitar el transporte de partículas provocado por la lluvia o el viento.
Cambios en el microclima y alteración en la calidad del aire		<input type="radio"/>			De ser factible dejar la vegetación existente en lo que serán las áreas verdes a fin mantener el microclima.
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		Evitar la quema de la vegetación procedente del desmonte, en su caso deberá ser trasladada a donde la autoridad municipal lo indique.
Alteración en la calidad del aire.		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Los materiales para conglomerados (grava, arena y polvo de piedra), durante su transporte al predio deberán humedecerse y/o cubrirse con una lona, para evitar la dispersión de partículas.
Emisiones de ruido		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	La maquinaria usada para la preparación del sitio, deberá estar en buenas condiciones mecánicas con el fin de reducir la emisión de humos y gases.
		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	La maquinaria que sea utilizada durante el desarrollo de las obras del proyecto, deberá contar con sistemas de reducción de ruido (mofles y silenciadores en buen estado).

IMPACTOS POTENCIALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS
	RV	DD	CA	CT	
		○	○	○	Los niveles máximos permisibles en fuentes movibles (automóviles, autobuses, camiones, tracto-camiones y similares) deberán ajustarse a la normatividad contra la contaminación originada por la emisión de ruido, en donde se establece que en maniobras de carga y descarga que se realicen en la vía pública no deberán rebasar los niveles de 90 dB en horario de 7:00 a 22:00 horas y de 22:00 a 7:00 horas deberá ser de 85 dB.
Deterioro de la calidad del agua subterránea		○	○	○	Instalar letrinas portátiles con la finalidad de evitar contaminación del manto freático, así como el fecalismo al ras del suelo, para lo cual, se colocará un sanitario portátil, por cada 15 trabajadores y se mantendrán limpios. Adicionalmente deberá exigirse a la compañía arrendadora de sanitarios portátiles las facturas que indiquen la adecuada disposición de los residuos colectados.
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>					
Perdida de cubierta vegetal	○	○			Se realizará un rescate de vegetación de especies con características ecológicas importantes, así como de las que se tengan consideradas con un estatus de protección especial, con las especies producto del rescate deberá reforestarse las áreas que queden destinadas como áreas verdes
Eliminación de vegetación		○			Sólo podrán desmontarse las áreas necesarias, conforme al avance del proyecto.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

IMPACTOS POTENCIALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS
	RV	DD	CA	CT	
secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	○				En caso de reforestar las áreas verdes del proyecto, solo podrán ser sembradas palmas y árboles de la región, evitando individuos de flamboyán ( <i>Delonix regia</i> ), almendro ( <i>Terminalia catappa</i> ), laurel ( <i>Ficus benjamina</i> ), eucalipto ( <i>Eucalyptus</i> sp) y por ningún motivo la casuarina o pino de mar ( <i>Casuarina equisetifolia</i> ) y pimienta del Brasil ( <i>Schinus molle</i> ), ya que son especies competidoras y nocivas para las especies nativas
Especies de flora y fauna endémica y/o con estatus de protección		○	○	○	Colocar letreros que indiquen a los trabajadores no molestar o capturar la fauna que aún se encuentra en el predio y permitir que ésta se desplace a predios aledaños de forma natural si les es posible hacerlo, y dar seguimiento al Programa de Rescate de Fauna anexo.
	○	○			Dar cumplimiento a un Programa de Rescate de Vegetación, dando especial atención a las especies que estén dentro de la NOM-059-ECOL-2010, así como plantas con alguna importancia ecológica, susceptibles de ser rescatadas
Proliferación de fauna nociva.		○	○	○	Con la finalidad de evitar que proliferen fauna nociva, se deberán retirar periódicamente los residuos sólidos que generen los trabajadores, hacia el área que designe la autoridad municipal.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

IMPACTOS POTENCIALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACION DE IMPACTOS
	RV	DD	CA	CT	
<b>MEDIO SOCIO-ECONOMICO</b>					
Empleos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Contratar el mayor número de personal que viva en la zona, para beneficiar de esta forma a personas que se dediquen a la construcción del municipio, logrando evitar un número elevado de población flotante y afectación en la economía local.
Seguridad en el trabajo y en la salud.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	A los trabajadores se les deberá proporcionar agua purificada para evitar enfermedades gastrointestinales. Así como un espacio de comedor completamente higiénico, que contenga un lavabo con agua corriente para lavarse las manos antes de ingerir los alimentos. Esta agua no debe estancarse.
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Proporcionar a los trabajadores el equipo de seguridad necesario, dependiendo de su actividad, por ejemplo cascos, guantes de carnaza e impermeables entre otros.
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Colocar botiquines de primeros auxilios con los medicamentos e instrumentos mínimos necesarios en lugares estratégicos dentro de la obra
<b>RV=RESCATE DE VEGETACIÓN; DD=DESMONTE Y DESPALME; CA=CARGA Y ACARREO; CT=CORTE Y TERRAPLEN</b>					

## **X.2 Impactos Residuales**

De aplicarse las medidas de mitigación aquí propuestas, no deberán presentarse impactos de carácter residual, situación que habrá de verse favorecida con la instrumentación de programas específicos anexos; dentro de los cuales necesariamente se establezca, en lo particular, el seguimiento del cumplimiento de las condicionantes y la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes para asegurar que la calidad ambiental prevalezca dentro del predio de interés durante la etapa de preparación del proyecto.

Ello, hará posible establecer, si la autoridad ambiental así lo decide, formalizar la ejecución integral de supervisión ambiental a partir de los términos y condicionantes que, en su caso, sean incorporadas en la autorización correspondiente.

## **X.3 Descripción y análisis del escenario sin proyecto**

Dada la composición florística de la superficie que conforma el predio , así como al número de especies registradas, en el predio se pueden distinguir fácilmente dos estratos el estrato arbustivo que es el que predomina y el estrato herbáceo, el estrato arbóreo es mínimo y en su mayoría se conforma por árboles juveniles (ver información anexa). El hecho de no llevarse a cabo la ejecución del proyecto propuesto, se esperaría hipotéticamente, que éste se recuperaría en aquellos sitios que presenta vegetación secundaria, con la tendencia a conformar componentes de selva baja y aún media perennifolia en relativamente poco tiempo, dada la capacidad de estabilidad u homeostasis que presentan estos sistemas para retornar al estado de equilibrio después de los cambios o perturbaciones temporales, así como su resiliencia o capacidad de absorber tales cambios y persistir en el tiempo, que aunque no se mantengan necesariamente todas los eslabones y componentes del sistema, si permanecen las características y funciones básicas.

## **X. 4. Descripción y análisis del escenario con proyecto**

Los cambios que serán generados por el desarrollo del proyecto en el ecosistema a pesar de su alteración actual no podrán retornar a un estado de equilibrio, después de que sean generados dichos cambios dado que los flujos de materia y energía serán alterados y aún modificados constantemente conforme avance el proceso constructivo, y durante la etapa de operación. Dichos flujos de materia y

energía para mantener en equilibrio al sistema, deberá ser a través de la intervención humana.

Será generado un cambio parcial y permanente del sistema ambiental, ya que será sustituido por un sistema de mantenimiento, y dichos sistemas no poseen una sostenibilidad intrínseca y para que permanezcan en funcionamiento, necesitan ser mantenidos por fuentes externas de materia y energía como son la energía eléctrica y el agua, así como diversos insumos. Asimismo, para controlar los desechos y subproductos que se generen, se requiere que éstos sean colectados, almacenados y conducidos fuera del sistema para su disposición final eliminándose con ello, cualquier posibilidad de que se lleven a cabo procesos de descomposición y asimilación dentro del mismo sistema.

Es importante hacer hincapié que el predio del proyecto, se encuentra en una zona donde plantea el POEL, se avecina un auge en el desarrollo de industria Ligera, y existe un continuo crecimiento en la zona, por lo que no solamente el predio del proyecto sino el área en su conjunto está siendo transformada y según proyecciones de los gobiernos estatal y municipal, el desarrollo de la región continuará, de manera que se seguirá transformando el entorno ambiental.

A este respecto podemos señalar que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico de Benito Juárez, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 27 de Febrero del año 2014, el predio se ubica en la "UGA 21", denominada Zona Urbana de Cancún. *Parámetros de aprovechamiento:* \*Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente. Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.

#### **X.5. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación**

Dadas las condiciones generales de afectación que presenta el área de estudio ( 5,000 M<sup>2</sup>) que la clasifica como vegetación secundaria de Selva Mediana Subperenifolia y cumpliendo con la normatividad en materia de impacto ambiental, regulaciones sobre el uso de suelo, así como las medidas de prevención y mitigación que se describen en el presente estudio, se considera que no habrá

impactos ambientales considerables en este proyecto, por lo que no se causarán desequilibrios al ecosistema.

El predio del proyecto se caracteriza por presentar una vegetación secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, y esta vegetación está conformada por individuos que tienen de 2 a 12 metros de altura total que componen los estratos arbóreo y arbustivo. El estrato herbáceo se compone fundamentalmente de juveniles y plántulas de las especies arbóreas y arbustivas. El estrato herbáceo se compone fundamentalmente de plántulas de las especies arbóreas y arbustivas. La composición y la estructura de la vegetación han sido modificadas significativamente, tanto por acciones naturales como por actividades antropogénicas, de tal manera que la comunidad vegetal que originalmente se tenía de selva mediana se ha modificado significativamente.

El escenario que prevalecerá una vez concluido el proyecto, es la pérdida aproximadamente el 90% de la cubierta vegetal del predio para dar paso a un Taller de Mantenimiento PACSA.

## **X.6. Pronostico Ambiental**

El área que está sujeta a un cambio de utilización de terrenos forestales, forma parte de una Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia, debido a que ha sido impactada tanto por fenómenos naturales como son los huracanes y tormentas tropicales, así como por actividades antropogénicas como son la apertura de brechas y por el aprovechamiento clandestino de tierra vegetal, piedra y madera en rollo.

Como ya fue mencionado anteriormente, la vegetación existente en los predios corresponde a Vegetación Secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia. La vegetación existente presenta una altura en promedio de 3 a 7 metros, con un porcentaje mínimo de individuos de más de 7 metros presentes en el predio; Sobresaliendo aquellos que presentaron una altura máxima de 8 a 12 m, se puede hacer mención de los individuos de la especie de Chicozapote (*Manilkara zapota*) y Tzalam (*Lysiloma latisiliqua*).

El mayor porcentaje de los individuos presenta un diámetro que va de 5 a 15 cm. Sin embargo es posible encontrar ejemplares con diámetros que van de 20 a 30 cm y algunos superiores de 35 cm. El resto de la vegetación existente en el predio está representada por plántulas de los individuos arbóreos y arbustivos. Así mismo se encuentran troncos de árboles muertos en el suelo y árboles muertos en pie, hasta de 12 metros de largo, se piensa que esto es a consecuencia del huracán Wilma, la cual es una de las principales causas de afectación de la flora del área.

Estratificación de la comunidad.

En el predio se pueden distinguir fácilmente dos estratos el estrato arbustivo que es el que predomina en el predio y el estrato herbáceo, el estrato arbóreo es mínimo y en su mayoría se conforma por árboles juveniles, Dichos estratos se indican a continuación:

Estrato arbóreo: Este estrato es mínimo, encontrándose individuos de más de 7 metros presentes en el predio; en este estrato es posible encontrar las siguientes especies. Chicozapote (*Manilkara zapota*), Tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), Chechem (*Metopium brownei*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*), entre otras.

Estrato arbóreo juvenil y arbustivo: Este estrato es el que predomina en el predio con alturas promedio de 3.5 metros y diámetros de 3.8 a 14 cm. En este estrato se encuentran las siguientes especies: Chaca (*Bursera simaruba*), Tzalam (*Lysiloma latisiliqua*), Chechem (*Metopium brownei*), Kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*) entre otras

Estrato herbáceo: se encuentra conformado por plántulas de individuos arbóreos y arbustivos, los cuales alcanzan una altura promedio de 20 cm a 1 m. encontrando las siguientes especies: Chechem (*Metopium brownei*), Chit (*Thrinax readi*), entre otras.

Al construirse el proyecto, los impactos que se causarán serán determinantes y permanentes ya que se modificara la composición espacial de la vegetación y aún de la topografía. Sin embargo, se instrumentaran medidas de prevención y mitigación para minimizar los impactos que se generaran.

### **Problemática ambiental por las características climáticas que se registran en el predio.**

Sin embargo, por haberse establecido centros poblacionales como el del Ejido Alfredo V. Bonfil y de la Ciudad de Cancún, se ha propiciado la fragmentación del hábitat, al ser divididos las tierras ejidales de uso común, y los ranchos ahí asentados, en lotes de diversos tamaños para el establecimiento de nuevos e irregulares asentamientos humanos, así como centros educativos, corredores comerciales e industriales, nuevos ranchos etcétera.

Dicha actividad humana, ejerce una presión sobre los recursos naturales existentes en el lugar, aprovechándolos irregularmente por un lado, (madera, tierra, rocas etc.), y por el otro, creando zonas de alta vulnerabilidad ambiental dado que en ciertas épocas del año sobre todo en el periodo de secas, cuando las condiciones de temperatura, dirección y velocidad de los vientos y humedad y presión ambiental, son las más propicias para que se propaguen rápidamente los incendios forestales, ocasionados principalmente por las actividades humanas por la limpia y quema de terrenos.

### **Problemática ambiental por los Eventos Hidro-meteorológicos adversos.**

Por lo indicado anteriormente, el área de influencia del proyecto, constituye una zona de alta vulnerabilidad ambiental por dichos eventos hidro-meteorológicos, ejemplo de ello, son los dos últimos huracanes que azotaron fuertemente a la Ciudad de Cancún, ocasionando daños considerables en la infraestructura de distribución de energía eléctrica, del suministro de agua potable y urbana en general, generándose gran cantidad de residuos líquidos y sólidos; en la afectación de la vegetación de parques, camellos banquetas y otros con lo cual se altero la vida y actividad normal en toda la ciudad, creando riesgos ambientales y de salud, por la posible proliferación de plagas y enfermedades de diversas índoles.

Asimismo, se observo una afectación de la cubierta vegetal al 100%, y consecuentemente con la fauna usuaria que se vio afectada al destruirse sus zonas de refugio y alimentación, consecuentemente con la caída de árboles y sobre todo de su follaje que constituye a futuro, material que fácilmente se puede incendiar, contribuyendo al riesgo de proliferación de incendios forestales.

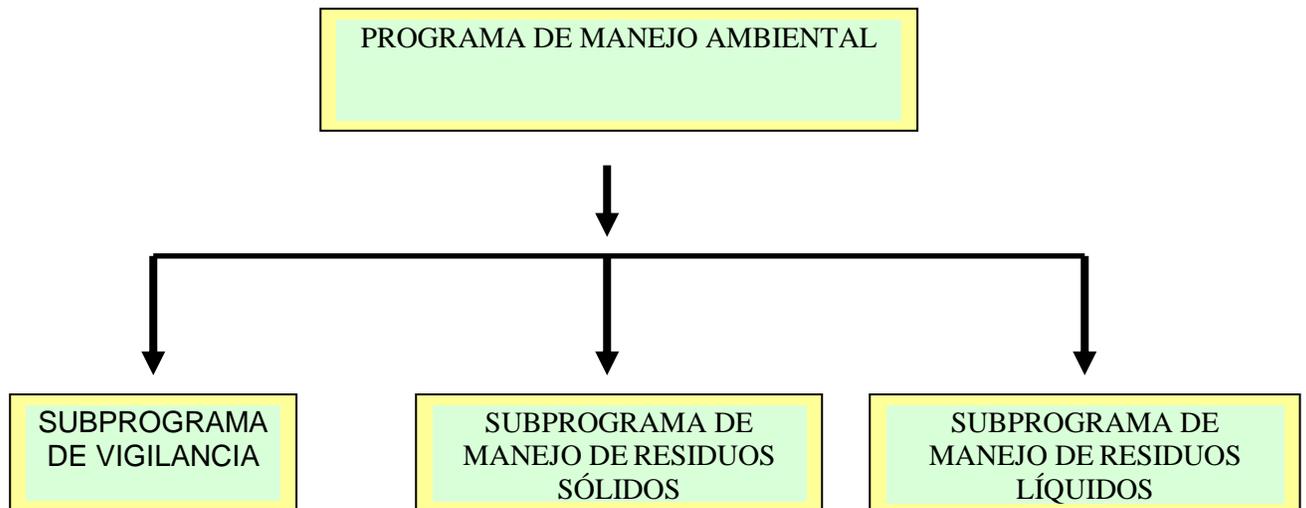
### **X.7. Programa de Manejo Ambiental.**

Se llevará a cabo un programa de seguimiento para la protección ambiental, para lo cual se contratará personal técnico con especialidad ambiental, presentándose informes semestrales sobre las actividades realizadas, así como las medidas establecidas para prevenir o mitigar los impactos que se pudieran dar a futuro.

En caso de presentarse algún daño o afectación extraordinaria al entorno se reportará de manera inmediata a las autoridades ambientales, para que se tomen las medidas ambientales correctivas o mitigativas pertinentes.

Las medidas propuestas de prevención y mitigación de impactos se han ordenado en tres Subprogramas que integran el Programa de Manejo Ambiental. Lo anterior permite organizar las actividades de seguimiento de condicionantes y asegura su adecuado cumplimiento en tiempo y forma. Se ha incluido un Subprograma de Monitoreo para detectar impactos no considerados en esta evaluación que permitan detectarlos y afrontarlos oportunamente, evitando así afectaciones adicionales al ambiente de la zona.

La estructura del Programa de Manejo Ambiental es la siguiente:



A continuación se indica el objetivo de los subprogramas y se señalan las medidas de mitigación y optimización de impactos que comprenden.

## **Subprograma de Vigilancia**

Este subprograma tiene como objetivo verificar que las medidas de mitigación y prevención de impactos establecidos en esta manifestación y las que establezcan de manera adicional las autoridades ambientales se cumplan en tiempo y forma.

Las medidas que comprenden son las siguientes:

### **Aire:**

Las principales medidas para no contaminar el aire son las siguientes:

- Darle mantenimiento periódico a los equipos y maquinaria para disminuir las emisiones de gases a la atmósfera
- Humedecer las zonas desmontadas
- Poner filtros a las maquinas

### **Agua:**

Algunas medidas para no contaminar el agua del subsuelo son:

- Evitar la defecación al ras del suelo
- Evitar verter hidrocarburos al suelo
- Evitar reparar equipo y maquinaria en el predio
- Colocar sanitarios portátiles
- No utilizar bocas de cenote como sanitarios
- Capacitar al personal que trabajará en la obra en temas ambientales y de higiene

### **Ruido:**

Algunas medidas para mitigar el ruido son:

- Colocar silenciadores a la maquinaria
- Trabajar en horarios diurnos

### **Vegetación:**

Las principales medidas de prevención mitigación y compensación aplicables a la vegetación se mencionan a continuación:

- Se contempla dentro de las actividades de jardinería la colecta de germoplasma (semillas, plántulas, juveniles y adultos), de las especies vegetales que representen una importancia ecológica de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2010, así como considerárseles de importancia económica, por ser de distribución restringida o de lento crecimiento, misma acción que permitirá garantizar la permanencia de las especies vegetales en el sitio.
- En las áreas verdes y/o jardinadas del proyecto, se deberán emplear especies nativas, producto de la recolección del germoplasma, para su reforestación, compensándose en parte la pérdida de vegetación por el desarrollo del proyecto, además de asegurar la permanencia de la vegetación actual.
- El rescate, la reforestación, las labores de jardinería beneficiarán a la vegetación, ya sea por el mantenimiento de áreas con vegetación natural, el incremento del área con vegetación debido a los trabajos de sembrado de individuos vegetales de especies nativas, contribuyendo dicha acción al amortiguamiento de las oscilaciones de la temperatura y a mantener de manera más estable la humedad ambiental local.
- La reforestación y las labores de jardinería tendrán un efecto benéfico, ya que por la acumulación de materia orgánica proveniente del follaje de la vegetación natural que será conservada y la sembrada conjuntamente con las labores de jardinería, permitirán el enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto.
- Se deberán implementar áreas verdes, a fin de conservar la vegetación arbórea existente en su estado actual.
- El producto del chapeo de la vegetación y mantenimiento de áreas verdes, se deberá retirar periódicamente a fin de evitar que se produzca algún incendio.
- Con el producto del chapeo de vegetación se deberá compostear con la finalidad de que sea utilizado como abono orgánico en las áreas de jardines.

- Con las ramas producto del chapeo y desmante, se deberán triturar y ser utilizada como cubre suelos en las áreas de jardines con la finalidad de retardar el crecimiento de la vegetación herbácea y contribuir con el ahorro de agua en el riego de las mismos jardines.
- Se deberá implementar actividades de Educación Ambiental, mediante el cual se concientice a los trabajadores, empleados y usuarios del proyecto a la protección de todas las especies de flora y fauna existentes en el predio.
- Se deberá propiciar el rescate de tierra previo al desmante, para rescatar la mayor cantidad y reutilizarla en el proyecto de reforestación.
- Construir un vivero temporal para colocar las plantas rescatadas y donde se puedan construir almácigos y poder tener espacios para germinar semillas de palmas y plantas que puedan servir de ornato.

#### **Fauna:**

Las medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables a la fauna, se mencionan a continuación:

- Durante el tiempo que dure esta etapa, se implementará un programa de rescate, traslado y reubicación de fauna, enfocado principalmente a especies de lento desplazamiento, existentes en las zonas objeto del mismo.
- Previo a la etapa de preparación del sitio, se deberán realizar recorridos en las diferentes áreas que sean utilizadas para desplante de obras, con el objeto de ahuyentar paulatinamente a la fauna hacia sitios colindantes.
- Como medidas preventivas, se podrán cercar las áreas en las cuales se realice las actividades, de forma temporal a fin de evitar que la fauna transite por dichas áreas.
- Se deberá tener un cuidado especial de realizar el desmante fuera de las épocas de crianza y crecimiento de las especies de aves.
- Se deberá implementar actividades de Educación Ambiental, mediante el cual se concientice a los trabajadores, empleados y usuarios del proyecto a la protección de todas las especies de fauna existentes en el predio.

### **Empleos:**

Algunas medidas son:

- Contratar a personal de la zona para evitar el flujo de trabajadores de otras ciudades
- Contratar seguro social para los trabajadores
- Que su área de alimentos se encuentre higiénica y con agua corriente
- Que cuenten con agua purificada y embotellada
- Que cuenten con un botiquín de primeros auxilios
- Que cuenten con equipo de trabajo adecuado para su seguridad.

### **Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos**

El subprograma tiene como objetivo, evitar que se genere contaminación atmosférica por un inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos durante la Etapa de Preparación del Sitio y las otras etapas del proyecto. Las principales medidas mencionadas en el Programa comprenden las siguientes acciones:

- Colocar botes de 200 litros con tapas de madera para colocar los residuos sólidos y retirarlos periódicamente del predio.
- Colocar botes de residuos con las leyendas Orgánicos e Inorgánicos
- Colocar botes con la leyenda Plásticos
- Colocar botes con la Leyenda Papel y cartón
- Colocar Botes con la Leyenda Vidrio
- Asignar un sitio específico para materiales de manejo especial ( Escombro
- Retirar periódicamente la basura y residuos orgánicos de la obra
- Contratar una empresa autorizada para el retiro de material reciclable

### **Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos**

El subprograma tiene como objetivo, evitar que se genere contaminación al suelo , subsuelo y manto freático, por un inadecuado manejo y disposición de aguas residuales durante la Etapa de Preparación del Sitio y las otras etapas del proyecto. Las principales medidas mencionadas en el Programa comprenden las siguientes acciones

- Contratar una letrina o sanitario portátil por cada 15 trabajadores para evitar el fecalismo al ras del suelo.
- Evitar llenar los tanques de gasolina o diesel de la maquinaria en el predio.
- No utilizar bocas de cenote como sanitarios
- Capacitar al personal que trabajará en la obra en temas ambientales y de higiene
- Darle mantenimiento periódico a sistema de biodigestor Clarificador de 1,300 litros de capacidad.

### **X.8 Seguimiento y Control**

El Programa de Manejo Ambiental es un componente operativo fundamental para el adecuado cumplimiento de las condicionantes ambientales y la determinación de impactos no considerados. Con base en lo anterior, el proponente se compromete a contratar los servicios profesionales de especialistas en la materia para dar garantía a través del seguimiento y control puntual, para que se realice lo anterior y asegurar ante las autoridades ambientales su interés y preocupación por la protección del ambiente.

## **XI.- SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO PROPUESTO.**

Los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo debido al desarrollo del proyecto “Taller de Mantenimiento PACSA”, que se propone, se analizan en función del grado de afectación que podría darse como resultado de la ejecución del cambio de uso del suelo solicitado. Para valorar la disponibilidad de los servicios ambientales en la superficie que ocupa el predio, se considera la disponibilidad del recurso forestal en el sitio en comparación con el Sistema Ambiental y de la cuenca hidrológica. Es por ello que se deben de tomar en consideración los siguientes conceptos.

- Superficie total del predio: 5000 m<sup>2</sup> (0.5 hectárea).
- Tipo de vegetación circundante: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez. UGA21 denominada “Zona Urbana”, con una política ambiental de Aprovechamiento Sustentable con uso predominante de Desarrollo Urbano.

A partir del análisis de la naturaleza, características, ubicación y extensión de las actividades que el proyecto implica, incluyendo la ejecución del cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) que se requiere para su construcción y elaboración del proyecto, se concluye que no se pondrá en riesgo ningún servicio ambiental. Al respecto, se refiere la definición de “riesgo” en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR):

Riesgo= Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana, en los demás organismos vivos, en el agua, aire, suelo, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

En el caso presente, el CUSTF no genera residuos peligrosos, sino únicamente residuos de madera y follaje. En un sentido más amplio, se examinarán la naturaleza y magnitud de modificaciones o afectaciones a los servicios ambientales en el Sistema Ambiental debidos al CUSTF y a otras actividades que el proyecto implica, como el movimiento de tierras y la construcción de las bases para las estructuras.

Para dicho fin se han considerado de forma importante las características bióticas, abióticas y socioeconómicas del Sistema Ambiental descritas en Capítulos anteriores en este estudio, para lo que se realizó la determinación de los servicios ambientales que proporciona el predio en el que se pretende llevar a cabo el CUSTF, con énfasis en la interacción de tres componentes: a) el medio biótico, b) el medio físico y c) el medio socioeconómico, en el que se involucran las actividades antrópicas desarrolladas en el entorno de los predios propuestos a CUSTF. Los tres componentes, o grupos de componentes, constituyen el ecosistema y de sus interacciones resultan los flujos de materia y energía que originan los servicios ambientales. En su conjunto, el ecosistema desarrolla y mantiene biodiversidad, regulación del ciclo hidrológico, permite la infiltración y recarga de acuíferos, protege

la estructura y productividad del suelo, y se mantienen los ciclos biogeoquímicos, entre otras valiosas funciones.

Los principales servicios ambientales que pudieran afectarse por el cambio de uso del suelo que requiere el proyecto son: Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; Provisión de agua en calidad y cantidad; Protección y recuperación de suelos; Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; y Paisaje y recreación.

A continuación se argumenta sobre cada uno de los servicios ambientales mencionados y se hace una breve descripción de los criterios por los cuales se identifican la importancia y el grado de afectación de los mismos que tendría lugar como consecuencia del cambio de uso del suelo.

### **XI.1 Diagnóstico ambiental**

El desplante de este proyecto, en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, es de 0.5 hectáreas con la finalidad de construir un Taller de Mantenimiento, en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún. En la vegetación secundaria de este predio se aprecian vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas que se aprecian dentro del predio.

El sistema ambiental de este proyecto corresponde a la misma superficie antes referida, dentro de esta superficie incluye mas bodegas y fraccionamientos en operación y asentamientos humanos que se comunican con la red de vialidades y donde existen amplias perspectivas de desarrollo en el corto y mediano plazo, tal y como lo establecen los instrumentos de planeación vigentes.

Las características geológicas que prevalecen en este sistema ambiental lo definen como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

La porción norte de Quintana Roo donde se ubica este sistema ambiental queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

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

La vegetación predominante en el sistema ambiental, presenta características que corresponden con una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 0.5 ha, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez (última modificación 2014), así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona la erosión de los suelos del área de estudio.

Aunado a lo anterior, por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios públicos a la población, se considera que la construcción y operación de este taller de mantenimiento, es una alternativa que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

## **XI.2- Protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida.**

La diversidad biológica siempre ha sido, es y será, usada por el hombre. Hoy el reto es que el uso de la biodiversidad y el territorio en donde se distribuye, se realice con procedimientos que aseguren su protección y conservación. Es sabido, que la biodiversidad regional está dada por la diversidad existente en cada hábitat (tanto natural como inducido) presente en un paisaje y por las tasas de recambio de especies entre uno y otro hábitat o entre un estado de uso y otro.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesionales de los mismos), las principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez et al. 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano.

En este sentido, la zona del proyecto existe un tipo de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera). Dicho con otras palabras,

la biodiversidad que existe en el predio del proyecto es reflejo de la existente en toda la región.

En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la caracterizan de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registre las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez 2003).

La Península también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del CUSTF ocasionará efectos significativos al sistema ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, en el área del proyecto se registraron 45 especies de flora que representan el 2.0 % y 2.5% del total registrado para la Península, la cual es de 2,300 especies de flora y del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies, respectivamente (Valdez-Hernández e Islebe 2011).

En cuanto a fauna, en el predio se verificó la presencia de 18 especies. La representación proporcional se mantiene al comparar las especies de los diferentes grupos de vertebrados terrestres registrados en el área del proyecto con respecto a la reconocida para la Península y el Estado.

**Cuadro XI.1.1.** Número de especies de vertebrados terrestres reconocida para la Península y Estado de Quintana Roo. Entre paréntesis se indica el porcentaje que representa la riqueza específica presente en el predio del proyecto.

Grupo	Península de Yucatán	Estado de Quintana Roo
Anfibios	43 (0%)	22 (0%)
Reptiles	139 (5.0%)	106 (6.6%)
Aves	528 (2.4%)	483 (2.6%)
Mamíferos terrestres	45 (2.2%)	40 (2.5%)

Nota: Para el caso de los mamíferos terrestres no se consideran a los murciélagos y a los pequeños roedores de las familias Heteromyidae y Cricetidae.

Si bien es cierto que en la superficie del proyecto existe un reducido número de especies con respecto al reconocido para toda la Península y el Estado, esto es reflejo de la relación especie-área. Por tal motivo, la valoración sobre que el cambio

de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la riqueza de flora y fauna, no solo se motiva con el bajo número de especies registrado, sino fundamentalmente en los siguientes hechos:

- 1) Existen pocas especies endémicas; no se presentan especies restringidas; todas las especies tienen intervalos de distribución amplios; las especies registradas también están presentes en muchos otros sitios de la Península y el Estado de Quintana Roo, los cuales incluyen diferentes tipos de vegetación algunas incluso se establecen en hábitats naturales e inducidos.
- 2) La superficie que eventualmente será sometida a cambio de uso del suelo para este proyecto 0.5 hectáreas, representa una fracción insignificante del total de las selvas altas y medianas subperennifolias del Estado (estimadas en 2,898,051 hectáreas).
- 3) Las cifras muestran, junto con los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo, que el cambio de uso de suelo tampoco se realizará sobre una comunidad vegetal única, en riesgo o relictos y que tampoco se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan 2011).

En lo que se refiere a las especies de fauna enlistadas la NOM-059- SEMARNAT-2010, sólo se registró la Iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en categoría de amenazada. Para esta especie la modificación del hábitat, aunque es un factor de disturbio, no es el principal factor sino las diversas formas de aprovechamiento humano (cacería de subsistencia, ornato y cacería comercial). A este respecto, el proyecto no incide de manera directa para agravar el tamaño poblacional, pues los sitios en los que el proyecto se ubicará están cercanos al núcleo de población y son ampliamente conocidos por los pobladores. Además, estas especies tienen amplia distribución dentro del Sistema ambiental.

Como resultado del análisis de las características de las especies de fauna silvestre y su distribución, así como de la extensión y ubicación del proyecto se concluye que la ejecución del CUSTF en 0.5 hectáreas no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad del Sistema Ambiental. Se anticipan efectos a escala individual, ya que durante el despalme, construcción y operación del proyecto algunos individuos de especies de lento desplazamiento podrían verse afectados. Pero dicho efecto no sería apreciable en la escala de poblaciones ni especies, además hay que considerar que el predio está destinado para la zona urbana.

Por la realización del CUSTF se implica el retiro de ejemplares de flora correspondientes a especies de amplia distribución en la zona: *Manilkara zapota*, *Bursera simaruba*, *Thevetia gaumeri*, *Metopium brownei*, *Piscidia piscipula*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri* entre otras. La remoción de estas especies generalistas no pone en peligro a esas poblaciones. De esta forma, por contemplar la afectación de especies de amplia distribución y abundantes en la región, el

CUSTF no representa un impacto grave ni amenaza el servicio ambiental de biodiversidad a nivel de poblaciones ni, mucho menos, especies. Se encontró una especie de flora que sería afectada por el CUSTF que enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la especie se encuentra bajo la categoría de amenazada: *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, mismas especies que está incluida en el programa de rescate y reubicación de flora, las cuales se reubicarán dentro de las áreas verdes, jardines y parques que contempla el proyecto.

### **XI.3- Provisión de agua en calidad y cantidad.**

Para contextualizar el servicio ambiental hídrico es importante resaltar sus características en el Estado, en la cuenca y en la zona del predio. Quintana Roo dispone en promedio de 6,187.2 hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) de agua al año. El volumen de agua concesionada es de aproximadamente 459.8 hm<sup>3</sup>, de los cuales casi el 20% se destinan para abastecimiento público. Las aguas superficiales para éste uso es poco significativo ya que representa sólo el 0.2% de la extracción anual (el resto proviene de fuentes subterráneas) (Herrera 2011).

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lps) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011).

A pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA 2012).

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

### **Cantidad de agua.**

La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 0.5 hectárea, afectará de manera mínima la capacidad de captación de

agua en la zona donde se ubica el predio de interés. No obstante, los efectos en la captación de agua no serán del todo significativos, dado que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada por el desarrollo urbano. Es por ello que se deben de tomar en consideración que a los alrededores del inmueble de interés se lleva a cabo el uso de suelo urbano y existen todo tipo de desarrollos inherentes a esta naturaleza, por lo que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia ya han sido modificadas previamente al desarrollo del proyecto, sumando que en el sitio del proyecto no se lleva a cabo la captación de agua para consumo humano o animal, ni existen ríos, lagunas ni pozos de extracción.

Para demostrar que no se provocara el deterioro de la calidad del agua y la disminución se empleó la Metodología para el cálculo de la infiltración de agua para el área sujeta a cambio de uso de suelo.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial.

Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de la vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de k, que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "A" que pertenece a los "suelos permeables", y con un uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto en más del 75%". Asimismo, el predio será considerado con un uso de "Bosque, cubierto en más del 75%".

A cada uno de ellos le corresponde un valor k, cuyo valor se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es menor que 0.15

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000}$$

Dónde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15

$$Ce = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Dónde:

Ce = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún es de 1,128 mm anuales.

K = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes:

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;

Zonas Urbanas = 0.26

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

Bosque cubierto más del 75%

$$Ce = 0.07 * \frac{(1128 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.439 = 0.030$$

1) Zonas urbanas%

$$Ce = 0.26 * \frac{(1128 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.439 + 0.0733 = 0.1874$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen anual de escurrimiento natural Millones de metros cúbicos} = \left( \text{Precipitación anual de la cuenca m} \right) * \left( \text{Área de afectación Km}^2 \right) * \left( \text{Coeficiente de escurrimiento} \right)$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

- 1) Bosque cubierto más del 75%

$$\text{VolESC} = 1.128 * 0.01 * 0.030 = 0.0003384 \text{ Mm}^3$$

- 2) Zonas urbanas

$$\text{VolESC} = 1.128 * 0.01 * 0.1874 = 0.002113 \text{ Mm}^3$$

En relación a la infiltración, la norma 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 (km2)  
E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

- 1) Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.0128 - 0.0003384 = 0.0124 = 1.2 \text{ m}^3$$

- 2) Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.0128 - 0.002113 = 0.010687 = 1.06 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, para al cambio de uso de suelo solicitado para el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA" en una superficie de 0.5 hectárea, la infiltración en el sitio disminuirá su captación de agua en un volumen

aproximado de 0.4 m<sup>3</sup> anuales, sin contar la áreas verdes que seguirán cumpliendo su función como áreas permeables. Bajo este supuesto, el proyecto no alterara de manera significativa la captación de agua en la zona. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la cantidad del agua con respecto al predio y de la cuenca.

Respecto a la calidad del agua se ha de señalar que durante el proceso de cambio de uso de suelo para el proyecto, se realizarán distintas actividades que ayudarán a evitar que se pudiera causar el deterioro de la calidad del agua, se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación de las aguas subterráneas que se pudiera causar a través de aguas residuales generadas por los trabajadores de obra, a través de residuos sólidos y líquidos, a través del mantenimiento de los equipos y vehículos, asimismo el agua utilizada durante el proceso se adquirirá a través de pipas de agua. Con todas estas medidas el proyecto garantiza evitar la contaminación del agua. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la calidad y cantidad del agua con respecto al predio y del sistema ambiental.

### **Calidad de agua.**

De acuerdo con este balance hidrológico 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 tanto con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

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

- 3) Se proporcionarán suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, 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.

- 4) 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.
- 5) Se colocarán depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
- 6) Se evitará el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo.

De acuerdo con lo anterior se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo, por lo que llevar a cabo la ejecución del proyecto no afectará la calidad del agua.

#### **XI.4- Protección y recuperación de suelos.**

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial. Se reconoce que los suelos de la Península de Yucatán presentan un nivel de degradación leve en comparación con el resto del territorio nacional. Particularmente, el área del proyecto presenta una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, desarrollada sobre suelos Leptosoles, muy fértiles, con susceptibilidad baja a la erosión a pesar de ser poco profundos (Tello, 2011).

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto "*Taller de Mantenimiento PACSA*", se pretende desarrollar en 0.5 hectárea. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectará a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines urbanos.

Asimismo, para demostrar que la remoción de la vegetación no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplieran un "cierto tipo" de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 0.5 hectárea de terreno urbano.

Con el cambio de uso del suelo en 0.5 hectárea, este proyecto no afectará significativamente los procesos de formación de suelos y la captación del acuífero de la zona. La remoción de la vegetación para este proyecto, originará una erosión que

no es significativa con un valor de 0.4 toneladas/ha/año que es inferior a 10t/ha/año que es el máximo permisible para México.

Por lo tanto, no se generarán procesos de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica, dado que no existen pendientes y gradientes de altitud y corrientes superficiales que ocasionen arrastres de sedimentos.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E): Mario Martínez Méndez (2005).

Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

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

Dónde:

E= Erosión del suelo t/ha/año

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

K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 1,128 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo con el mapa y tabla proporcionada por el autor es:

$$R = 3.7745 (1128) + 0.004540 (1128)^2$$

$$R = 10,034.2 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica que en el caso de la zona de estudio corresponde a suelos con Litosol en clase textural media correspondiendo un valor de K estimado de 0.025

$$K = 0.025$$

La longitud y grado de pendiente se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$LS: (\lambda)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

$$LS: (340)^{0.5} (0.0138 + 0.00965 (5) + 0.00138 (5)^2)$$

LS= 1.75

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = 10,034.2 * 0.025 * 1.75$$

$$E = 438.9 \text{ t/ha/año}$$

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001, (bosque con cobertura vegetal).

$$E = 438.9 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 438.9 * .001$$

$$E = 0.43 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que no se afectará significativamente los procesos de formación de suelos y por ende la captación del acuífero de la zona. La remoción de la vegetación para este proyecto, originará una erosión que no es significativa con un valor de 0.43 toneladas/ha/año que es inferior a 10t/ha/año que es el máximo permisible para México. Bajo este supuesto el proyecto se considera viable. Con base en este parámetro se puede justificar que en el predio no existe erosión potencial por llevarse a cabo el proyecto denominado "Taller de Mantenimiento PACSA".

De esta manera, la formula universal de erosión del suelo indica que se puede generar erosión del suelo en la zona de interés en mínima cantidad, debido a que no existen terrenos accidentados, con pendientes pronunciadas y donde las condiciones climáticas (ausencia o presencia de lluvias, su intensidad y duración) juegan un papel importante en los procesos de erosión. Además de manera por demás importante en la zona no existen ríos ni corriente superficiales que lleguen a causar grandes avenidas durante la temporada lluviosa del año.

Por lo tanto, no se generarán procesos de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica significativos, dado que no existen pendientes y gradientes de altitud y corrientes superficiales que ocasionen arrastres de sedimentos.

Asimismo se tiene contemplado como medida de mitigación la reforestación como parte del enriquecimiento de las áreas verdes que contempla el proyecto con especies nativas, que provendrán de las especies rescatadas, en el que se garantiza al menos el 80% de sobrevivencia como se considera en el Programa de Reforestación anexo al presente estudio

### **XI.5- Captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales.**

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. El proceso de fotosíntesis se realiza en las hojas y otras partes verdes de las plantas.

Las selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de la fotosíntesis, la respiración y la degradación de la materia seca. Este servicio ambiental equilibra la concentración de carbono naturalmente existente con el que se produce con las emisiones de origen humano. El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de éste elemento que se encuentra en suelos y selvas, es decir, la vegetación es vista como "sumideros" (Tipper 2000).

En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón et al. 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger et al. 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> por año/km<sup>2</sup>.

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

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

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de

análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

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

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

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

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

V<sub>r</sub>= Volumen real en m<sup>3</sup>

F<sub>d</sub>= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

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

Cálculo del volumen total en metros cúbicos

Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)

Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0.48 y 0.60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0.45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

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

**Cuadro XI.4.1. Cálculo de Captura de Carbono**

<b>Clasificación</b>	<b>Volumen Total Árbol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Factor de densidad</b>	<b>Factor CO2</b>	<b>Captura de CO2 (t)</b>
Latifoliadas	35.5	0.60	0.45	9.5

El resultado total de 9.5 ton, es la cantidad de carbono que se ha almacenado por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo.

De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto por las 0.5 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 4.75 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, considerando las dimensiones del proyecto y su influencia en la cuenca el impacto será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta.

#### **XI.6- Paisaje y recreación.**

El paisaje es otro de los componentes ambientales que sufrirá cierta alteración con el cambio de uso de suelo se tendrá afectaciones en la belleza escénica en la zona del proyecto, pero los impactos visuales son poco significativos porque el predio forma parte de un ecosistema previamente fragmentado, con modificaciones evidentes de la vegetación natural. Con el desmonte adicional se provoca una disminución de las existencias arbóreas, se impide la sucesión ecológica, se cambiará el entorno por estructuras constructivas y se incrementará la presencia humana.

Si bien este servicio ambiental se modifica, no se pondrá en riesgo el valor paisajístico de la cuenca, ya que la vegetación existente en el predio corresponde a una vegetación secundaria sujeta a una fuerte presión por la expansión urbana, la pendiente topográfica no será afectada y la transparencia atmosférica se mantendrá. El desmonte no provocará afectaciones significativas con relación a las que ya se presentan actualmente en el predio.

Sin embargo, con el desarrollo del proyecto "*Taller de Mantenimiento PACSA*", la estructura urbana de la ciudad de Cancún podrá tener un crecimiento ordenado lo que en su momento ha sido previsto a través del PDU. De esta manera, el sitio en un contexto general quedará insertado como un nuevo escenario, con cualidades propias para la dotación de bienes y servicios a la comunidad, lo cual se considera necesario para poder acrecentar los efectos positivos que se darán sobre el entorno social como resultado de la realización del proyecto.

Desde el punto de vista recreacional, se debe referir que las condiciones de la vegetación no son del todo aptas para este objetivo, ya que se ubican predominantemente dentro de la categoría de vegetación secundaria. Por lo que se encuentra en fase de recuperación de su estructura vegetal horizontal y vertical original. De acuerdo con lo anterior y solo en caso de que el predio no se ubicara dentro de la zona urbana de Cancún, podría esperarse que el ecosistema pudiera alcanzar en cierto tiempo mayor madurez para contribuir como un área de contemplación e inspiración de la naturaleza.

### **XI.7- Mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento de los servicios ambientales restantes.**

En cuanto a los servicios ambientales relacionados con: la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; y la modulación o regulación climática; se considera que no se verán afectados porque como se ha mencionado, este proyecto contempla diferentes mecanismos preventivos que favorecerán el mantenimiento integral de los servicios ambientales, entre los que se encuentran:

- 1) Ejecución de un programa de rescate y reubicación de especies de flora silvestre que favorece la disponibilidad de refugio y alimento para la vida silvestre.
- 2) Implementación de un programa de reforestación con plantas nativas.
- 3) Aplicación de un programa de desmonte direccionado que favorece la movilidad y escape de ejemplares de fauna silvestre.
- 4) Ejecución de un programa de rescate y Ahuyentamiento de especies de fauna silvestre asegurando la permanencia del germoplasma de los individuos presentes en el predio.
- 5) Establecimiento de un sistema eficiente de conexión a la red de drenaje municipal para el tratamiento de aguas residuales.

La superficie solicitada para el cambio de uso de suelo es reducida en comparación con la superficie disponible para el crecimiento urbano de esta ciudad, por lo cual se considera que la afectación a la generación de oxígeno, el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; y la modulación o regulación climática será insignificante en relación con la superficie forestal que se mantendrá como áreas de conservación dentro del territorio municipal (POEL-BJ).

## **XII.- JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

XII.1- Justificación técnica que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo.

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..."

Este Capítulo es un resumen de todo lo evaluado en este Documento Técnico unificado; en algunos casos es repetitivo, y su mayor aportación es debido al desarrollo de la Justificación Técnica, Económica y Social.

De igual forma a manera de Justificación, para la autorización del presente estudio, se exponen de manera breve y concreta los elementos más sobresalientes que fundamentan técnicamente su procedencia que resultan de la información contenida en el mismo:

## XII.2-PARA DEMOSTRAR QUE NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD.

La diversidad biológica, o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio (Magurran,2004)<sup>1</sup>.

Según Moreno (2001)<sup>2</sup> 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 V, la vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 45 especies, de las cuales, las leguminosas son las más abundantes con 7 especies.

---

<sup>1</sup> Magurran, A. E. 2004 Measuring biological diversity. Oxford: Blackwell Science

<sup>2</sup> Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.

1. Zaragoza, 84 pp.

El Índice de Sorensen se habrá de calcular a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A+B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

Dónde:

A: Número de especies en el sitio A: 45

B: Número de especies en el sitio B: 72

C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B

$$QS = \frac{2(45)}{(45 + 72)} \times 100 = 0.55 \times 100 = 55.5 \%$$

El análisis de similitud de Sorensen nos indica que las comunidades vegetales del sistema ambiental y las que se encuentran en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA", presentan una similitud muy parecida, ya que del índice estadístico se obtuvo un número de especies comunes alto siendo este del 55.5% queriendo decir que las 45 especies registradas que se encuentran en el sitio A representado por las especies registradas en la zona sujeta a CUSTF, también se encuentran en el sitio B que corresponde al área de influencia del sistema ambiental

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.

La vegetación del predio donde se ubica el proyecto mantiene especies características que corresponden a una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia; siendo las más representativas las especies arbóreas de rápido crecimiento en el predio, según la caracterización de la vegetación descrita en el capítulo IV.

La equitatividad, se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

La comparación que se presenta en este estudio de la diversidad de las especies tanto en el área sujeta a CUSTF como la del área de influencia del sistema ambiental, según lo que señala el índice de Shannon, en el mismo tipo de vegetación en el sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto), se presenta un índice de diversidad mayor en los tres estratos de referencia arbóreo, arbustivo y herbáceo del sistema ambiental.

El sistema ambiental, presenta una equitatividad más homogénea en los tres estratos, no así en el área sujeta a cambio de uso de suelo, que presenta una equitatividad más heterogénea, esto nos indica que la distribución de individuos por especie en los tres estratos es muy dispersa. Asimismo se puede observar que en el área sujeta a CUSTF existe una diversidad de especies relativamente baja ya que están comprendidos valores desde 0.4 hasta los 2.6 por debajo de 4 que se considera alta. Por su parte, el ecosistema del sistema ambiental presenta una diversidad más rica con valores de 1.6 a 3.4.

**Cuadro XII.1-** Comparativo de riqueza, diversidad y equidad

	Área sujeta a CUSTF			Sistema Ambiental		
	Estrato			Estrato		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Riqueza	8	15	3	5	13	8
Índice H	2.6	2.6	0.4	1.6	3.4	2.5
Equidad	0.9	0.7	0.3	0.7	0.9	0.9

Por lo anterior y dado que el ecosistema en el sistema ambiental como se ha señalado en el cuadro anterior, presenta mayor diversidad que en el área sujeta a CUSTF no compromete la biodiversidad de la flora de manera general.

**Comparativo de Valor de Importancia Relativa**

Para el caso del estrato juvenil, al comparar el Índice de Valor de Importancia por especie se puede observar que tanto en el predio como en el ecosistema del Sistema ambiental presentan una riqueza florística similar en cuanto a que se trata de individuos juveniles de las especies arbóreas características de selva mediana subperennifolia. Sin embargo, es evidente que el sistema ambiental posee una riqueza mayor y sólo tres especies son compartidas. En el caso de las especies que sólo se encontraron en la zona donde se pretende el CUSTF, no representa riesgo pues ninguna se ve comprometida dado que su distribución es muy amplia en el estado y su densidad fue escasa.

**Cuadro XII.2-** Comparación del Valor de importancia relativa para las especies del estrato juveniles.

Nombre científico	Nombre común	SCUSTF	SA
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca		30
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Boob		18
<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	50	36
<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo ó Amate		30
<i>Guettarda combsii</i>	Tasta' ab ó manzanillo		12
<i>Hampea trilobata</i>	Hool, Jool ó majahua		22
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	33	15
<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote		38

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>Metopium brownei</i>	Chechen		30
<i>Nectandra Coriacea</i>	Joochok ché		18
<i>Neea psychotrioides</i>	Ta't si		26
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	55	13
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik		12
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	22	
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	51	
<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	19	
<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	19	
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	55	
<i>Randia aculeata</i>	Pexquitam	25	

Para el caso del estrato arbustivo, se observa que la riqueza de especies registradas en el Sistema ambiental es ligeramente mayor que en el Predio, 12 y 11 respectivamente; y 8 de las especies que se registraron en el predio también se registraron en el ecosistema del Sistema ambiental. Como se aprecia en la tabla el tzalam, destaca en por su alto valor de importancia en la superficie de CUSTF debido a que se trata de la especie más abundante, sin embargo no representa riesgo alguno pues se trata de una especie muy común en la región y muy adaptable a las alteraciones ecológicas, por lo que no habría de que preocuparse por su conservación. Asimismo, el resto de las especies que se registraron únicamente en el predio, también se trata de especies características de selvas medianas y bajas y ninguna se encuentra en riesgo de acuerdo con la NOM-059.

**Cuadro XII.3-** Comparación del Valor de importancia relativa para las especies del estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	SCUSTF	SA
<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	11	29
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caymito de monte		12
<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	11	24
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	41	18
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tsalam	143	89
<i>Metopium brownei</i>	Chechen	9	44
<i>Nectandra Coriacea</i>	Joochok ché	9	18
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	29	15
<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik	18	19
<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxin		12
<i>Lonchocarpus xuul</i>	XUUL		14
<i>Colubrina gregii</i>	Chacnic		11
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	11	
<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	9	
<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo, copo	9	

En el caso del estrato arbóreo se puede observar que al igual que en el caso anterior, la riqueza de especies es notablemente mayor en el Sistema ambiental, 8 contra 3 en el predio, dos de las cuales también se registraron en el Sistema ambiental. Aún y cuando los valores de importancia relativa de las tres especies registradas en el predio fueron notablemente mayores que las registradas en el sistema ambiental, no representa riesgo alguno dado que se trata de especies que presentan una distribución muy amplia en el estado.

**Cuadro XII.4-** Comparación del Valor de importancia relativa para las especies del estrato arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	SCUSTF	SA
Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	31	
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	31	18
Lysiloma latisiliqua	Tzalam	239	53
Bursera simaruba	Chaca		18
Metopium brownei	Chechen		28
Piscidia piscipula	Ja'abin		28
Thevetia gaumeri	Akits		23
Vitex gaumeri	Ya'ax nik		18
Ardisia escallonioides	Zacklobche		18

La diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de diversidad obtenido es notablemente variada. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso, Sin embargo se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves que se registraron únicamente en el predio se encentraban sólo con el propósito de alimentarse y en tránsito.

En el caso de los réptiles; así como en el caso de los mamíferos, la diversidad registrada se considera bajo, el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudios sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Pééfaur, 2000).

Al comparar la riqueza de fauna registrada en el predio con el sistema ambiental se obtiene que 10 especies de 18 registradas en el predio también se encuentran en el sistema ambiental, que de acuerdo con el índice de Sorensen equivale a un 37.0% de similitud, sin considerar la estacionalidad de las especies.

$$QS = \frac{2(10)}{(18 + 36)} \times 100 = 0.37 \times 100 = 37$$

Asimismo, se reporta 1 especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*), a la cual se les debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de este componente.

El número de especies de fauna registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra dentro de la zona urbana, además que el predio se encuentra colindante a vialidades. A continuación se presenta un cuadro comparativo de las especies de fauna silvestre que se registraron en el predio y las registradas en los sitios de referencia del sistema ambiental

**Cuadro XII.5-** Comparativo de grupos de vertebrados

Grupo de vertebrados	Predio	Sistema Ambiental
Anfibios	0	1
Reptiles	4	7
Aves	13	18
Mamíferos	1	10
Total	18	36

De acuerdo con las especies registradas en el predio se observa la presencia de ciertas especies que se caracterizan por pertenecer a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) el zanate (*Quiscalus mexicanus*).

En el predio no existen sitios críticos que merezcan un tratamiento especial; sin embargo, el registro de la Iguana (*Ctenosaura similis*) en el predio, requiere de medidas para evitar su captura, daño o muerte. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto. Además de considerar que estas especies se encuentran ampliamente distribuidas y muy comúnmente reportadas en la región.

Como se ha señalado la superficie solicitada se encuentra dentro de una zona urbana y está fuertemente influenciada por un entorno previamente desmontado y fraccionado y sujeta a fuertes presiones de urbanización, el predio donde se pretende el desplante del proyecto colinda con vialidades que genera una afluencia de vehículos cotidianamente, por lo que es de señalar el proyecto se encuentra inmerso en la zona urbana

### XII.3-PARA DEMOSTRAR QUE NO SE COMPROMETERÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

En lo que se refiere a que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en los capítulos IV y V del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo con esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde a Litosol más Rendzina; así mismo se toma en consideración que el Estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado un erosionabilidad muy escasa.

Una de las principales causas de la pérdida de suelo en los ecosistemas tropicales en general, se debe a la eliminación de la cobertura vegetal. Por lo general, la exposición prolongada de los terrenos desmontados, facilitan el arrastre de las partículas del suelo hacia las partes más bajas. Por la predominancia de terrenos planos y permeables en la porción continental del municipio, es más probable la erosión hídrica vertical de los suelos que permanecen sin cubierta vegetal. De acuerdo con el programa de trabajo de este proyecto el desmonte previsto se restringe a la superficie de ocupación necesaria, donde se ejecutará el despalme y el periodo de exposición del suelo antes del inicio de las actividades establecidas en el cronograma presentado, por lo que no se considera que el riesgo de erosión del suelo sea significativo, sino puntual.

Para demostrar que no se provocará la erosión de los suelos y que este será puntual en el predio del proyecto, con base a los resultados obtenidos por el Método de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo descrito en el capítulo XI del presente estudio, a continuación se presenta los argumentos que justifican los resultados obtenidos sobre la erosión del suelo que se pudiera ocasionar para una superficie de 0.5 hectáreas donde se localiza el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA".

Con base a los resultados obtenidos se puede concluir que no se afectará significativamente los procesos de formación de suelos y por ende la captación del acuífero de la zona. La remoción de la vegetación para este proyecto, originará una erosión que no es significativa con un valor de 0.43 toneladas/ha/año que es inferior a 10t/ha/año que es el máximo permisible para México. Lo que significa que anualmente se perdería 0.2 toneladas /año en el predio, esto es en el supuesto que la superficie estuviera expuesta., sin embargo se tiene la propuesta de realizar las actividades de cambio de uso de suelo en un periodo breve y se construirá rápidamente evitando así la erosión de los suelos, por lo que el factor de erosión de este predio en promedio se reduce aún más.

Al ser inferior a 10 ton/ha/año como se señala anteriormente que es el máximo permisible para nuestro país, la erosión estimada por el desarrollo del proyecto no

es significativa, y por consiguiente, bajo este supuesto el proyecto se considera viable. Con base en este parámetro se puede justificar que en el predio no existe erosión potencial por llevarse a cabo el proyecto denominado "Taller de Mantenimiento PACSA".

De esta manera, la formula universal de erosión del suelo indica que se puede generar erosión del suelo en la zona de interés en mínima cantidad, debido a que no existen terrenos accidentados, con pendientes pronunciadas y donde las condiciones climáticas (ausencia o presencia de lluvias, su intensidad y duración) juegan un papel importante en los procesos de erosión. Además de manera por demás importante en la zona no existen ríos ni corriente superficiales que lleguen a causar grandes avenidas durante la temporada lluviosa del año.

Por lo tanto, no se generarán procesos de pérdida de suelo por erosión eólica o hídrica significativos, dado que no existen pendientes y gradientes de altitud y corrientes superficiales que ocasionen arrastres de sedimentos.

#### XII.4-PARA DEMOSTRAR QUE NO SE PROVOCARA EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN

La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 0.5 hectáreas, afectará de manera mínima la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el predio de interés. No obstante, los efectos en la captación de agua no serán del todo significativos, dado que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada por el desarrollo urbano. Es por ello que se deben de tomar en consideración que a los alrededores del inmueble de interés se lleva a cabo el uso de suelo urbano y existen todo tipo de desarrollos inherentes a esta naturaleza, por lo que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia ya han sido modificadas previamente al desarrollo del proyecto, sumando que en el sitio del proyecto no se lleva a cabo la captación de agua para consumo humano o animal, ni existen ríos, lagunas ni pozos de extracción.

Para demostrar que no se provocara el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación en el capítulo XI, del presente estudio se empleó la Metodología para el cálculo de la infiltración de agua para el área sujeta a cambio de uso de suelo.

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra en el suelo a través de la superficie de la tierra. La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial.

Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de la vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).

De acuerdo con los resultados obtenidos en el capítulo XI, por el cambio de uso de suelo que se pretende para el proyecto "Taller de Mantenimiento PACSA" en una superficie de 0.5 hectáreas, la infiltración en el sitio disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 0.4 m<sup>3</sup> anuales/Ha, es decir, un 33% menos de lo que teóricamente se capta con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, esta pérdida será puntual.

Respecto a la calidad del agua se ha de señalar que durante el proceso de cambio de uso de suelo para el proyecto, se realizarán distintas actividades que ayudarán a evitar que se pudiera causar el deterioro de la calidad del agua, en referencia a lo señalado en el capítulo XI del apartado de Calidad y Cantidad de Agua, se tendrá especial cuidado en evitar la contaminación de las aguas subterráneas que se pudiera causar a través de aguas residuales generadas por los trabajadores de obra, a través de residuos sólidos y líquidos, a través del mantenimiento de los equipos y vehículos, asimismo el agua utilizada durante el proceso se adquirirá a través de pipas de agua. Con todas estas medidas el proyecto garantiza evitar la contaminación del agua. La información generada permite concluir que la ejecución del proyecto no comprometerá la calidad y cantidad del agua con respecto al predio y del sistema ambiental.

#### XII.5-EL USO ALTERNATIVO PROPUESTO SERÁ MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO

Es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de la región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 25 empleos permanentes y se estima la generación de aproximadamente 100 empleos indirectos temporales durante la fase de construcción. El proyecto tendrá una inversión cercana a los 2.5 millones de pesos para las obras de urbanización y edificación de la bodega, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda el estado, ya que activará múltiples cadenas de la economía.

La mayor parte del predio en donde se desarrollará el proyecto, colinda con vialidades y muy cercana a la carretera principal, rodeado por áreas urbanas. Esto ocasiona que la vegetación secundaria registrada en éste estudio carezca de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que

permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto.

Mientras que los resultados de la valoración de los recursos forestales maderables estimada para la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto arroja un total de \$61,374 pesos M.N. considerando una contribución parcial de al menos 15 especies arbóreas y arbustivas. Un estimado de \$41,964 por madera para triturado y/o producción de carbón, por el aprovechamiento de los potenciales productos forestales no maderables considerando las plantas ornamentales se obtiene una estimación de \$ 12,950 pesos. Mientras que por la tierra de monte que se pudiera obtener para la superficie propuesta estima un valor de \$ 6,000 pesos, por último el valor de la fauna silvestre se estimó en \$ 460 pesos.

**Cuadro XII.6.** Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales

Recurso forestal	Valor total en pesos (\$)
Triturado y/o Carbón vegetal	41,964.00
plantas de ornato	12,950.00
Tierra vegetal	6,000.00
Fauna	460.00
Total	\$61,374.00

Por lo tanto se puede considerar como un indicador el valor total estimado de los recursos biológico forestales para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos descrito con anterioridad, tomando como base el uso potencial (forestal) que presenta el predio, incluyendo la derrama económica por la venta de productos o servicios forestales por lo que se obtiene un valor global de \$61,374.00 pesos (Son sesenta y un mil trescientos setenta y cuatro pesos 00/100 M.N.).

Al considerar que la valoración económica de los recursos forestales resulta significativamente menor al monto total de inversión para este proyecto, este análisis demuestra que el uso que se propone para este proyecto representa mayores beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo que los que proporciona el área forestal que se pretende afectar, basados en los resultados de la evaluación ambiental y socio-económica.

Este predio en donde se desarrollará el proyecto, forma parte de la zona urbana de la ciudad de Cancún, con uso urbano, colinda con vialidades en operación, y está cerca de otras áreas ocupadas por diversas actividades comerciales y viviendas habitadas. Por los efectos de perturbaciones recurrentes la vegetación secundaria presente se encuentra en un proceso de degradación, carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y aunque contiene

recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar este proyecto.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de 2.5 millones de pesos (Dos Millones Quinientos Mil pesos 00/100 M.N.) del nuevo uso que se propone para el proyecto contra la derrama económica por la venta de los recursos forestales que presenta el predio de aproximadamente de \$61,374.00 pesos (Son sesenta y un mil trescientos setenta y cuatro pesos 00/100 M.N), no tiene comparación. La segunda no tiene el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más conveniente que el del uso forestal de la cual no se encuentra permitido desarrollar esta actividad en la zona.

La inversión calculada para este proyecto, no sólo incluye el punto de vista económico, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que el proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación del territorio, se realice con pleno respeto a la normativa vigente.

Dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos. Por lo que se considera que el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos serán más productivos a largo plazo, es admisible.

## XII.6 FACTORES SOCIOECONÓMICOS

El sitio donde se pretende ejecutar el cambio de uso del suelo corresponde a un lote urbano para Industria ligera, cuya condición es baldío en este momento. Estas características constituyen elementos técnicos de gran importancia.

Por la ubicación del predio aplican instrumentos de planeación urbana y ambiental con los cuales el proyecto es totalmente compatible, por lo que no existen conflictos en materia de desarrollo urbano. De acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de Cancún (Actualización 2014), corresponde al predio un uso de suelo para Industria ligera; y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez lo ubica en la unidad de gestión ambiental 21, denominada "Zona Urbana de Cancún", la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento sustentable" y los usos de suelo que establece el programa de desarrollo urbano vigente.

No hay que perder de vista que los instrumentos de planeación urbana y ambiental, en su respectiva zonificación de usos del suelo y lineamientos de aprovechamiento, ya han considerado la "pérdida" de una cierta superficie que se destinará al aprovechamiento urbano y han definido zonas de conservación de áreas naturales en las que se compensa dicha "pérdida". Al definir zonas para aprovechamiento y uso urbano y designar áreas para su crecimiento y uso controlado, contribuyen a salvaguardar áreas naturales sensibles y de mayor importancia, por lo que propician el desarrollo sustentable orientado a mejorar el nivel de vida de la población.

La sustentabilidad urbana hace referencia a las condiciones de integración y articulación de proyectos que permiten la funcionalidad de la ciudad, lo que a su vez refleja y determina la calidad de vida de sus habitantes, ya que está estrechamente relacionada con los riesgos para el medio ambiente y la salud de sus pobladores. Esa funcionalidad se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano, como la dotación y calidad de servicios públicos básicos, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos y un ambiente limpio y sano.

Como el proyecto se ajusta a plenitud a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se pretenden no rebasa los umbrales de aprovechamiento previstos y estimados para el aprovechamiento sustentable de la ciudad de Cancún y el Municipio Benito Juárez y por ende el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que éste es viable.

**XIII.- DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y, EN SU CASO, DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.**

**XIII.1.- Promotor del proyecto:**

INMOBILIARIA PLURISERVICIOS, S.A. DE CV.

**C. DIETER HELMUTH REINARTZ PLESS**  
REPRESENTANTE LEGAL

**XIII.2.- RESPONSABLE TÉCNICO:**

Biosilva, A. C.

Registro Forestal Nacional Libro Quintana Roo. Tipo VM  
Inscripción Volumen 1, Número 2, Año 12.

Participantes:

M. en C. Reyna Alejandra Gil Hernández	Coordinadora
Ing. Tonatiuh Gastón Flores Balderas	Colaborador
Biól. Miguel Ángel Marmolejo Monsivaís	Colaborador

**XIII.3.- Responsable de dirigir la ejecución:**

Participantes:

Ing. Tonatiuh Gastón Flores Balderas	Coordinador
M. en C. Reyna Alejandra Gil Hernández	Colaboradora

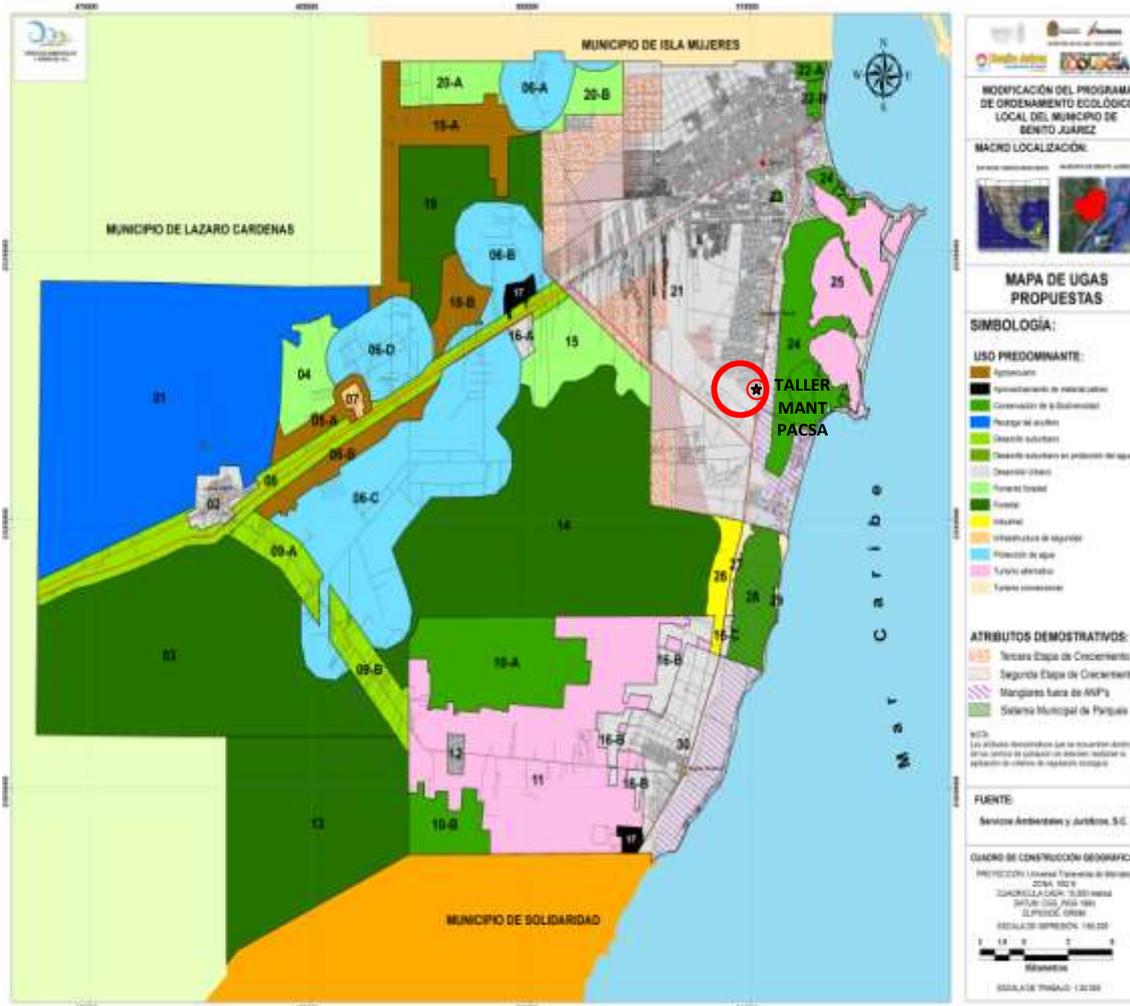
#### **XIV.- VINCULACIÓN Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DE SUELO.**

Este capítulo trata la identificación de los diferentes instrumentos de planeación y política ambiental aplicables al proyecto, al respecto se analiza la congruencia de éstos con el estudio, lo cual se presenta a continuación.

#### **XIV.1. Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)**

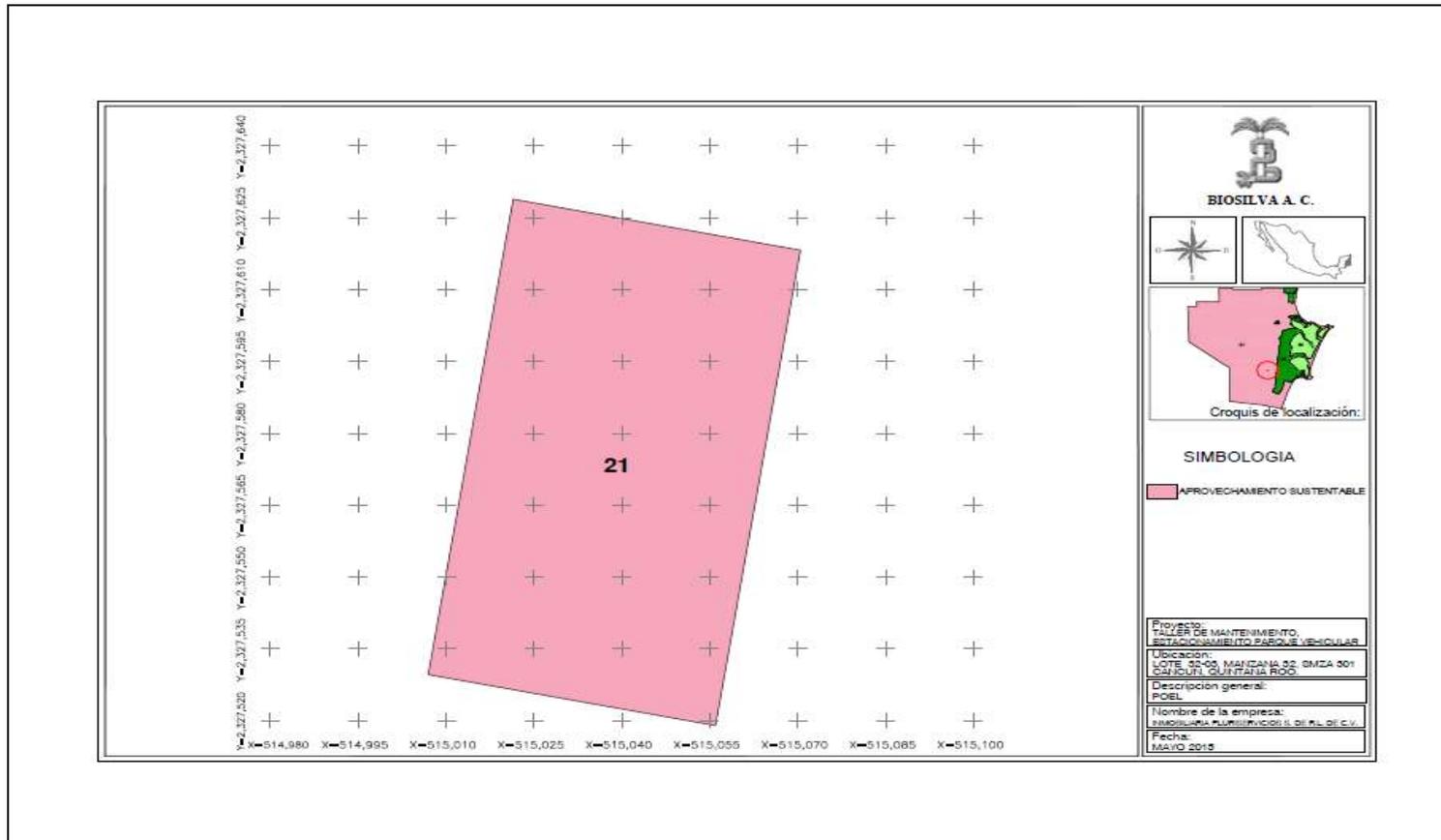
##### **Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.**

De acuerdo con la Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, Tomo I, No. 19 Extraordinario, el día 27 de febrero del año 2014, el predio se ubica en la "UGA 21", denominada Zona Urbana de Cancún. **Umbrales de aprovechamiento:** \*Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente. **Usos Compatibles:** Desarrollo urbano y los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. **Usos Incompatibles:** Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente. **Modalidades de Actividades Productivas Reguladas:** Desarrollos turísticos, Equipamiento turístico, Ecoturismo, Aprovechamiento de recursos forestales no maderables, Silvicultura, UMAs Modalidad Intensiva, UMAs Modalidad Vida Libre, Líneas de conducción y distribución, Pozos de extracción privados, Área protegida, Conservación de la biodiversidad, Recarga del acuífero, Protección del agua, Concretaras y trituradoras, almacenaje y exposición, Bancos de material pétreo y Rehabilitación de bancos.



**Figura XIV.1** Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Ubicación del predio del proyecto

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo



**Figura XIV.2** Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Ubicación del predio del proyecto en la UGA 21.

**Criterios de Delimitación:** Esta UGA se delimitó con base a la poligonal propuesta para el Centro de Población de Cancún en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (PMDUS), establecido en la gaceta municipal y en proceso de publicación en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

Usos	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Desarrollo urbano	URB	01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55.
Actividades Productivas	Clave	Criterios de Regulación Ecológica
Turismo convencional	TUC	01 02 03 04 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 25 26 27 28 30 31 32 33 35 36 37 40 41 42
Turismo alternativo	TUA	02 03 09 10 11 12 13 14 15 22 23 24 25 28 29 30 31 32
Forestal	FOR	01 12 18 19 20 21 28 29 30 31 34 35
Conservación de la biodiversidad	COB	02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12
Industria ligera.	INL	04 05 06 07 08 10 11 12 13
Aprovechamiento de material Pétreo.	AMP	01 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

CRITERIO	CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN URBANA	COMENTARIO
<b>Recurso Agua.</b>		
<b>URB-01</b>	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las	El proyecto considera la instalación de un sistema para el tratamiento de aguas residuales Biodigestor clarificador con capacidad de 1,300 litros, ya que en la zona no existe red de drenaje sanitario.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	
<b>URB-02</b>	Sólo en aquellos casos excepcionales en que las condiciones socioeconómicas y topográficas lo justifiquen, podrá el municipio autorizar el empleo de biodigestores para que en los domicilios particulares se realice un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente y deberán contar con certificación ambiental.	Estos sistemas de Biodigestores clarificadores, han demostrado ser sistemas de tratamiento eficientes y equipos certificados para el tratamiento de aguas negras cuando los volúmenes son bajos como es el caso del Taller de mantenimiento vehicular de la empresa.
<b>URB-03</b>	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio.	En la zona no existe Servicio de Drenaje Sanitario
<b>URB-04</b>	Con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos sólidos municipales, así como su capacidad de contaminación, se deberán implementar sistemas para su separación, reuso y reciclaje.	Se contempla la separación de Residuos Sólidos que se generen en el proyecto, así como obtener los registros correspondientes a nivel estatal para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos a través de un Programa de manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial
<b>URB-05</b>	Los sistemas de producción agrícola que se establezcan deben reducir la pérdida del agua de riego, disminuir la erosión del suelo, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	No aplica, se trata de un Taller de mantenimiento vehicular
<b>URB-06</b>	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos provenientes de agua de subsuelo, agroquímicos, aguas residuales tratadas y los que representen una fuente potencial de contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos, deberán desarrollar durante las etapas de construcción y operación un programa de monitoreo estacional y periódico de calidad del agua, con el fin que se cumpla con	Al no existir Red de Dre.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	los límites máximos permitidos por la norma oficial mexicana aplicable o disposición jurídica vigente. Este programa deberá ser autorizado en materia de impacto ambiental y los resultados obtenidos de los análisis deberán presentarse a la Comisión Nacional del Agua con copia a los Comités Técnico y Ejecutivo responsables de la Bitácora Ambiental para la incorporación de la información a este instrumento.	
<b>URB-07</b>	Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán observar que no existe riesgo de contaminación por el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos, conforme a la normatividad vigente en la materia.	El proyecto no corresponde a un campo deportivo y/o Golf, pero en las áreas de jardines se tendrá cuidado de usar agroquímicos autorizados en el catalogo de productos CICOPLAFEST
<b>URB-08</b>	El aprovechamiento del agua para usos urbanos, deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.	No aplica. La zona cuenta con Red de Agua Potable
<b>URB-09</b>	Los proyectos que usen los cuerpos de agua, deberán establecer un programa de monitoreo y seguimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes en los cuerpos de agua, con base en las normas oficiales mexicanas aplicables, y estableciendo los programas de prevención y restauración conducentes.	No aplica. La zona cuenta con Red de Agua Potable y el proyecto estará conectado a dicho servicios.
<b>URB-10</b>	Deberá evitarse la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	Debido a que no existe Red de Drenaje en la zona, el promovente instalará un Biodigestor Clarificador que permitirá tratar las aguas residuales a través de procesos bacterianos y el efluente resultante servirá para el riego de las áreas verdes colindantes
<b>URB-11</b>	En las zonas urbanas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y	El proyecto considera áreas jardinadas que incorporan especies nativas

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	arbustivos de especies nativas.	
<b>URB-12</b>	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos, así como palmas nativas por lo menos dentro de un radio de 0,5 km de distancia de cada habitante (Acuerdo de la Cumbre de Alcaldes, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, 2005).	El proyecto contempla espacios para áreas jardinadas y un área verde de conservación que equivale al 10% de la superficie del predio, con un ancho de dos metros en todo el contorno del predio, que servirá de barrera visual, contra ruido y contribuir al microclima del taller.
<b>URB-13</b>	El equipamiento de las áreas verdes de uso público debe considerar la capacidad de infiltración y escurrimientos de la zona, para la adecuada recarga del acuífero. El equipamiento contemplado deberá ser acorde con los objetivos de creación y funcionamiento del área verde o parque municipal.	No aplica se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular
<b>URB-14</b>	Los cenotes y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	No aplica se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera.
<b>URB-15</b>	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar un doble sistema hidráulico (de agua residual y de aguas jabonosas), o bien, el uso de tecnologías que aseguren el ahorro y eficientización del agua.	El proyecto contempla el uso de tecnología que asegura el ahorro de agua en llaves de lavabo, sanitarios y en el área del taller
<b>URB-16</b>	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	
<b>URB-17</b>	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	Las aguas pluviales, serán canalizadas y descargadas a 2 pozos de absorción que cumplirán con las características señaladas por la Comisión Nacional del Agua y que se detallan en el Plano anexo PLUV -01.
<b>URB-18</b>	Los crematorios deberán ejecutar un programa de monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	No aplica se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-19</b>	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>Recurso Suelo y subsuelo</b>		
<b>URB-20</b>	Para que los cambios de uso de suelo en terrenos forestales generen beneficios para el crecimiento planificado de la mancha urbana, se deberá garantizar el abasto de agua potable, el manejo y disposición final de los RSU, el sistema de drenaje y alcantarillado municipal, así como la presencia de áreas verdes accesibles para la población proyectada.	El proyecto se ubica en una zona destinada a Industria Ligera, que cuenta con POEL y PDU, por lo que en los proyectos se contempla la introducción de servicios Y conexión a los ya existentes en la zona como agua potable, energía eléctrica, telefonía, colecta de residuos sólidos por el ayuntamiento, a excepción de la Red de drenaje sanitario que no existe y por lo cual se usará un Biodigestor clarificador.
<b>URB-21</b>	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua. Estos estudios	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto.	
<b>URB-22</b>	No se permite modificar o alterar físicamente cenotes y cavernas.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-23</b>	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-24</b>	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-25</b>	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-26</b>	Para proteger el suelo y subsuelo contra los efectos de la degradación que ocasiona la agricultura extensiva en suelos cársticos, las actividades agrícolas únicamente podrán realizarse a través de sistemas de producción intensivos, y deberán prever la aplicación de medidas de remediación que contrarresten la degradación del suelo y subsuelo aprovechado por las actividades	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	derivadas de este uso, mismas que serán congruentes con la magnitud de los daños generados.	
<b>URB-27</b>	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a los artículos 38 y 39 de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos del estado de Quintana Roo; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	Se considera la elaboración de un Plan de manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial para el proyecto
<b>URB-28</b>	En la determinación de las áreas para el crecimiento (reservas urbanas), se fomentará a través del instrumento normativo urbano, la mezcla de los usos habitacionales con los productivos que no representen riesgos o daños a la salud de la población y se evitará que se afecten áreas con alto valor ambiental.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-29</b>	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento respectivo, por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con superficie total mínima de 5,000 metros cuadrados. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento, de conformidad a las características que en su momento establezca las autoridades competentes en la materia.	No aplica , se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-30</b>	En la determinación de áreas para actividades altamente riesgosas, se establecerán las zonas intermedias de salvaguarda en las que no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en	No aplica , se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	riesgo a la población.	
<b>URB-31</b>	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, la planeación urbana debe incluir 12 m <sup>2</sup> de área verde por habitante como mínimo, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud así como también reunir en uno o dos sitios las áreas verdes de un fraccionamiento a fin de evitar que las áreas verdes estén fraccionadas o esparcidas en diversas áreas mínimas dentro de un fraccionamiento y que no cumplen con la función que se pretende de ellas.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera. Sin embargo, se dejarán 822 M <sup>2</sup> , de áreas verdes de conservación y jardines que servirán de amortiguamiento entre los lotes y para mantener el microclima en la zona, entre otros beneficios.
<b>URB-32</b>	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 10% del total de la superficie cada una de ellas.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-33</b>	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro de las sascaberas abandonadas y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-34</b>	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados, deberán disponerse en la	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	forma indicada por la autoridad competente en la materia.	
<b>Recurso Flora y Fauna</b>		
<b>URB-35</b>	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	No aplica, el predio no se ubica en una zona inundable
<b>URB-36</b>	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, se deberán conformar barreras naturales que impidan la dispersión de plagas y enfermedades agrícolas; para ello se recomienda proteger y mantener franjas de cuando menos 15 m de ancho con vegetación de selva en los bordes perimetrales de las parcelas cultivadas y/o de los desarrollos ecoturísticos.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-37</b>	Sólo se permite el aprovechamiento de flora y fauna silvestre conforme a lo establecido en la normatividad vigente en la materia.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-38</b>	Se establecerán y manejarán en forma prioritaria las áreas de conservación ecológica en torno a los asentamientos humanos, pudiendo incorporarse a la imagen urbana como parques municipales.	No aplica, es competencia de la autoridad
<b>URB-39</b>	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles mayores de 15 cm de DAP.	No aplica, es competencia de la autoridad
<b>URB-40</b>	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	No aplica, es competencia de la autoridad

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>URB-41</b>	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	En el programa de Reforestación anexo, se plantea la resiembra de los individuos rescatados en las áreas verdes y jardines del proyecto
<b>URB-42</b>	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se contempla introducir o liberar fauna exótica
<b>URB-43</b>	En las reservas urbanas, el aprovechamiento forestal deberá sujetarse a lo establecido en la normatividad vigente que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad, ocasionados por el cambio de uso de suelo de terrenos forestales.	No aplica, es competencia de la autoridad
<b>URB-44</b>	El aprovechamiento forestal en zonas de reserva urbana deberá sujetarse a lo establecido en la normatividad vigente respecto al manejo de flora y fauna silvestre, en la que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal.	No aplica se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-45</b>	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente	No aplica, no hay manglar en el predio, aunado que es competencia de la autoridad su regulación
<b>URB-46</b>	En la determinación de los usos de suelo de la segunda y tercera etapa de reserva urbana, se buscará lograr una diversidad y eficacia de los	No aplica, es competencia de la autoridad

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	mismos y se evitará el desarrollo de esquemas segregados o unifuncionales.	
<b>URB-47</b>	La incorporación de las reservas urbanas por la expansión de la mancha urbana deberá contar con el dictamen aprobatorio del Comité de Desarrollo Urbano y Vivienda del Municipio Benito Juárez, y estará sujeta a los estudios técnicos urbanos que demuestren que se ha alcanzado un 85% del nivel de saturación del Centro de Población y por lo tanto existe la necesidad de incrementar la superficie urbanizable.	No aplica, es competencia de la autoridad
<b>URB-48</b>	En los proyectos comerciales, las áreas verdes del estacionamiento deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento, salvo estacionamientos subterráneos y techados.	Colindante a los estacionamientos se ha dejado una franja de aproximadamente 2 metros de ancho y en todo el contorno del predio, con la vegetación existente en el predio, aunado a que las especies rescatadas se resembraran en esta franja y donde la autoridad lo indique. Lo que significa más de un árbol por estacionamiento.
<b>Recurso Paisaje</b>		
<b>URB-49</b>	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera
<b>URB-50</b>	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	No aplica, se trata de un proyecto particular de Taller de Mantenimiento Vehicular en una zona de Industria Ligera.
<b>URB-51</b>	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera	Se contempla el rescate de flora nativa de las zonas a desarrollar y la vegetación obtenida se regresará al sitio con la reforestación de jardines

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

	prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	
<b>URB-52</b>	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	No aplica, el material de concreto a utilizar se adquirirá de empresas autorizadas
<b>URB-53</b>	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	No aplica, no colinda con una Zona Federal Marítimo Terrestre
<b>URB-54</b>	Mantener las condiciones libres de obstáculos visuales del paisaje en los cuerpos de agua relevantes.	No aplica, no hay cuerpos de agua cercanos al proyecto
<b>URB-55</b>	Se propicia que los bancos de material, en sus etapas de abandono sean incorporados al sistema municipal de parques, bajo un proceso de rehabilitación.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.

**CRITERIOS GENERALES.**

<b>CRITERIO GENERAL</b>	<b>CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL</b>	<b>COMENTARIOS</b>
<b>CG-01</b>	Los proyectos deberán incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.	Entre las acciones consideradas para el ahorro de agua se contempla el riego muy temprano o por la tarde para disminuir la evaporación. Se considera el uso de aspersores para el riego de una mayor superficie. Para evitar la contaminación del manto freático se realizarán revisiones periódicas a la red de agua potable
<b>CG-02</b>	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables al suelo, cuerpos de agua y/o mar, estos deberán ser dispuestos en donde la autoridad competente lo determine.	No se pretende hacer uso de hidrocarburos o productos químicos no biodegradables en el proyecto, sin embargo, se tendrá cuidado con la forma de proporcionar combustible a la maquinaria y equipo
<b>CG-03</b>	Los proyectos que en su fase operativa involucren el uso de agroquímicos deberán incluir un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar y prevenir la contaminación del recurso.	No se considera el uso de agroquímicos no biodegradables durante la operación del proyecto, y en caso de haber alguna plaga en los jardines, se utilizarán los productos del catalogo de CICOPLAFEST
<b>CG-04</b>	Los proyectos que generen aguas residuales, deberán disponerlas a través del sistema de drenaje municipal o bien a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable; estas aguas no deberán canalizarse a pozos de absorción de agua pluvial.	Las aguas residuales serán canalizadas a un biodigestor clarificador que ha demostrado que el proceso bacteriano que se lleva a cabo es muy eficiente y para hacerlo más eficiente, se tendrá en cuenta el agregar enzimas para acelerar los procesos de desintegración de materia
<b>CG-05</b>	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Se considera independiente el drenaje sanitario y el drenaje pluvial ver planos anexos

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-06</b>	En el tratamiento de plagas y enfermedades deben manejarse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y estrictamente publicados en el catalogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En el caso de requerir el control de plagas o enfermedades se usarán productos del catalogo vigente de la Comisión Intersecretarial para el Control de Procesos y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST)
<b>CG-07</b>	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	El material que se genere de la obra, será canalizado a sitios donde la autoridad lo establezca
<b>CG-08</b>	La totalidad de los nuevos desarrollos deben contar con un sistema óptimo de tratamiento de aguas residuales, una gestión integral de los residuos sólidos y una reducción del consumo del recurso energético implementando sistemas alternativos.	.No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG-09</b>	Las plantas de tratamiento de agua residuales deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos y contarán con un programa operativo que considere la desactivación y disposición final de los lodos, en apego a la NOM-004-SEMARNAT-2002 y/o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU. Y cuenta con un biodigestor clarificador para el tratamiento de sus aguas.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-10</b>	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG-11</b>	Solo se permite el traspaso de superficies de desmonte de una unidad de gestión ambiental a otra siempre y cuando este traspaso sea de una unidad de preservación y/o protección, hacia otras de conservación y/o aprovechamiento sustentable, debiendo inscribir en el Registro Público de la Propiedad y el Comercio, como área de conservación AD PERPETUM, el predio que otorgó la superficie de aprovechamiento trasladada.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG-12</b>	La superficie de desmonte y/o aprovechamiento que se autorice en cada predio, deberá aplicar el principio de equidad y proporcionalidad con respecto al porcentaje de aprovechamiento de la unidad de gestión ambiental y del uso compatible.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG- 13</b>	Los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: a) Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. b) Incluir un área específica y delimitada para la elaboración y consumo de alimentos. c) Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados. d) Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos peligrosos.	Se contará con una letrina por cada 20 trabajadores. El proyecto contemplará una área específica para la elaboración y consumo de alimentos. Se asignará un área para la colocación de residuos sólidos, que sea accesible para su retiro por parte de vehículos rentados.
<b>CG-14</b>	Para el aprovechamiento de predios en los que se encuentren vestigios arqueológicos deberá contarse con autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia.	No aplica. El predio no cuenta con vestigios arqueológicos

Promovente: INMOBILIARIA PLURISERVICIOS, S. DE R.L. DE CV.

Consultor: Biosilva, A. C

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-15</b>	Los cambios de uso de suelo y las actividades productivas autorizadas por la autoridad ambiental competentes que sean incompatibles con los usos asignados, conservan sus derechos adquiridos y se mantienen dentro de su ocupación actual.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG-16</b>	Los sitios de importancia ecológica se deberán mantener en condiciones naturales, en caso de que formen parte de un proyecto estos sitios se deberán integrar a las áreas de conservación; si forman parte de la superficie de aprovechamiento, deberán mantener una franja perimetral de amortiguamiento de cuando menos 10 metros de ancho constituida por vegetación arbórea.	La vegetación existente en el predio no corresponde a un ecosistema excepcional o único, sino a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia
<b>CG-17</b>	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse. En la superficie restante del predio que queda fuera del porcentaje de desmonte establecido para la unidad de gestión ambiental, debe ejecutarse un programa de reforestación con especies nativas.	No aplica, en el predio existe vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y el presente estudio es con el fin de obtener por excepción El Cambio de Uso de Suelo Forestal, para un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU.
<b>CG-18</b>	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un Programa de rescate de flora y fauna conforme con las especificaciones de las reglas de operación (considerandos) de este ordenamiento.	Se considera el rescate de flora y fauna del predio a desarrollar, después de obtener la autorización correspondiente

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-19</b>	En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas o con vegetación secundaria u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.	La cubierta vegetal de todo el predio corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia
<b>CG-20</b>	En todas las actividades productivas que contemplen desmonte y despalme, se debe ejecutar un programa de reforestación con especies nativas en las zonas de conservación dentro del mismo predio y en las zonas consideradas y designadas por la autoridad competente en la materia como áreas para el pago de servicios ambientales	Se contempla la reforestación de las áreas jardinadas con plantas nativas
<b>CG-21</b>	La introducción y manejo de palma de coco debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	En caso de considerar palmas de coco para la reforestación de áreas verdes se considerará la variedad de "coco enano malayo", resistente al amarillamiento letal
<b>CG-22</b>	No se permite el uso del fuego en las actividades de chapeo y desmonte, con excepción de aquellas que establezca la Ley de Quemados y prevención de incendios forestales del Estado de Quintana Roo.	Se considera este criterio y se establecerá en la obra la prohibición de quema de cualquier material
<b>CG-23</b>	En las áreas naturales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Se considera este criterio, sin embargo, durante el recorrido en el predio no se observaron especies exóticas

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-29</b>	No se permite el establecimiento en el territorio municipal de las siguientes ramas industriales: Refinación de petróleo, Industria básica del hierro y del acero, Petroquímica básica, Fabricación de productos químicos, Manufactura de celulosa, papel y sus productos, Fabricación de productos metálicos (acabados metálicos), Industria farmacéutica, Industria de las fibras artificiales y/o sintéticas, Industria del coque.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-30</b>	Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal. Estos deberán ser dispuestos conforme lo establezca la autoridad competente, cumpliendo con lo establecido en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 y/o la Norma Oficial Mexicana que la sustituya.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-31</b>	Los rastros municipales deberán contar con programas autorizados para el tratamiento y disposición de los restos orgánicos y demás residuos sólidos y líquidos que se generen en su operación.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-32</b>	Los rastros municipales deberán ubicarse en las zonas industriales designadas por el PDU vigente.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-33</b>	El derecho de vía de los tendidos de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-34</b>	La instalación de infraestructura preferentemente debe ser oculta y sobre el derecho de vía de los caminos, con la finalidad de evitar afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	La zona cuenta con PDU y se considera servicios ocultos sobre todo el eléctrico en la zona.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

---

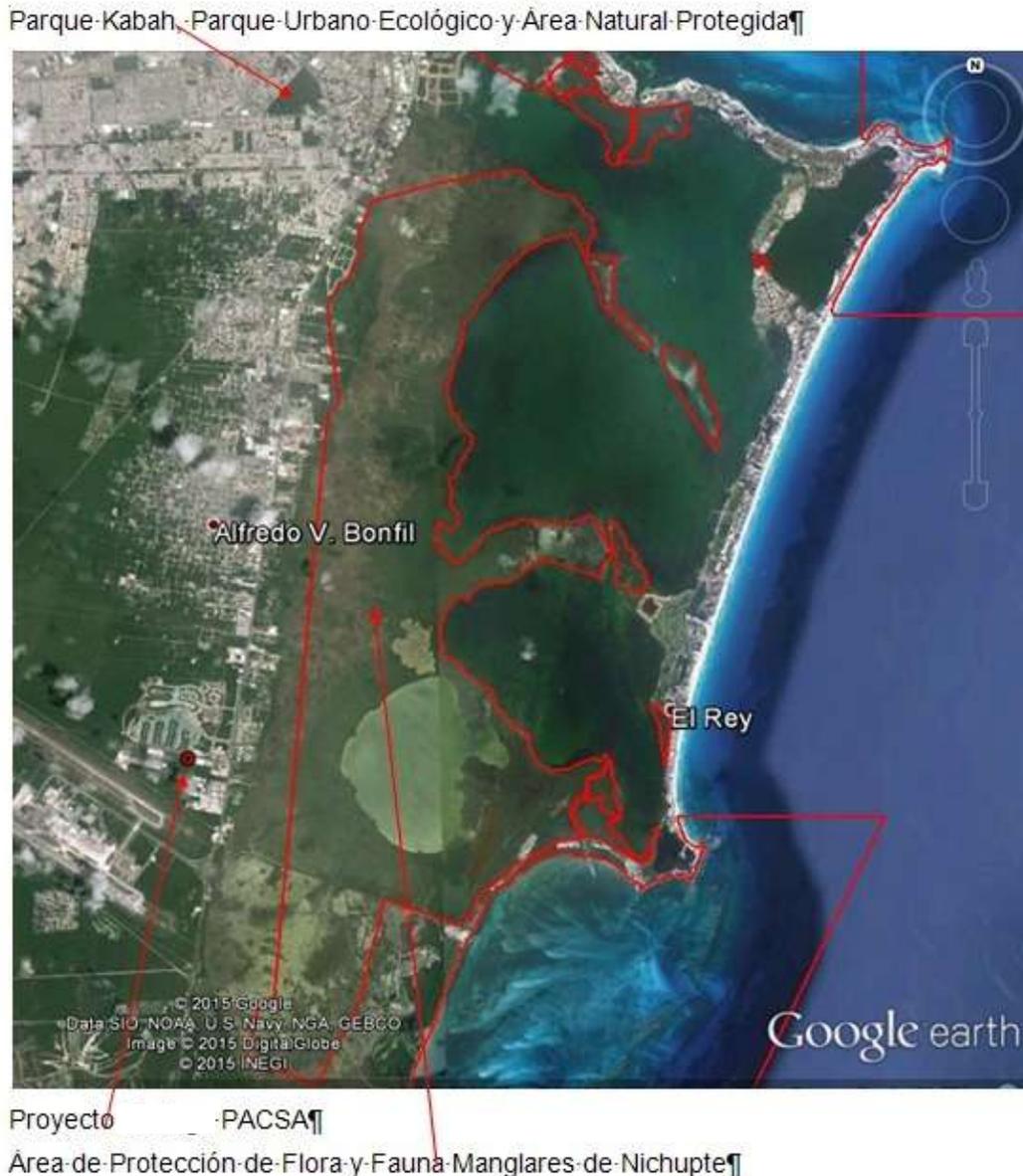
<b>CH-35</b>	La presencia de anuncios espectaculares deberá ubicarse sobre vialidades principales, en distancias en no menos de 1 km, con alturas que no deberán ser mayores al dosel de la vegetación y deberán ser removibles ante la presencia de fenómenos meteorológicos, acatando las disposiciones establecidas en el Reglamento de Imagen Urbana municipal, así como el Reglamento de Anuncios municipal.	No se contemplan anuncios espectaculares en la obra, pero de colocar alguno, se cumplirá con el presente criterio.
<b>CG-36</b>	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica y comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje.	En el proyecto considera servicios ocultos sobre todo la red de alumbrado público.
<b>CG-37</b>	No se permite el uso del fuego para la disposición final de residuos sólidos urbanos.	Estará prohibido el uso de fuego en la obra, se colocarán letreros alusivos al tema.
<b>CG-38</b>	La disposición final de residuos sólidos urbanos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición de residuos sólidos será en el relleno sanitario
<b>CG-39</b>	Todos los proyectos deberán considerar áreas específicas para el acopio temporal de los desechos; en el caso de recibir el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	Se destinará un área específica dentro del proyecto para acopiar los residuos sólidos y será un sitio accesible para su recoja.
<b>CG-40</b>	Todos los centros de población deberán considerar un sitio de disposición final de RSU en la modalidad de Parques de Tecnologías, adecuados para su capacidad futura de generación, en proyecciones de al menos 15 años.	No aplica. Es competencia de la autoridad el elegir un sitio para la disposición final de residuos.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<b>CG-41</b>	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	No aplica. Es competencia de la autoridad el elegir un sitio para la disposición final de residuos, así como el contar con un banco de material pétreo como complemento.
<b>CG-42</b>	Los sitios de disposición final de RSU deberán considerar una franja perimetral arbórea de al menos 10 metros, en cumplimiento de la normatividad vigente.	No aplica. Es competencia de la autoridad el elegir un sitio para la disposición final de residuos y sus características.
<b>CG-43</b>	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	No aplica es un proyecto de Industria Ligera en una zona con POEL y PDU
<b>CG-44</b>	La disposición final de los materiales de despalme de los proyectos sólo se podrá efectuar en los sitios que determinen las autoridades competentes en la materia.	Se estará pendiente de las indicaciones de la autoridad competente para saber qué hacer con el material picado producto del desmonte del predio.
<b>CG-45</b>	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Se adquirirá el material pétreo y sus derivados de bancos autorizados
<b>CG-46</b>	El despalme y/o la remoción del suelo sólo se permiten en el área de desmonte autorizada.	Se cumplirá con este criterio
<b>CG-47</b>	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	Este criterio no aplica para el proyecto, sin embargo, las áreas a reforestar se utilizarán plantas nativas y herbáceas que limiten los procesos de erosión.

#### XIV.2 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

El predio no se ubica cerca de ninguna área natural protegida. Al Oriente del predio, aproximadamente 2.4 kilómetros se ubica el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupte; y al norte a 10.5 kilómetros se ubica el Parque Kabah, Parque Urbano Ecológico y Área Natural Protegida Estatal. Ninguna de las dos áreas cuenta con Programa de Conservación o Manejo Figura XIV.3.



**Figura XIV.3.-** Ubicación del predio con relación al área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupte y Parque Kabah, Parque Urbano Ecológico y Área Natural Protegida

#### XIV.3. Normas Oficiales Mexicanas

**Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010** Que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre, terrestre y acuática, en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Publicada en el diario oficial de la federación el 10 de Diciembre del 2010.

**Comentario:** La aplicación de esta norma al proyecto, se debe a la existencia de plántulas e individuos adultos de palma chit (*Thrinax radiata*), y palma Nacax (*Coccothrinax readii*), enlistada como especie amenazada.

Para brindar protección a las mencionadas especies, se tiene contemplado realizar un rescate de vegetación previo al inicio de las obras en la superficie para el cambio de uso de suelo. En lo concerniente a la fauna se prohibirá a los trabajadores durante la etapa de preparación del sitio, capturar, cazar, molestar, dañar o matar a cualquier especie animal existente en el sitio, en caso de ser necesario, se reubicarán los individuos que no se desplacen a los predios contiguos, previo al inicio de los trabajos.

**Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994**, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 1995.

**Comentario:** Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitirán por la operación de la maquinaria utilizada en la nivelación y compactación del terreno; dichas actividades se realizarán al aire libre y sólo durante el día.

**Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999.** Que establece los límites máximos permisible de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el Diario Oficial de la Federación 6 de agosto de 1999.

**Comentario.** La vinculación de esta norma con el proyecto, se debe a que durante la etapa de preparación del sitio, se utilizarán vehículos para transportar los materiales de construcción al sitio del proyecto, así como para el retiro de material excedente.

#### **XIV. 4 Planes y Programas de Desarrollo Urbano Estatal y/o Municipal**

##### **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030).**

En el marco de la Octava Sesión Extraordinaria de Cabildo, celebrada el 25 de agosto del 2014, el Comité de Desarrollo Urbano y Vivienda 2013-2016 promovió una participación activa para reformular el instrumento de planeación que regirá el desarrollo sustentable de la ciudad.

Asimismo, fija un techo máximo normativo de 46 mil 098 cuartos en la zona hotelera de Cancún, de acuerdo a los estudios emitidos por los prestadores de servicios de infraestructura: Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), Aguakan, Comisión Federal de Electricidad (CFE) y del organismo descentralizado Solución Integral de Residuos Sólidos (Siresol), lo que garantiza el desarrollo sustentable de Benito Juárez.

El PDUCP Cancún 2014-2030 nace utilizando la metodología del Enfoque Marco Lógico (en adelante EML) teniendo por objeto ordenar y regular el proceso de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún; establecer las bases para las acciones de mejoramiento, conservación y crecimiento y definir los usos y destinos de suelo, así como las áreas destinadas a su crecimiento con la finalidad de lograr el desarrollo sustentable y mejorar el nivel de vida de la población.

De igual forma este instrumento normativo se alinea y contribuye con el actual Plan Municipal de desarrollo de Benito Juárez 2013-2016 en lo que corresponde al eje 3 Desarrollo Urbano y Ecología.

#### **DECLARATORIA DE USOS Y DESTINOS DE SUELO DE LA CIUDAD DE CANCUN 2014-2030**

En la Declaratoria de usos y destinos de la ciudad de Cancún, se establecen los siguientes lineamientos para las zonas industriales:

##### **CAPITULO SEXTO. Zonas Industriales**

###### **Artículo 33. Ámbito de Validez.**

Las normas contenidas en este capítulo se aplicarán por lo general a los polígonos señalados con las claves **I.1** y **I.2**, (correspondientes a **industrial ligera** e **industrial media** respectivamente), en los **planos** E-06A, E-06B, E-06C, E-06D, E-06E, **E-06F**, E-06G, E-06H. Cuando se trate de normas aplicables a cada una de estas zonas en lo particular, se indicará así en los siguientes artículos.

#### Artículo 34. Clasificación.

Se fijan los siguientes tipos de terreno, de acuerdo con su superficie según la siguiente tabla.

**Tabla G.-** Clasificación del Uso Industrial, parámetros de intensidad de construcción

Zona	Rango Superficie		Frente a vía pública	Restricciones mínimas			COS	Clave 2014
	Mínimo	Máximo		Frente	Fondo	Laterales		
Industria Ligera	360	1,500	15	6	4	Ninguna	55%	I1
	1,250						70%	
Industria Mediana	1250	5,000	30	10	8	Ninguna	60%	I2
	2,500						70%	

Nota:

En el caso de que la suma de la superficie derivada de las restricciones y la superficie del Coeficiente de Ocupación sea mayor del 100% prevalecerá la superficie derivada de las restricciones en detrimento del COS. En caso de que la superficie derivada de las restricciones sea menor a las establecidas en el Artículo 132 de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, deberán de ceñirse a lo que establece este artículo.

#### Artículo 35. Usos permitidos y prohibidos

Según tabla de usos permitidos, condicionados y prohibidos establecidos en esta declaratoria tienen las siguientes excepciones, sólo para las zonas industriales a que se refiere este capítulo:

I. Uso en las fajas de terreno sujetas a restricción.

- Las fajas de terreno que deberán dejarse sin construir y usarse únicamente como jardines o estacionamientos sin techar.
- No se usarán para construcciones provisionales.
- En ningún caso se invadirán las zonas de restricción con construcciones, voladizos o elementos construidos en pisos superiores.
- Sólo podrán separarse los predios, con bardas de 3 m de altura como máximo.

#### Artículo 36. Número e intensidad de construcciones

Las normas relacionadas con el número e intensidad de construcciones, determinan las alturas, máximas y mínimas, las construcciones por encima de altura, las dimensiones mínimas de los predios, las alineaciones oficiales de los predios y de las construcciones, las restricciones a las construcciones, las superficies construibles y los espacios libres, de acuerdo con las siguientes normas:

I. **Altura** y de las construcciones dentro de la zona industrial no debe exceder de la que resulte de aplicar el siguiente índice volumétrico: el volumen construido por cada metro cuadrado de superficie construible en planta baja es de 12 m<sup>3</sup>.

**II. Construcciones por encima de la altura.** Las construcciones podrán cubrirse con tejado o azotea, y, en uno u otro caso, sólo se permitirán las siguientes instalaciones: maquinaria de elevadores, calefacción, tinacos, acondicionamiento de aire, cajas de escaleras y chimeneas. Todas ellas estarán inscritas dentro de un plano de 30° desde la altura máxima, tanto por la fachada como los patios, no pudiendo exceder la altura en más de 3m. sobre la permitida. La altura de las construcciones podrá ser mayor, en alguno de los siguientes casos: a. Cuando se construya una torre, domo, aguja o pináculo que sirva como embellecimiento arquitectónico.

b. Cuando se construya una chimenea, que sea requerida por alguna norma federal, estatal o municipal.

c. Cuando se construya una torre de radio, telefonía o televisión, que sea aprobada por el Ayuntamiento.

d. Cuando se construya un tanque de almacenamiento.

### **III. Dimensiones mínimas de los predios.**

Los predios deben tener las dimensiones mínimas expresadas en la **tabla G** Clasificación del Uso Industrial, parámetros de intensidad de construcción.

### **IV. Restricciones.**

Toda construcción deberá quedar separada de cualquiera de los linderos del predio por las restricciones mínimas expresadas en la **Tabla G** Clasificación del Uso Industrial, parámetros de intensidad de construcción

En los lotes que tengan frente a dos o más calles, la restricción al frente se aplicará para todos los límites del predio que colinden con dichas modalidades.

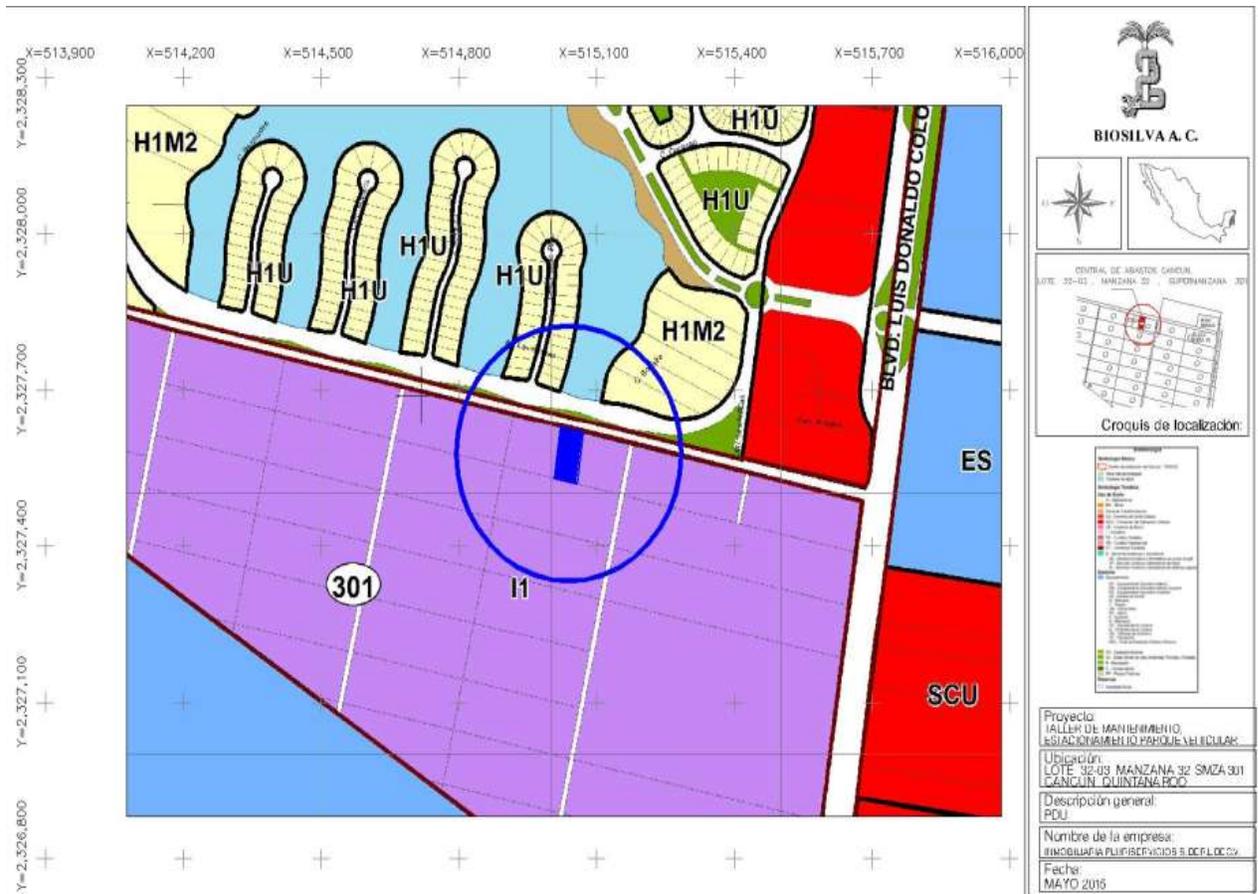
### **V. Superficie construible.**

La superficie construible total no deberá exceder de la que resulte de aplicar el índice de volumen construible, señalado en la fracción I de este artículo, ni ninguno de los coeficientes determinados en la **tabla G** de clasificación del Uso Industrial, parámetros de intensidad de construcción.

### **VI. Espacios libres.**

Los espacios libres de cada predio deberán arbolarse o enjardinarse al menos en un 50% de su superficie. La superficie de los espacios libres que no se arbole o enjardine, deberá cubrirse con material permeable que permita la infiltración del agua al subsuelo.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto “TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA”, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo”



**Figura XIV.4.-** Ubicación del predio con relación al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo (2014-2030) y a su Declaratoria de Usos y Destinos de Suelo de La Ciudad de Cancún como I1 Industria Ligera.

Por lo que el proyecto “ Taller de Mantenimiento PACSA”, cumple con estos criterios que se marcan como zona para Industria Ligera I1, como se observa en la Figura XIV.4, marcado el predio en el círculo azul.

#### XIV.5 Otros Instrumentos a Considerar Son:

**A) Decreto que reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1996 y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, 2000.**

***Comentario:*** La realización de este proyecto se enmarca dentro de lo dispuesto en los artículos 1º, 4º., 5º, 15º y por la fracción VII del artículo 28º de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

**Artículo 1.-** La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

- I.- El derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;
- II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;
- III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;
- VI.- La preservación y el control de la contaminación del aire, suelo y agua;
- X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

**Artículo 4.-** La Federación, los estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en otros ordenamientos legales.

**Artículo 5.-** Son facultades de la federación:

- I.- La formulación y conducción de la política ambiental nacional;
- II.- La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;

V.- La expedición de normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento en las materias previstas en esta Ley.

**Artículo 15.-** Para la formulación y la conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios:

III. Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico;

IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo debe incentivarse a quien proteja el ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales.

**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 las obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, algunas de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

VII.- Cambios de Uso del Suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

## **B) Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

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

O) *Cambio de uso de suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.*

I.- Cambio de uso de 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 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 árboles en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmento 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;

**C) Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.**

Rige y norma todas las actividades forestales en el país, así como el cambio de utilización de los terrenos forestales, sólo por excepción.

Al respecto, a lo largo del presente estudio, se presenta la justificación para que se otorgue dicha autorización.

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

El desplante de este proyecto afectará una superficie de 5.000 M<sup>2</sup>, donde predomina una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

La estimación económica de los recursos biológicos forestales que se encuentran dentro del área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales de este proyecto, incluyendo flora y fauna, se realiza por métodos indirectos. Estos recursos biológicos forestales de acuerdo con lo que se establece en la fracción XXIV del Artículo 7 de la LGDFS comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial; a continuación se presenta una alternativa de valoración económica de dichos recursos:

Los recursos biológicos forestales presentes en la vegetación secundaria de este predio son de naturaleza diversa, tales como plantas, animales y microorganismos y sus partes: frutos, cortezas, hojas, tallos, bulbos, resinas, pieles, fibras, humus, etc. Los cuáles aunque no sean aprovechados de forma comercial, por su potencial uso doméstico y debido a que son de apropiación libre, para su valoración económica se requiere de criterios distintos a los monetarios convencionales.

De acuerdo con los resultados de la caracterización de la vegetación de este predio en la vegetación secundaria se identificaron 45 especies de plantas, en su mayoría con forma de vida arbórea. Cada una de las especies presentes en el área de estudio tienen documentados diversos usos tradicionales, siendo principalmente de tipo medicinal (34%), maderable (34%), ornamental (28.3%) y Alimenticio (9.4%), además de otros usos marginales como construcción, etc. Sin embargo, debido a la pérdida acelerada del conocimiento tradicional entre la población local (erosión cultural), actualmente el uso cotidiano de éstos valiosos recursos genéticos es cada vez menos frecuente.

Los productos forestales maderables y no maderables presentes en el área de estudio, provienen de diversos productos vegetales, tales como frutos, cortezas, hojas, tallos y yemas. Los cuáles son de apropiación libre, ya que para la gran mayoría no existe un mercado local y en consecuencia, tampoco un precio para su comercialización; por lo cual, su valoración económica tampoco puede llevarse a cabo en base a criterios monetarios convencionales.

N	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO
1	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	MADERABLE
2	<i>Malmea depressa</i>	Elemuy ó eklemuy	MEDICINAL
3	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	ORNAMENTAL
4	<i>Philodendron sp.</i>	Bejuco o enredadera	ORNAMENTAL
5	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	ORNAMENTAL
6	<i>Sabal yapa</i>	Guano	ORNAMENTAL
7	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	ORNAMENTAL CONSTRUCCIÓN
8	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	MEDICINAL, ORNAMENTAL, MADERABLE
9	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	MEDICINAL
10	<i>Diospyros cuneata</i>	Tzilil	MADERABLE
11	<i>Cnidioscolus aconitifolius</i>	Chaya de monte	MEDICINAL
12	<i>Croton glabellus</i>	Perezkut	MEDICINAL
13	<i>Euphorbiacya thophora</i>		
14	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	ORNAMENTAL
15	<i>Acacia cornigera</i>	Subin che	MEDICINAL
16	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	ORNAMENTAL
17	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché ó kitamche	MADERABLE
18	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Kanasin	MADERABLE
19	<i>Lysiloma latisiliqua</i>	Tzalam	MADERABLE
20	<i>Piscidia piscipula</i>	Habin	MADERABLE
21	<i>Swartzia cubensis</i>	Katalox	MADERABLE
22	<i>Casearia nitida</i>	Cafetillo	MADERABLE
23	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochokché	MADERABLE
24	<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	ORNAMENTAL

N	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USO
25	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	ORNAMENTAL
26	<i>Ficus cotinifolia</i>	Álamo, copo	MEDICINAL
27	<i>Ficus padifolia</i>	Amate ó amatillo	MEDICINAL
28	<i>Ficus tecolutensis</i>	Matapalo ó Amate	
29	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo	MADERABLE, ALIMENTICIO
30	<i>Neeap sychotrioides</i>	Café de monte	
31	<i>Oeceoclades maculata</i>	Chikut	ORNAMENTAL
32	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Uvilla/Uvero	MADERABLE
33	<i>Coccoloba spicata</i>	Uvero	MADERABLE
34	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Tzizil-che	MELIFERA
35	<i>Randiaaculeata</i>	Pexquitam	MEDICINAL
36	<i>Guettarda combsii</i>	Tastab	MEDICINAL
37	<i>Hameliapatens</i>	Xcanam	MEDICINAL
38	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte	MEDICINAL
39	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo	MEDICINAL
40	<i>Extotheadiphylla</i>	Huayan-cox	MADERABLE
41	<i>Guazumaulmifolia</i>	Piixoy	MEDICINAL
42	<i>Lantana camara</i>	Lantana, lkj' ilha' xiw	MEDICINAL
43	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik	MEDICINAL
44	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	ALIMENTO
45	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote	MADERABLE, ALIMENTICIO

**Cuadro XV.1.** Usos de las especies presentes en el predio.

En el cuadro XV.2, se presenta la estimación del valor económico por especie a partir del volumen total árbol estimado para los individuos registrados en el muestreo, considerando el uso potencial de la madera cuyo destino más adecuado de acuerdo a sus características diamétricas y anatómicas pueden utilizarse como material triturado o para la producción de carbón con costos de campo que varían de \$800.00 a \$1,200.00 la tonelada.

**Cuadro XV.2.-** Estimación del volumen total árbol (**35.5 m<sup>3</sup>**) y del valor económico (**\$41,964**), por especie de los individuos registrados dentro del área propuesta para el cambio de uso del suelo de este proyecto.

Nombre científico	Nombre común	VTA	VALOR \$
Thevetia gaumeri	Akits	2.41038039	2892
Ficus cotinifolia	Álamo	0.1782527	214
Ficus padifolia	Amate ó amatillo	0.1473927	177
Bursera simaruba	Chaca	0.33840162	406
Metopium brownei	Chechen	0.0855613	103
Malmea depressa	Elemuy ó eklemuy	0.05570397	67
Psidium sartorianum	Guayabillo	0.05027283	60
Nectandra Coriacea	Joochok ché	0.11941538	143
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	3.14392369	3773
Caesalpinia gaumeri	Kitamché ó kitamche	0.18788949	225
Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	0.32486555	390
Randia aculeata	PEXQUITAM	0.06294549	76
Lysiloma latisiliqua	Tsalam	27.4382087	32926
Coccoloba barbadensis	Uvilla/Uvero	0.10152048	122
Vitex gaumeri	Ya'ax nik	0.32542259	391
	TOTALES	35.5	41,964

Por lo tanto, se considera que la valoración económica de la madera con los usos potenciales y precios de campo descritos en el párrafo anterior, se podría obtener una ganancia total de **\$ 41,964** pesos por los 35.5 m<sup>3</sup> de madera de las 15 especies duras, blandas y comunes tropicales registradas en este predio.

Al considerar el uso potencial de las especies presentes en el predio con fines ornamentales, se estima que el valor se puede obtener al ser rescatadas es de **\$12,950** pesos

**Cuadro XV.3.-** Estimación del valor económico, por especie con valor ornamental de los individuos registrados dentro del área propuesta para el cambio de uso del suelo de este proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USOS	RESCATE	COSTO/UNITARIO	COSTO TOTAL
<i>Philodendron sp.</i>	Bejuco o enredadera	ORNAMENTAL	10	35	350
<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits	ORNAMENTAL	40	35	1400
<i>Bursera simaruba</i>	Chacah	ORNAMENTAL	20	35	700

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Ipomoea carnea</i>	Chok' obkat, manto	ORNAMENTAL	10	35	350
<i>Ardisia escallonioides</i>	Sacklobche	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolche	ORNAMENTAL	40	35	1400
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	ORNAMENTAL	40	35	1400
<i>Hampea trilobata</i>	Majahua	ORNAMENTAL	40	35	1400
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo	ORNAMENTAL	40	35	1400
<i>Oeceoclades maculata</i>	Chikut	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Sabal yapa</i>	Guano	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	ORNAMENTAL	20	35	700
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Pay juul	ORNAMENTAL	10	35	350
					12,950

Al considerar las especies de fauna con registro de campo en este predio con uso potencial como mascota y tomando en cuenta los costos unitarios de captura propuestos por un grupo de expertos en la región, para las especies con uso local que se registraron durante el trabajo de campo, se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 460.00 pesos M.N. para este grupo de fauna.

**Cuadro XV.4.-** Estimación del valor económico por concepto de captura por especie de los individuos registrados dentro del área propuesta para el cambio de uso del suelo de este proyecto

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	USOS	COSTO/CAPTURA/UNITARIA
<i>Norops rodriguezii</i>	Toloquito	Mascota	20
<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija	Mascota	20
<i>Norops sagrei</i>	Toloquito	Mascota	20
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma alas blancas	Ornamental	50
<i>Columbina passerina</i>	Tortolita	Ornamental	50
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	Ornamental	50
<i>Tyrannus</i>	X'takay	Ornamental	50

Promovente: INMOBILIARIA PLURISERVICIOS, S. DE R.L. DE CV.

Consultor: Biosilva, A. C

<i>melancholicus</i>			
<i>Icterus gularis</i>	Bolsero	Ornamental	50
<i>Megarynchus pitangua</i>	Pecho amarillo	Ornamental	50
<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	Ornamental	50
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Ornamental	50
		TOTAL	\$460.00

Asimismo, Aunque el predio es pedregoso, existen algunas áreas en las que se acumula en forma natural la tierra vegetal. En la superficie de 0.5 hectárea que se destina para el desarrollo del proyecto; se consideró una capa de suelo de 5 centímetros y se deduce que el potencial de tierra de monte que se pudiera extraer es de aproximadamente 15 m<sup>3</sup>, por lo tanto se estima un monto de aproximadamente \$ 6,000 pesos, por la venta de la tierra forestal, a razón de \$ 400 por m<sup>3</sup>

Debido a la naturaleza diversa de los recursos biológicos forestales en sitios como éste, es evidente la complejidad para realizar una valoración económica integral de los mismos. Para abordar problemas de éste tipo, ha sido desarrollada una notable variedad de técnicas para su valoración económica, tales como las funciones de producción, los costos de enfermedad del capital humano, costos de reemplazo, precios hedónicos, valoración de contingencias, transferencia de beneficios, etc. Cada una de las cuáles se enfoca en aquellos aspectos del problema que pretende resolver; como sería la emigración de la población, los efectos de la contaminación en la salud, la pérdida de especies valiosas para el mercado, pérdida de biodiversidad, etc.

También es importante hacer hincapié en que bajo la óptica de las leyes actuales de propiedad intelectual, se deben considerar el costo de oportunidad de reclamar posibles beneficios económicos a futuro para los dueños y poseedores de tales recursos genéticos, así como del conocimiento tradicional asociado, que pudieran ser utilizados para el desarrollo de patentes de productos medicinales, alimenticios, etc, que en el futuro pudieran llegar a comercializarse.

Una de las aproximaciones más integrales en la resolución del problema de la valoración económica de los recursos forestales es la de Constanza, R. et al (1997) quién utilizando varios métodos para valorar tanto los bienes y servicios que entran al mercado, como aquellos que están fuera de él; concluye que el valor de los bienes y servicios intrínsecos que brindan los ecosistemas del mundo, tal como es la regulación del clima, polinización de cultivos agrícolas, reciclaje de nutrientes, disponibilidad de agua, recursos genéticos, formación de suelo, producción de oxígeno, control de erosión, recreación, etc. pueden estimarse en un total aproximado de 33 trillones de US DLLS/año, en tanto que el producto nacional bruto global debido al trabajo humano es de apenas 18 trillones de US DLLS/año.

Para llegar a este resultado, los autores calcularon un valor por hectárea al año para cada uno de los ecosistemas de la biosfera, asignando para el bosque tropical un promedio de 2,007 dólares por hectárea al año. Lo anterior significa que para una superficie de 5,000 M<sup>2</sup> cubiertas por una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia, donde se pretende el cambio de uso del suelo, se tendría un valor cercano a \$ 2,007 dólares al año que sería el valor promedio del capital natural acumulado en ésta área específica para continuar produciendo los bienes y servicios para el sostenimiento de los procesos naturales. Es importante señalar que las estimaciones anteriores no especifican precisiones sobre el estado de conservación de los ecosistemas y tipos bosque tropical por lo que se considera que este valor promedio podría variar.

## **XVI.- ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

En caso que se tuviera que remediar el sitio afectado por el CUSTF el método sería mediante un programa de restauración, recuperando la superficie equivalente a las hectáreas solicitadas para cambio de uso de suelo, que en este caso se trata de 0.5 ha. En los siguientes cuadros se presentan los montos calculados de lo que costaría restablecer la superficie a su condición original empleando especies nativas y de la región, tomando como base que la zona es tropical, con desarrollo de vegetación natural del tipo selva mediana subperennifolia.

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a "el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución".

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación descrita en el capítulo V de este documento, ya que en la actualidad este terreno se encuentra cubierto con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con algunos árboles sobresalientes dispersos.

De manera complementaria se contempla la ejecución de labores de reforestación en un diseño de plantación mixta con especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región y labores de mantenimiento y vigilancia por un periodo de al menos 20 años. Mediante los cuales y en conjunto con los procesos de regeneración natural se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada por especies de rápido crecimiento con ejemplares arbóreos y arbustivos con diámetros promedios a la altura del pecho de 10 cm y alturas de 4 a 8 metros, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado.

En cuanto a la recuperación de la funcionalidad de vegetación que permanecerá dentro de una zona urbana en crecimiento se esperaría que mediante las acciones de vigilancia y mantenimiento se mantenga limpio a largo plazo. Entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal será necesario considera el establecimiento de un cerca perimetral que evite las incursiones furtivas para la extracción de recursos.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio, se consideran los siguientes costos de campo, cantidades y porcentajes:

Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.

La composición de una selva en estado natural está compuesta de una variedad generalmente alta de especies forestales arbóreas, arbustivas y herbáceas de diferentes edades y tamaños de los individuos que la componen. La sucesión vegetal resulta de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima) que determinan el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Según Berger (1993)<sup>1</sup> la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de la superficie afectada (1.0 ha), el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que pudiera sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* que es una especie local que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO<sup>2</sup>, es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selvas la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y pequeños mamíferos, lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando además Akits (*Thevetia gaumeri*) y jabín (*Piscidia piscipula*) que también se distinguen por su rápido crecimiento.

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores hacia el este que corresponde a las partes más bajas del terreno (el

---

<sup>1</sup> Berger, J. 1993. Ecological Restoration and Non Indigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82

<sup>2</sup> [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/17-burse2m.pdf)

proyecto conserva las escorrentías mayores), el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide.

Habiendo comenzado el proceso de sucesión secundaria se opta por acelerarlo para llevarlo a una comunidad selvática compleja y rica en especies. Lo anterior es posible favoreciendo en esta etapa la siembra de especies no pioneras. En los espacios donde se determine una sucesión detenida se recurrirá a la inducción de una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Aquellas especies con alta flexibilidad foliar en su peso foliar por unidad de área podrán ser usadas en sitios bajo sucesión secundaria, mientras que aquellas especies con bajo peso foliar por unidad de área podrán ser usadas en sitios donde la sucesión aún no ha comenzado.

Se favorece la reintroducción de tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Thevetia gaumeri* y *Piscidia piscipula*.

Este escenario intermedio, de dos a seis años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras especies tales como el Chicozapote (*Manilkara zapota*), Chechen (*Metopium brownei*) y el yaaxnic (*Vitex gaumeri*) y, en el sotobosque la reintroducción de palma de Chit (*Thrinax radiata*). El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves como el cenizton *Mimus gilvus* y los bolseros *Icterus* spp. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como el tlacuache *Didelphis marsupialis*) y el cereque *Dasiprocta punctata*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos de años en restaurarse.

Así es como se establece el tercer escenario, de seis a quince años basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que

han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atrayentes y recursos a la fauna.

Copiar y restablecer la distribución y la abundancia de la selva original no ha sido documentado en tiempo ecológico, por lo que se busca, como objetivo de la restauración, es la recuperación de la diversidad vegetal que, a su vez, mantiene la diversidad animal y toda la gama de interacciones.  
Valoración económica.

La valoración económica de la restauración, el análisis de costos que a continuación se presenta se basa en 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 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 utilizarán 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:

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.

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 1,111 plantas por hectárea (3 X 3m) y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 80 %. Considerando que la superficie total a reforestar es de 0.5 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 555 plantas (más 111 que representan el 20% de reposición)

La planta deberá ser 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.

#### 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 20 años. El monitoreo se realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 20 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 \$ 47,160.00 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

#### Cuadro XV1.1.- Desglose de costos por concepto de actividades de restauración

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO	NÚMERO DE	MANO DE	MATERIALES	COSTO
		UNITARIO	UNIDADES	OBRA	Y/O MAQUILA	TOTAL/HA
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>				<b>12,500.00</b>	<b>11,502.00</b>	<b>24,002.00</b>
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>				<b>3,200.00</b>		<b>3,200.00</b>
Limpieza	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Despiedre y desenraice	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Guardaraya	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Combate de insectos	Jornales	200.00	2	400.00		400.00
<b>1.2.- Material vegetativo</b>					<b>11,502.00</b>	<b>11,502.00</b>
Costos de planta	Plantas	8.00	1,278		10,224.00	10,224.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	1,278		1,278.00	1,278.00
<b>1.3.- Plantación</b>				<b>4,400.00</b>		<b>4,400.00</b>
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00

Promovente: INMOBILIARIA PLURISERVICIOS, S. DE R.L. DE CV.

Consultor: Biosilva, A. C

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Apertura de pocetas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	9	1,800.00		1,800.00
Replantación	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
<b>1.4.-Riegos emergentes</b>				<b>3,200.00</b>		<b>3,200.00</b>
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
<b>1.5.- Materiales</b>				<b>1,700.00</b>		<b>1,700.00</b>
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>				<b>6,000.00</b>	<b>2,758.00</b>	<b>8,758.00</b>
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>				<b>6,000.00</b>		<b>6,000.00</b>
Deshierbe	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aclareos	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Cajete	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
						0.00
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>					<b>2,758.00</b>	<b>2,758.00</b>
Compra de fertilizante	Kilogramo	3.80	110		418.00	418.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.00	1,800.00
Compra de herbicidas	Litros	150.00	2		300.00	300.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120.00	2		240.00	240.00
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>				<b>2,400.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2,400.00</b>
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
<b>4.- DIVERSOS</b>				<b>11,000.00</b>	<b>1,000.00</b>	<b>12,000.00</b>
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
<b>TOTAL DEL COSTO POR 1HA</b>				<b>31,900.00</b>	<b>15,260.00</b>	<b>47,160.00</b>

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 \$ 23,580 pesos

00/100 M.N. pesos para la restauración del área afectada (0.5 ha) y se propone un mantenimiento y seguimiento por 4 años, 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 20 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.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Desglose anual del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 20 años para una superficie de 0.5 hectáreas

CONCEPTO	COSTOS DE REFORESTACION Y MANTENIMIENTO A 20 AÑOS PARA 0.5 HA																				TOTAL/ha	TOTAL/SCUSTF
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>	<b>24,002.00</b>																				<b>24,002.00</b>	12001
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>	<b>3,200.00</b>																				<b>3,200.00</b>	1600
Limpieza	1,200.00																				1,200.00	600
Despiedre y desenraice	800																				800	400
Guardarraya	800																				800	400
Combate de insectos	400																				400	200
<b>1.2.- Material vegetativo</b>	<b>11,502.00</b>																				<b>11,502.00</b>	5751
Costo de plantas (Compra)	10,224.00																				10,224.00	5112
Transporte de plantas	1,278.00																				1,278.00	639
<b>1.3.- Siembra o plantación</b>	<b>4,400.00</b>																				<b>4,400.00</b>	2200
Trazo y alineación	800																				800	400
Apertura de pocetas	1,200.00																				1,200.00	600
Plantación y fertilización	1,800.00																				1,800.00	900
Replantación	600																				600	300
<b>1.4.- Riegos Emergentes</b>	<b>3,200.00</b>																				<b>3,200.00</b>	1600

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Cercado	1,600.00																			1,600.00	800	
Riegos	1,600.00																			1,600.00	800	
<b>1.5.- Materiales</b>	<b>1,700.00</b>																			<b>1,700.00</b>	850	
Picos	600																			600	300	
Palas y carretillas	1,100.00																			1,100.00	550	
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>	<b>1,489.50</b>	<b>1,889.50</b>	<b>1,889.50</b>	<b>1,289.50</b>					<b>1,000.00</b>											<b>1,200.00</b>	<b>8,758.00</b>	4379
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>	<b>800</b>	<b>1,200.00</b>	<b>1,200.00</b>	<b>600</b>					<b>1,000.00</b>											<b>1,200.00</b>	<b>6,000.00</b>	3000
Deshierbes	200	200	200	200																800	400	
Aplicación de herbicidas	200	200	200	200																800	400	
Aplicación de fertilizantes	200	200	200	200																800	400	
Podas		400	400																	800	400	
Aclareos									1,000.00											1,200.00	2,200.00	1100
Prevención de plagas y enfermedades	200	200	200																	600	300	
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>	<b>689.5</b>	<b>689.5</b>	<b>689.5</b>	<b>689.5</b>																	<b>2,758.00</b>	1379
Compra de fertilizante	104.5	104.5	104.5	104.5																	418	209
Compra de insecticidas	450	450	450	450																	1,800.00	900
Compra de herbicidas	75	75	75	75																	300	150
Compra de combustible y lubricantes	60	60	60	60																	240	120
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>2,400.00</b>	1200

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Mantenimiento de Brechas	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	1,200.00	600	
Vigilancia	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	1,200.00	600
<b>4.- DIVERSOS</b>	<b>1,550.00</b>	<b>550</b>	<b>550</b>	<b>550</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>1,300.00</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>300</b>	<b>1,300.00</b>	<b>12,000.00</b>	<b>6000</b>	
Adquisición de equipo y herramientas	250	250	250	250																	1,000.00	500	
Administración y Asistencia técnica	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	6,000.00	3000
Asesoría especializada	1,000.00							1,000.00				1,000.00									1,000.00	5,000.00	2500
<b>TOTAL DEL COSTO POR 1 HAS</b>	<b>27,161.50</b>	<b>2,559.50</b>	<b>2,559.50</b>	<b>1,959.50</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>2,420.00</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>1,420.00</b>	<b>420</b>	<b>1,620.00</b>	<b>1,420.00</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>420</b>	<b>1,420.00</b>	<b>47,160.00</b>	<b>23,580.00</b>	

**XVII.- EN SU CASO, LOS DEMAS REQUISITOS  
QUE ESPECIFIQUEN LAS DISPOSICIONES  
APLICABLES.**

Se indica a continuación, todos los documentos normativos (resolutivos, convenios, normas, etc.), así como los requisitos para el cumplimiento de cada uno de ellos por el desarrollo del proyecto.

#### **XVII.1. Requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.**

- ☉ 1.-Escritura del Predio.
- ☉ 2.-Acta constitutiva de la Empresa.
- ☉ 3.-Poder del Representante Legal.
- ☉ 4.- Identificación del Representante Legal.
- ☉ 5.- Impuesto Predial.
- ☉ 6- Registro Forestal Nacional del Prestador de Servicios.
- ☉ 7.- Solicitud de Constancia de Uso de Suelo.

#### **XVII.2.- Referencias Bibliográficas Consultadas**

- ☉ Cabrera, C: E., M. Sousa, y O. Téllez. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense, CIQRO- Instituto de Biología, UNAM. 223 pp.
- ☉ Cástulo Chan Vermont, et al.2002. Etnoflora yucatanense. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. Impreso en Yucatán, México.
- ☉ Centro de Investigaciones de Quintana Roo, et al.1982. Imágenes de la flora quintanarroense. Impreso en México, D.F.
- ☉ Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable  
Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003  
Última reforma publicada DOF 24-11-2008.
- ☉ Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación 28 de enero de 1988. Última reforma publicada 05 de Noviembre del 2013.
- ☉ Mackinnon, H. B. 1992. Check-list of the Birds of the Yucatán Península. Publ. Amigos De Sian Ka'an. 32 pp.

- ☉ Miranda E., E. Beltrán (ed.). *Los recursos naturales del Sureste y su aprovechamiento*, México, D.E, Ediciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1959, II parte, tomo 2, pp. 215-271, figs. 45-66. [Reimpreso en 1964, con el título "Vegetación de la península yucateca: rasgos fisiográficos, la vegetación", Chapingo (México), Colegio de Postgraduados, ENA. (Serie de sobretiros; núm. 2)].
  
- ☉ Navarro, D, T. Jiménez A. y J. Juárez G. 1990. Los Mamíferos de Quintana Roo. Navarro, D. y J. G. Robinson (eds). *Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an*. Quintana Roo. México. 371-450 p.
  
- ☉ Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 27 de Febrero de 2014. Tomo I, Número 19 Extraordinario, Octava Época. **MODIFICACIÓN AL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.**
  
- ☉ Reglamento de la Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable  
TEXTO VIGENTE  
Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.  
Última reforma publicada DOF 31-10-2014
  
- ☉ Rafael Durán, et al. Listado florístico de la península de Yucatán. Centro de investigación científica de Yucatán, A.C.
  
- ☉ René Calderón-Mandujano, et al.2005. Anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas. Impreso en Quintana Roo, México.
  
- ☉ SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Que Determina las Especies y Subespecies de Flora y Fauna Silvestres Terrestres y Acuáticas en Peligro de Extinción, Amenazadas, Raras y las Sujetas a Protección Especial y que Establece Especificaciones para su Protección. Diario Oficial de la Federación 6 de Marzo

### XVII.3.- Cartografía y Mapas elaborados para este estudio

- ☉ a) Plano Topográfico del predio WGS 84
- ☉ b) Planos en Conjunto Arquitectónico (4)
- ☉ c) Planos Hidráulico planta Baja y Alta

- ☉ d) Planos Red Eléctrica Planta Baja, alta y cargas
- ☉ e) Planos Red Sanitaria Planta Alta y baja
- ☉ f) Plano Red de Drenaje Pluvial
- ☉ g) Plano vegetación del predio
- ☉ h) Plano Sitios de Muestreo
- ☉ j) Plano Ubicación del sitio en el POEL
- ☉ l) Plano ubicación del sitio en el PDU de Benito Juárez

#### XVII.4.- Memoria Fotográfica del Trabajo de Campo



Fotografía XVII.1.- Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia hacia el frente del predio con diámetro menor a 10 cm y menor de 5 metros de altura.



Fotografía XVII.2 y 3 .- Medición del diámetro a la altura del pecho de la Vegetación Secundaria de Selva Mediana.



Fotografía XVII.4 y 5.- Algunos individuos de la Palma Chit *Thrinax radiata*



Fotografía XVII.4 y 5.- Marcas de los árboles con los mayores troncos del Tzalam  
*Lisiloma latisiligua* Vegetación Secundaria de Selva Mediana.

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

**DATOS DE CAMPO**

DATOS DE CAMPO											
Muestreo 500 M2											
No.	SITIO	NOMBRE		PERIMETRO CM	DIAMETRO	ALTURA EN METROS		AREA BASAL M2	VOL TOTAL	VOL COM	VOL
		Científico	Común			COMERCIAL	TOTAL				
1	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	54.5	17.347848	2	10	0.0236364	0.236364	0.0330909	0.1654547
2	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	51	16.233766	1.5	8	0.020698	0.165584	0.0217329	0.1159088
3	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	46	14.642221	1.5	9	0.0168385	0.151547	0.0176804	0.1060826
4	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	46	14.642221	1.3	10	0.0168385	0.168385	0.0153230	0.1178696
5	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	45	14.323911	2.5	10	0.0161144	0.161144	0.0282001	0.1128005
6	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	43	13.687293	1.5	10	0.0147138	0.147138	0.0154495	0.1029966
7	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	43	13.687293	1.4	10	0.0147138	0.147138	0.0144195	0.1029966
8	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	42	13.368984	2	9	0.0140374	0.126337	0.0196524	0.0884356
9	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	41.5	13.209829	3	10	0.0137052	0.137052	0.0287808	0.0959362
10	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	39	12.414057	3	8	0.0121037	0.096829	0.0254177	0.0677806
11	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	38	12.095747	3	9	0.0114909	0.103418	0.0241310	0.0723929
12	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	37.5	11.936593	2.7	9	0.0111905	0.100715	0.0211501	0.0705003
13	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	37	11.777438	1.5	10	0.0108941	0.108941	0.0114388	0.0762587
14	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	37	11.777438	1.3	9	0.0108941	0.098047	0.0099136	0.0686329
15	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	37	11.777438	1.3	9	0.0108941	0.098047	0.0099136	0.0686329
16	1	Ficus tecolutensis	Matapalo ó Amate	36	11.459129	1.5	9	0.0103132	0.092819	0.0108289	0.0649731
17	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	36	11.459129	2	10	0.0103132	0.103132	0.0144385	0.0721923
18	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	35	11.14082	2.5	9	0.0097482	0.087734	0.0170593	0.0614136
19	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	35	11.14082	3	7	0.0097482	0.068237	0.0204712	0.0477662
1	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	68.5	21.804176	1.3	11	0.0373396	0.410735	0.0339790	0.2875146
2	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	48	15.278839	1.5	10	0.0183346	0.183346	0.0192513	0.1283419
3	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	47.5	15.119684	3	9	0.0179546	0.161591	0.0377046	0.1131139
4	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam 1 (2	35	11.14082	3	9	0.0097482	0.087734	0.0204712	0.0614136
4	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam 1 (2	43	13.687293	2	9	0.0147138	0.132424	0.0205993	0.092697
5	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	42	13.368984	2	11	0.0140374	0.154411	0.0196524	0.108088
6	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	40	12.732366	2.5	9	0.0127323	0.114591	0.0222816	0.0802137
		Lysiloma latisiliqua	Tzalam								

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

Muestreros de 250 M2											
No.	SITIO	NOMBRE		PERIMETRO CM	DIAMETRO	ALTURA EN METROS		REA BASAL M	VOL TOTAL	VOL COM	VOL
		Científico	Común			COMERCIAL	TOTAL				
1	1	Lysiloma lat	Tzalam	34.5	10.981665	2.5	9	0.0094717	0.085245	0.0165754	0.0596715
2	1	Lysiloma lat	Tzalam	33.5	10.663356	3	10	0.0089305	0.089305	0.0187541	0.0625138
3	1	Lysiloma lat	Tzalam	33	10.504202	2	8	0.0086659	0.069328	0.0121323	0.0485293
4	1	Lysiloma lat	Tzalam	33	10.504202	2	9	0.0086659	0.077994	0.0121323	0.0545955
5	1	Lysiloma lat	Tzalam	32	10.185893	1.5	8	0.0081487	0.065190	0.0085561	0.0456327
6	1	Lysiloma lat	Tzalam	32	10.185893	2	8	0.0081487	0.065190	0.0114082	0.0456327
7	1	Lysiloma lat	Tzalam	31	9.8675834	1.3	9	0.0076474	0.068826	0.0069591	0.0481784
8	1	Lysiloma lat	Tzalam	30	9.5492743	1.3	9	0.0071619	0.064457	0.0065174	0.0451202
9	1	Lysiloma lat	Tzalam	30	9.5492743	1.3	9	0.0071619	0.064457	0.0065174	0.0451202
10	1	Lysiloma lat	Tzalam	30	9.5492743	6	8	0.0071619	0.057296	0.0300801	0.0401069
11	1	Lysiloma lat	Tzalam	29	9.2309651	2.5	8	0.0066924	0.053539	0.0117118	0.0374776
12	1	Lysiloma lat	Tzalam	27.5	8.7535014	3.5	9	0.006018	0.054162	0.0147441	0.0379135
13	1	Lysiloma lat	Tzalam	27	8.5943468	1.1	6	0.0058012	0.034807	0.0044669	0.0243649
14	1	Lonchocarp	Kanasin	27	8.5943468	2.5	9	0.0058012	0.052211	0.0101520	0.0365474
15	1	Lysiloma lat	Tzalam	26	8.2760377	2	8	0.0053794	0.043035	0.0075312	0.0301247
16	1	Lonchocarp	Kanasin	26	8.2760377	5	8	0.0053794	0.043035	0.0188279	0.0301247
17	1	Lysiloma lat	Tzalam	25	7.9577285	2.5	8	0.0049736	0.039789	0.0087037	0.027852
18	1	Lysiloma lat	Tzalam	24	7.6394194	4	9	0.0045836	0.041253	0.0128342	0.0288769
19	1	Lysiloma lat	Tzalam	24	7.6394194	6	9	0.0045836	0.041253	0.0192513	0.0288769
20	1	Lysiloma lat	Tzalam	23.5	7.4802648	3	9	0.0043946	0.039552	0.0092288	0.0276863
21	1	Thevetia ga	Akts 1 (2 R	23	7.3211103	3	9	0.0042096	0.037887	0.0088402	0.0265207
21	1	Thevetia ga	Akts 1 (2 R	23	7.3211103	3	9	0.0042096	0.037887	0.0088402	0.0265207
22	1	Bursera sim	Chaca	22.5	7.1619557	3.5	8	0.0040286	0.032229	0.0098700	0.0225601
23	1	Thevetia ga	Akts	22.5	7.1619557	1.3	9	0.0040286	0.036257	0.0036660	0.0253801
24	1	Lysiloma lat	Tzalam	22.5	7.1619557	4	9	0.0040286	0.036257	0.0112801	0.0253801
25	1	Lysiloma lat	Tzalam	22	7.0028011	1.3	6	0.0038515	0.023109	0.0035049	0.0161764
26	1	Lysiloma lat	Tzalam	21.5	6.8436465	2.5	9	0.0036785	0.033106	0.0064373	0.0231742
27	1	Lysiloma lat	Tzalam	20	6.3661828	2.5	8	0.0031831	0.025465	0.0055704	0.0178253
28	1	Lysiloma lat	Tzalam	20	6.3661828	2.5	9	0.0031831	0.028648	0.0055704	0.0200534
29	1	Vitex gaume	Ya'ax nik	19.5	6.2070283	1.3	8	0.0030259	0.024207	0.0027536	0.0169451
30	1	Lysiloma lat	Tzalam	19	6.0478737	4	9	0.0028727	0.025855	0.0080437	0.0180982
31	1	Lysiloma lat	Tzalam	19	6.0478737	4	9	0.0028727	0.025855	0.0080437	0.0180982
32	1	Lysiloma lat	Tzalam	19	6.0478737	1.5	9	0.0028727	0.025855	0.0030164	0.0180982
33	1	Lysiloma lat	Tzalam	19	6.0478737	4	8	0.0028727	0.022982	0.0080437	0.0160873
34	1	Lysiloma lat	Tzalam	19	6.0478737	1.3	8	0.0028727	0.022982	0.0026142	0.0160873
35	1	Lysiloma lat	Tzalam	17	5.4112554	2.5	9	0.0022998	0.020698	0.0040246	0.0144886
36	1	Caesalpinia	Kitamché ó	17	5.4112554	3	7	0.0022998	0.016098	0.0048295	0.0112689
37	1	Lysiloma lat	Tzalam	15.5	4.9337917	4	8	0.0019118	0.015295	0.0053532	0.0107063
38	1	Bursera sim	Chaca	15	4.7746371	1.8	9	0.0017905	0.016114	0.0022560	0.0112801
39	1	Caesalpinia	Kitamché ó	15	4.7746371	4.5	6	0.0017905	0.010743	0.0056400	0.00752

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo

Muestras de 250 M2											
No.	SITIO	NOMBRE		PERIMETRO		ALTURA EN METROS		REA BASAL M	VOL. TOTAL	VOL. COM	VOL.
		Científico	Común	CM	DIAMETRO	COMERCIAL	TOTAL				
1	2	Thevetia gaumeri	Akits 1 ( 2 RAMAS)	34.5	10.981665	1.3	10	0.0094717	0.094717	0.0086192	0.0663016
1	2	Thevetia gaumeri	Akits 1 ( 2 RAMAS)	27.5	8.7535014	1.3	10	0.006018	0.060180	0.0054764	0.0421261
2	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	33	10.504202	1.5	9	0.0086659	0.077994	0.0090992	0.0545955
3	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	31	9.8675834	4	8	0.0076474	0.061179	0.0214126	0.0428252
4	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	28.5	9.0718105	2	10	0.0064636	0.064636	0.0090491	0.0452455
5	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	28	8.912656	2	9	0.0062388	0.056150	0.0087344	0.0393047
6	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	27.5	8.7535014	2.5	10	0.006018	0.060180	0.0105315	0.0421261
7	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	27	8.5943468	2.5	4	0.0058012	0.023205	0.0101520	0.0162433
8	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	26.5	8.4351923	3	8	0.0055883	0.044706	0.0117354	0.0312945
9	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	24.5	7.798574	5	10	0.0047766	0.047766	0.0167182	0.0334363
10	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	24	7.6394194	6	8	0.0045836	0.036669	0.0192513	0.0256684
11	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	22.5	7.1619557	2.5	6	0.0040286	0.024172	0.0070500	0.0169201
12	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	22	7.0028011	1.5	8	0.0038515	0.030812	0.0040441	0.0215686
13	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	22	7.0028011	1.4	8	0.0038515	0.030812	0.0037745	0.0215686
14	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	21.6	6.8754775		10	0.0037127	0.037127	0.0000000	0.0259892
15	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	21.5	6.8436465	2.5	9	0.0036785	0.033106	0.0064373	0.0231742
16	2	Ficus padifolia	Amate ó amatillo	21	6.684492	1.3	6	0.0035094	0.021056	0.0031935	0.0147393
17	2	Lysiloma latisiliqua	Tsalam	21	6.684492	2	8	0.0035094	0.028075	0.0049131	0.0196524
18	2	Vitex gaumeri	Ya'ax nik	20	6.3661828	2	7	0.0031831	0.022282	0.0044563	0.0155971
19	2	Lysiloma latisiliqua	Tsalam	20	6.3661828	8	10	0.0031831	0.031831	0.0178253	0.0222816
20	2	Croton glaberrimus	Perezkut	20	6.3661828	1.3	8	0.0031831	0.025465	0.0055704	0.0178253
21	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	19	6.0478737	3	9	0.0028727	0.025855	0.0060327	0.0180982
22	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	19	6.0478737	2.5	8	0.0028727	0.022982	0.0050273	0.0160873
23	2	Croton glaberrimus	Perezkut	18	5.7295646	2	6	0.0025783	0.015470	0.0036096	0.0108289
24	2	Nectandra Conacea	Joochok ché	17.5	5.57041	3	7	0.002437	0.017059	0.0051178	0.0119415
25	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	17.5	5.57041	3	8	0.002437	0.019496	0.0051178	0.0136475
26	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	17.5	5.57041	6	8	0.002437	0.019496	0.0102356	0.0136475
27	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	16.5	5.2521008	2.5	6	0.0021665	0.012999	0.0037914	0.0090992
28	2	Metopium beryllifolium	Chechen	16	5.0929463	2.5	6	0.0020372	0.012223	0.0035651	0.0085561
29	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	16	5.0929463	3	8	0.0020372	0.016297	0.0042781	0.0114082
30	2	Lysiloma latisiliqua	Tsalam	15	4.7746371	3	8	0.0017905	0.014324	0.0037600	0.0100267
31	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	15	4.7746371	3	7	0.0017905	0.012533	0.0037600	0.0087734

Documento Unificado para el Cambio de Uso de Suelo Forestal Modalidad-A  
 Proyecto "TALLER DE MANTENIMIENTO PACSA", Municipio Benito Juárez, Quintana Roo"

Muestreo 125 M2											
No.	SITIO	NOMBRE		PERIMETRO		ALTURA EN METROS		REA BASAL M	VOL TOTAL	VOL COM	VOL
		Científico	Común	CM	DIAMETRO	COMERCIAL	TOTAL				
1	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	14.5	4.6154826	6	9	0.0016731	0.015058	0.0070271	0.0105406
2	1	Croton glaberrimus	Perezkut	10	3.1830914	1	5	0.0007958	0.003979	0.0005570	0.0027852
3	1	Psidium sartinii	Guayabillo	9.5	3.0239368	2.5	5	0.0007182	0.003591	0.0012568	0.0025136
4	1	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	9	2.8647823	3.5	9	0.0006446	0.005801	0.0015792	0.0040608
5	1		Pexquitam	8	2.5464731	0	5	0.0005093	0.002546	0.0000000	0.0017825
6	1		Pexquitam	7	2.228164	0	5	0.0003899	0.001950	0.0000000	0.0013647
1	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	14.5	4.6154826	2	6	0.0016731	0.010039	0.0023424	0.0070271
2	2	Thevetia peruviana	Akits	14	4.456328	2.5	6	0.0015597	0.009358	0.0027295	0.0065508
3	2	Thevetia peruviana	Akits	14	4.456328	2.5	10	0.0015597	0.015597	0.0027295	0.010918
4	2	Coccoloba bicolor	Uvilla/Uvero	13.5	4.2971734	2	5	0.0014503	0.007251	0.0020304	0.005076
5	2	Lonchocarpus rugosus	Kanasin	12.5	3.9788643	2.5	6	0.0012434	0.007460	0.0021759	0.0052222
6	2	Croton glaberrimus	Perezkut	12	3.8197097	0	6	0.0011459	0.006875	0.0000000	0.0048128
7	2	Lysiloma latisiliqua	Tzalam	12	3.8197097	0	5	0.0011459	0.005730	0.0000000	0.0040107
8	2	Thevetia peruviana	Akits	12	3.8197097	0	6	0.0011459	0.006875	0.0000000	0.0048128
9	2	Thevetia peruviana	Akits	12	3.8197097	2.5	6	0.0011459	0.006875	0.0020053	0.0048128
10	2	Croton glaberrimus	Perezkut	12	3.8197097	1.5	6	0.0011459	0.006875	0.0012032	0.0048128
11	2	Malmea depressa	Elemuy ó el	10	3.1830914	0	5	0.0007958	0.003979	0.0000000	0.0027852
12	2	Thrinax radiata	Palma chit	0	0	0	2.5	0	0.000000	0.0000000	0