

PROYECTO:

“NUEVO MAYAB”

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO MODALIDAD A

PROMOVENTE: RUBA DESARROLLOS, S. A. DE C. V.

JULIO DEL 2015

CAPÍTULO 1: DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

Nuevo Mayab

1.2. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROMOVENTE

Ruba Desarrollos, S. A. de C. V.

1.3. UBICACIÓN (DIRECCIÓN) DEL PROMOVENTE

Avenida Acanceh, Supermanzana 11, Manzana 2, Lote 3, Piso 3-B, Oficina 345. En la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. C. P. 77580. Teléfono: 01 (998) 5001 849.

1.4. SUPERFICIE SOLICITADA DE CUSTF Y TIPO DE VEGETACIÓN FORESTAL

La superficie de cambio de uso de suelo que se propone para el proyecto es de 375,106.31 m² (37.51 ha), que corresponden al 100% de la superficie total del predio. Con el desarrollo del proyecto se afectará vegetación de Selva mediana subperennifolia en estado secundario.

1.5. DURACIÓN DEL PROYECTO

Se estima que el cambio de uso de suelo que se propone a través de la remoción de vegetación forestal, será de 5 años:

- Etapa de preparación del sitio y construcción: 5 años
- Etapa de operación: 50 años

En éste punto cabe aclarar que el presente estudio sólo considera la etapa de preparación del sitio, es decir, el cambio de uso de suelo en terrenos forestales a través de la remoción de vegetación forestal, exclusivamente para la lotificación del predio; por lo tanto, los procesos constructivos y las obras que integran el proyecto, serán sometidas a evaluación ante las autoridades competentes, en su momento procesal oportuno.

CAPÍTULO 2: USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO

2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto que se somete a evaluación, consiste exclusivamente en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, para llevar a cabo la lotificación del predio, lo que a futuro servirá de base para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional de interés social.

El proyecto se basa en el aprovechamiento de un terreno forestal que presenta vegetación de Selva mediana subperennifolia en estado de desarrollo secundario; cuya condición se debe principalmente a que el predio se ubica dentro de una zona urbana en completo desarrollo y constantemente expuesto a la presión que ejerce la actividad humana en sus inmediaciones.

En sentido de lo anterior, el promovente optó por desarrollar el presente proyecto, considerando que no se afectarán ecosistemas frágiles o de relevancia para la conservación de sus recursos naturales. Así mismo, tomó en consideración el hecho de que el predio está destinado al desarrollo urbano de acuerdo con los instrumentos de planeación urbana vigentes, lo que permite asumir que el estado actual que guarda el terreno, le confiere la característica de un terreno subutilizado en un área conurbada apta para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional. Aunado a esto, cabe destacar que la ubicación del predio lo hace ideal para la construcción de viviendas, pues se sumará a la actual oferta-demanda de dicho patrimonio dentro de la ciudad de Cancún.

2.2. NATURALEZA DEL PROYECTO

Como se mencionó en el apartado anterior, el proyecto que se propone desarrollar consiste en la remoción de vegetación forestal dentro del polígono de aprovechamiento propuesto para la lotificación del predio, lo que dará paso a la construcción de un fraccionamiento habitacional que contempla la construcción de viviendas, áreas verdes, vialidades públicas y áreas de equipamientos y comerciales, dirigidas al sector poblacional que requiere de vivienda para adquisición con financiamientos, por lo cual se entiende como una propuesta de interés social, con la finalidad de atender el sector poblacional trabajador que habita en Cancún, Quintana Roo.

El predio seleccionado se ubica dentro del polígono regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del centro de población Cancún 2014-2030; por lo cual la zona

cuenta ya con todos los servicios urbanos necesarios. Sin omitir manifestar que la posibilidad futura de desarrollo de los lotes está sujeta a la factibilidad de la dotación real de los servicios de agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica por las instancias correspondientes.

2.3. USOS QUE SE PRETENDEN CUBRIR EN EL TERRENO

Como se mencionó anteriormente, el proyecto consiste en la lotificación del terreno a través del cambio de uso de suelo, para destinarlo a la construcción de un fraccionamiento habitacional que contempla el desarrollo de viviendas; además de áreas verdes, vialidades públicas, comercio de barrio, áreas para equipamiento y áreas comerciales. En la siguiente tabla se desglosan los usos de suelo propuestos para el aprovechamiento del terreno forestal en estudio.

USOS QUE SE PRETENDEN DAR AL TERRENO		
USOS DE SUELO	SUPERFICIE m²	PORCENTAJE %
CB- Comercio de barrio	716.447	0.19
Equipamiento	73,862.295	19.69
H- Habitacional	214,527.244	57.19
Mixto comercial	22,610.491	6.03
Espacios abiertos	8,439.482	2.25
Vialidad	54,950.351	14.65
Total general	375,106.310	100.00

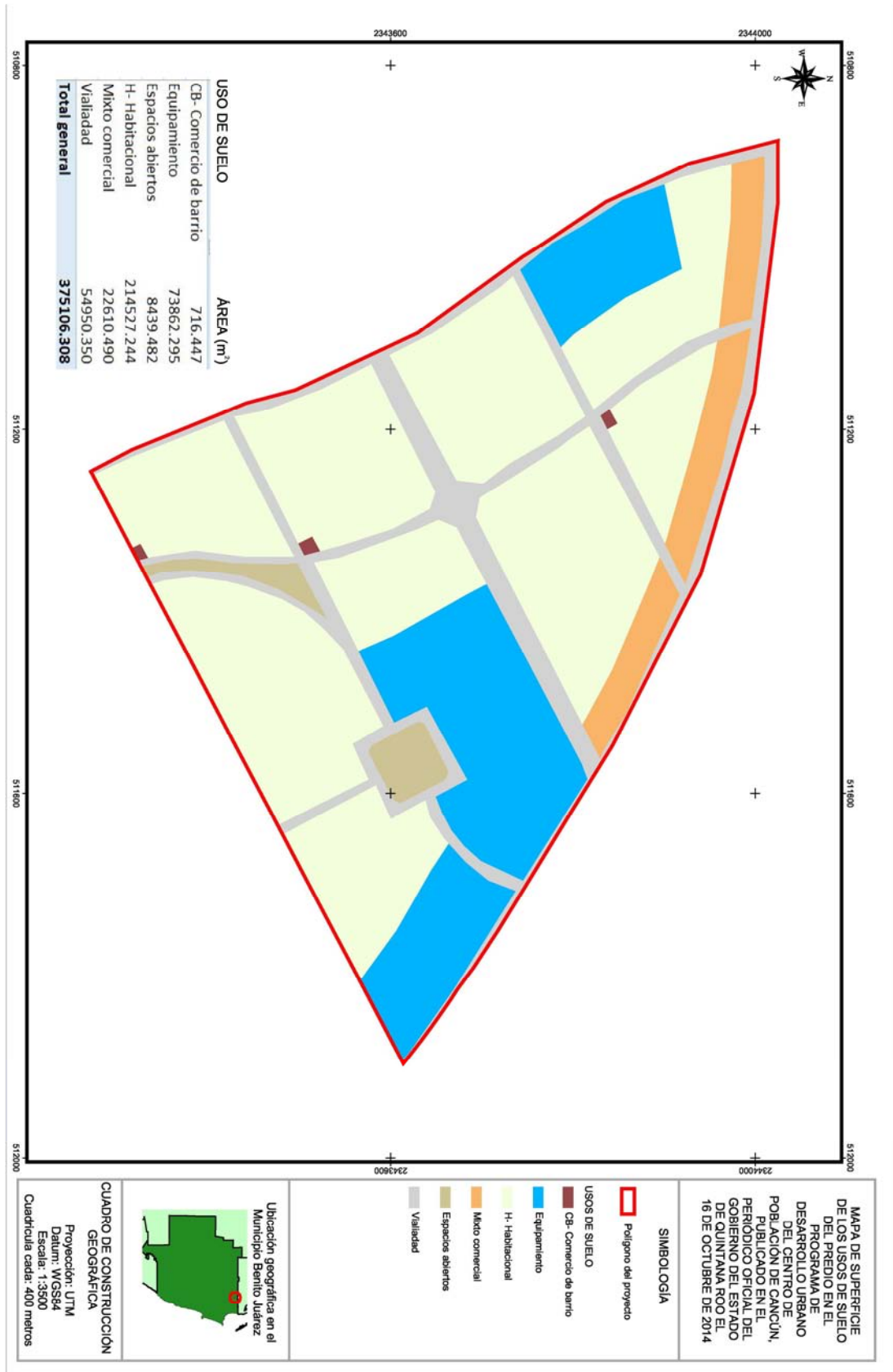
En la siguiente página se presenta el plano de usos de suelo del proyecto que se somete a evaluación, de acuerdo con el plan maestro del mismo.

2.4. USO ACTUAL DEL SUELO EN EL PREDIO Y EN SUS COLINDANCIAS

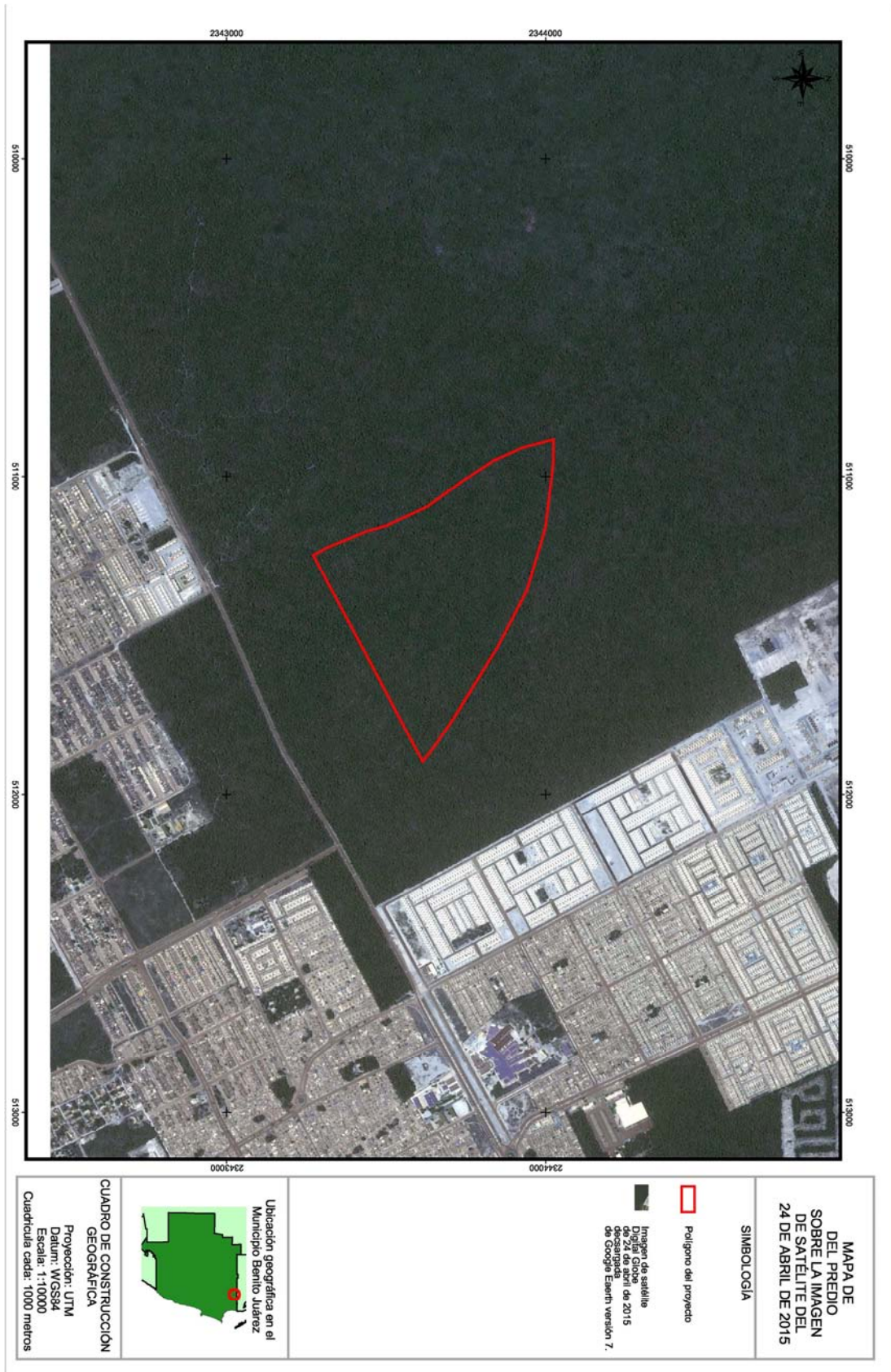
En el sitio del proyecto y en sus colindancias no se detectaron cuerpos de agua superficiales. Así mismo, es importante mencionar que el uso que se le da actualmente a la superficie propuesta para el cambio de uso de suelo, es forestal, es decir, aún conserva sus características naturales de flora y fauna propia del ecosistema que alberga.

Por otra parte, en las colindancias del predio de estudio, es notoria la existencia de múltiples desarrollos de tipo habitacional y equipamiento urbano, ya que se trata de una zona urbana en constante crecimiento y expansión; así mismo, en las colindancias también es posible observar predios en breña o subutilizados, tal como se muestra en el plano de la página 5.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



2.5. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

2.5.1. Vías de acceso

Al predio se puede llegar a través de dos de las avenidas principales que conectan a la masa urbana de la Ciudad de Cancún, la Avenida Kabah o la Avenida Chamol y la Avenida Arco Norte; y a partir de ellas se accede al predio en forma casi inmediata.

2.5.2. Suministro de agua

El agua requerida para la etapa de preparación del sitio o cambio de uso de suelo en terrenos forestales, será suministrada a través de pipas operadas por Aguakan. El agua para consumo humano será suministrada a través de garrafones de 20 litros, que pueden adquirirse en los comercios locales.

2.5.3. Energía eléctrica

No se requiere para esta etapa que se somete a evaluación, ya que se trabajará en horario diurno.

2.5.4. Drenaje sanitario

No se requiere para esta etapa del proyecto que se somete a evaluación; en su caso, se instalarán sanitarios móviles para atender las necesidades fisiológicas de los responsables de la ejecución del cambio de uso de suelo.

2.6. JUSTIFICAR POR QUÉ LOS TERRENOS SON APROPIADOS AL NUEVO USO

El sitio para la construcción del proyecto fue elegido con base en tres criterios que fueron ponderados por el promovente y que sustentan su decisión para invertir en el desarrollo de esta obra, a través de la construcción y operación de un fraccionamiento habitacional, mismos que se describen a continuación.

2.6.1. Criterios ambientales

El área en la cual se pretende desarrollar el proyecto fue seleccionada por que los impactos ambientales serán mínimos, ya que sólo implica la remoción de vegetación forestal; aunado a que el predio se encuentra cubierto en su totalidad por un ecosistema de Selva mediana subperennifolia, el cual, según la bibliografía especializada, se trata de un ecosistema importante por la diversidad de flora y fauna que alberga, pero no se considera como un ecosistema excepcional o frágil como es el caso de las dunas costeras, los humedales, manglares, selvas bajas, etc.; por lo tanto, se advierte que dicho ecosistema tendrá la capacidad de albergar el proyecto, sin que se vean comprometidos sus recursos naturales.

2.6.2. Criterios socioeconómicos

El sitio del proyecto en su estado actual (predio en breña), solamente genera gastos que no resultan redituables, tales como el pago del impuesto predial, trabajos de mantenimiento, conservación, vigilancia, etc., lo que se traduce en una pérdida monetaria y no en un beneficio económico; sin embargo, con el desarrollo del proyecto, se podrán obtener beneficios económicos desde diferentes sectores, inclusive será una fuente generadora de empleos. Así mismo, el proyecto generará ingresos económicos que permearán a los diferentes niveles de gobierno, con el pago de permisos e impuestos, en forma permanente; y lo que es más importante, proveerá de una oferta importante de vivienda digna para la población de la Ciudad de Cancún, en constante crecimiento.

2.6.3. Criterios técnicos

Los criterios técnicos seleccionados se basan en la congruencia del proyecto con los diferentes programas e instrumentos jurídicos que regulan la zona en la que se ubica, y que permiten la realización del mismo, acorde a los parámetros y lineamientos establecidos en los mismos, tales como el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030; el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez; Normas Oficiales Mexicanas; Leyes y Reglamentos aplicables y vigentes.

2.7. PROGRAMA DE TRABAJO

Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales solicitado en una superficie de 375,106.31 m² (37.51 ha), que corresponden al 100% de la superficie total del predio, se estima un plazo de 5 años (60 meses), mismo que de acuerdo con el cronograma de actividades, implicará la ejecución del cambio de uso de suelo por etapas, con los trabajos que se indican en la tabla siguiente.

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA (MESES)												
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Aviso de inicio de las actividades													
Trazo y delimitación de la superficie de CUSTF	■												
Rescate de vegetación	■	■	■										
Rescate de fauna silvestre		■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Instalación y operación del vivero rústico temporal		■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Remoción de la vegetación		■	■	■	■	■	■	■					
Despalme y rescate de la tierra vegetal		■	■	■	■	■	■						
Trituración del material vegetal		■	■	■	■	■	■						
Reforestación												■	■
Informes de avances y Finiquito			■			■				■			■

CAPÍTULO 3: UBICACIÓN Y SUPERFICIE DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS, ASÍ COMO LA DELIMITACIÓN DE LA PORCIÓN EN QUE SE PRETENDA REALIZAR EL CAMBIO DE USO DEL SUELO EN LOS TERRENOS FORESTALES, A TRAVÉS DE PLANOS GEOREFERENCIADOS

3.1. UBICACIÓN DEL PREDIO O CONJUNTO DE PREDIOS

El predio que se pretende aprovechar corresponde al lote 1109-52, ubicado en la Supermanzana 249, Manzana 11, de la zona urbana de la Ciudad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo, México; y cuenta con una superficie total de 375,106.31 m² (37.51 hectáreas).

El cuadro de construcción correspondiente al lote que conforma el predio del proyecto, se presenta a continuación.

**POLÍGONO DEL PREDIO
CUADRO DE CONSTRUCCIÓN**

VÉRTICES	X	Y
1	511752.153	2343716.898
2	511791.976	2343690.794
3	511814.456	2343673.956
4	511828.500	2343664.581
5	511842.378	2343654.962
6	511856.087	2343645.102
7	511869.621	2343635.005
8	511882.977	2343624.673
9	511896.150	2343614.109
10	511246.486	2343271.020
11	511222.305	2343316.563
12	511171.108	2343441.764
13	511156.895	2343495.491
14	511094.401	2343629.639
15	511010.100	2343745.092
16	510995.724	2343768.093
17	510950.081	2343836.600
18	510908.339	2343927.916
19	510883.088	2344025.092
20	510953.192	2344024.692
21	511160.402	2343999.040
22	511357.993	2343940.602
23	511546.850	2343843.625

Superficie: 375106.310 m²

Desde punto de vista de la cuenca hidrológico-forestal, el predio se ubica en la Región Hidrológica RH 32 Yucatán Norte, en la Cuenca Quintana Roo, Subcuenca Menda y Microcuenca Cancún, como se muestra en el plano de la página 10.

3.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOPOLÍTICA (REPRESENTACIÓN GRÁFICA)

En las páginas 10, 11 y 12 se presentan los planos georreferenciados del terreno forestal en estudio. Se incluye en forma gráfica la ubicación del proyecto en el contexto de la región y del sitio a escalas que permiten su visualización. La ubicación también se realiza considerando la Cuenca y Microcuenca hidrográfica donde se ubica el proyecto.

3.3. UBICACIÓN Y DELIMITACIÓN FÍSICA DE LA SUPERFICIE DEL PROYECTO

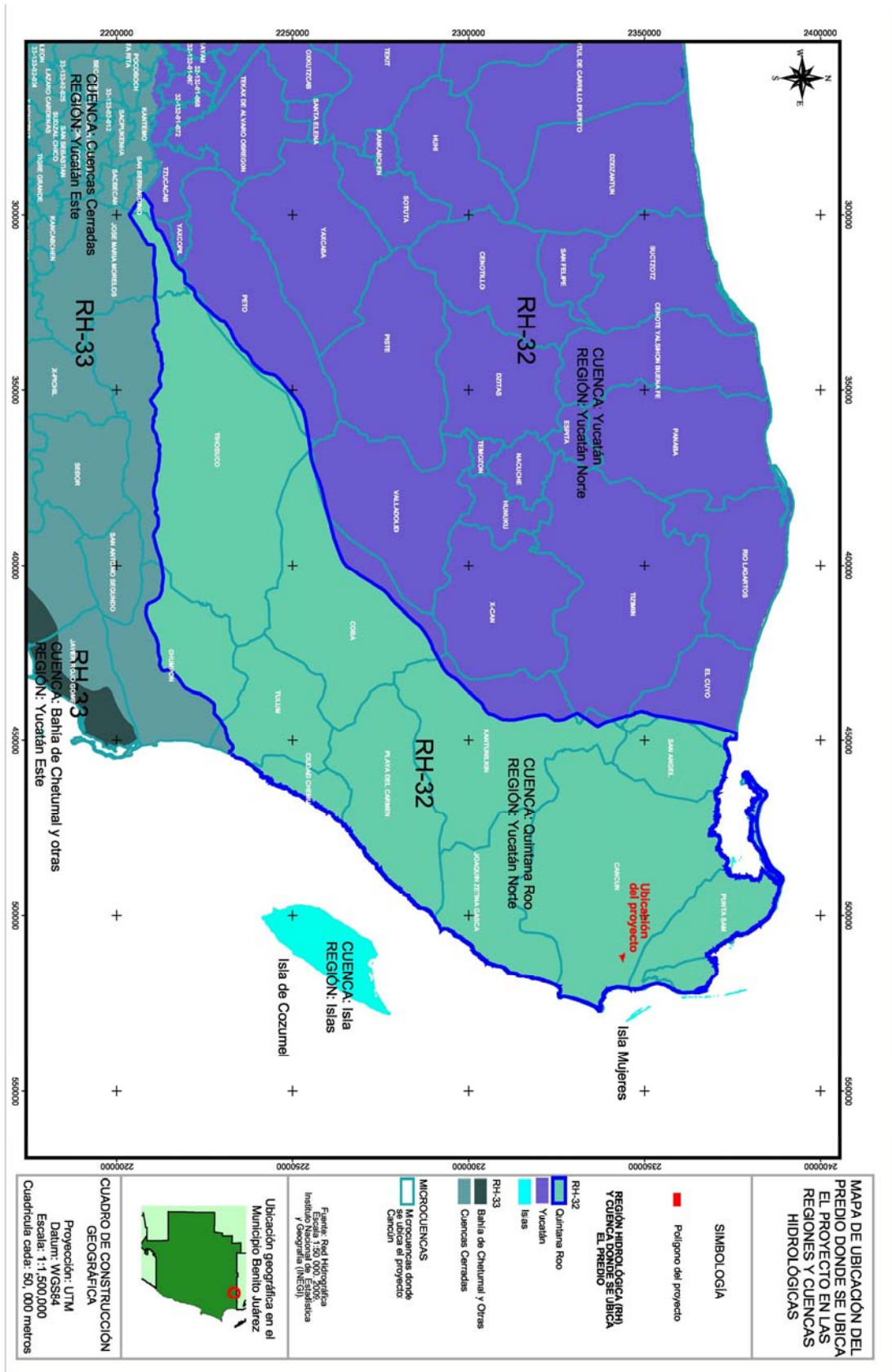
La superficie de cambio de uso de suelo que se propone para el proyecto es de 375,106.31 m² (37.51 hectáreas), que corresponden al 100% de la superficie total del predio. En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas que conforman el polígono de aprovechamiento propuesto para el desarrollo del proyecto en su conjunto:

VÉRTICES	X	Y
1	511752.153	2343716.898
2	511791.976	2343690.794
3	511814.456	2343673.956
4	511828.500	2343664.581
5	511842.378	2343654.962
6	511856.087	2343645.102
7	511869.621	2343635.005
8	511882.977	2343624.673
9	511896.150	2343614.109
10	511246.486	2343271.020
11	511222.305	2343316.563
12	511171.108	2343441.764
13	511156.895	2343495.491
14	511094.401	2343629.639
15	511010.100	2343745.092
16	510995.724	2343768.093
17	510950.081	2343836.600
18	510908.339	2343927.916
19	510883.088	2344025.092
20	510953.192	2344024.692
21	511160.402	2343999.040
22	511357.993	2343940.602
23	511546.850	2343843.625

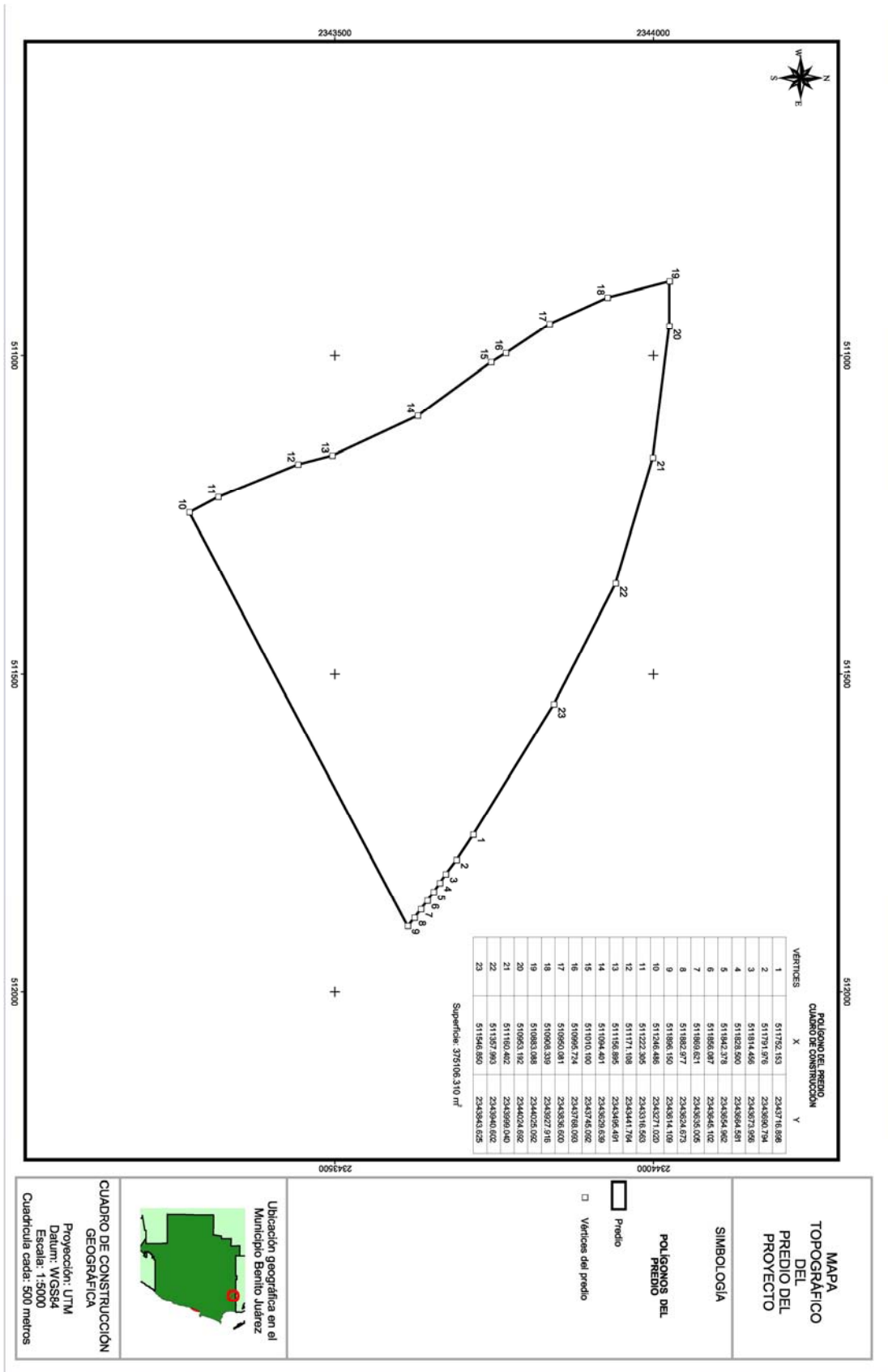
Superficie: 375106.310 m²

En las páginas 13 y 14 se presentan los planos georreferenciados de la superficie de CUSTF propuesta para el proyecto.

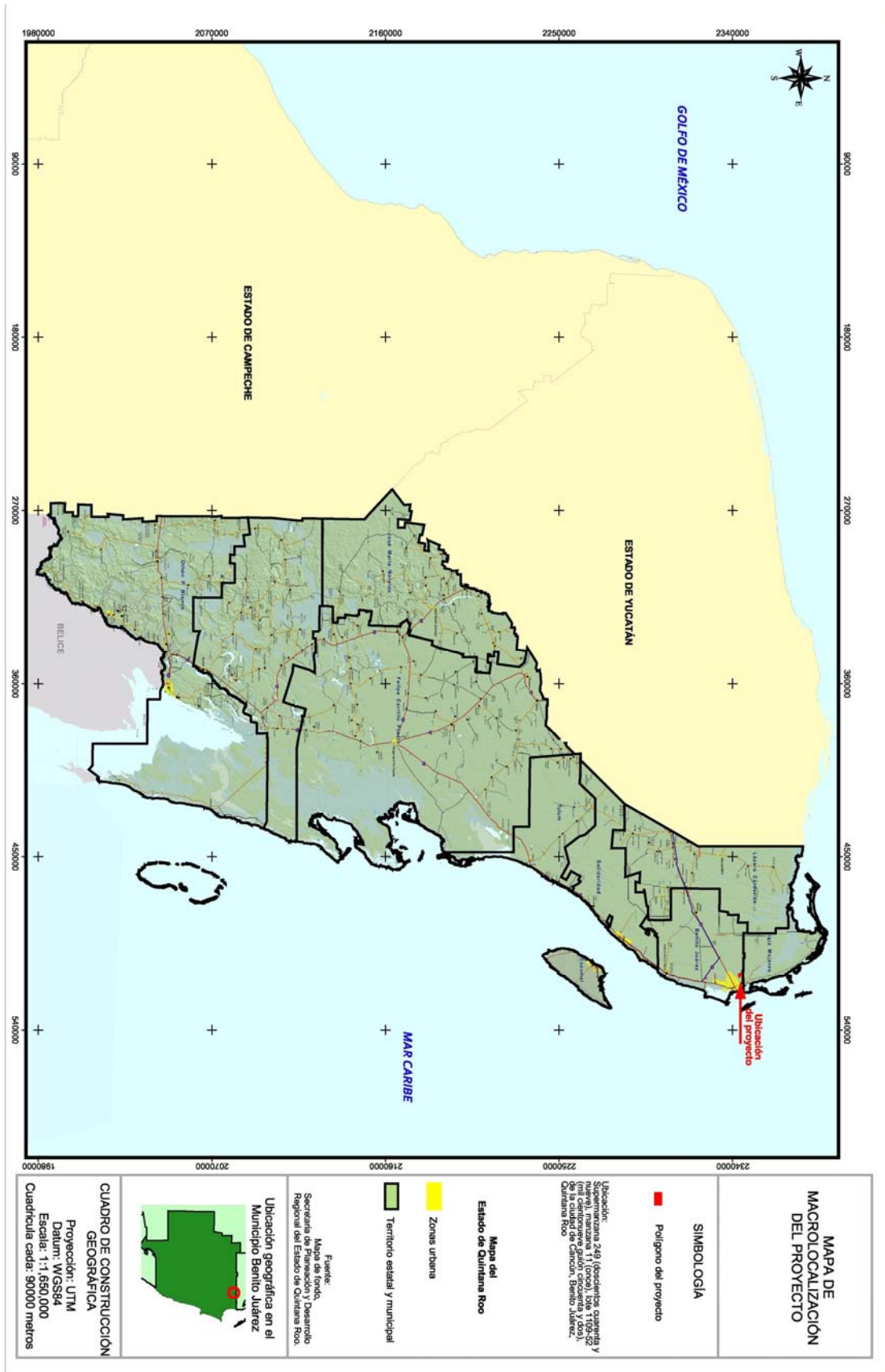
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



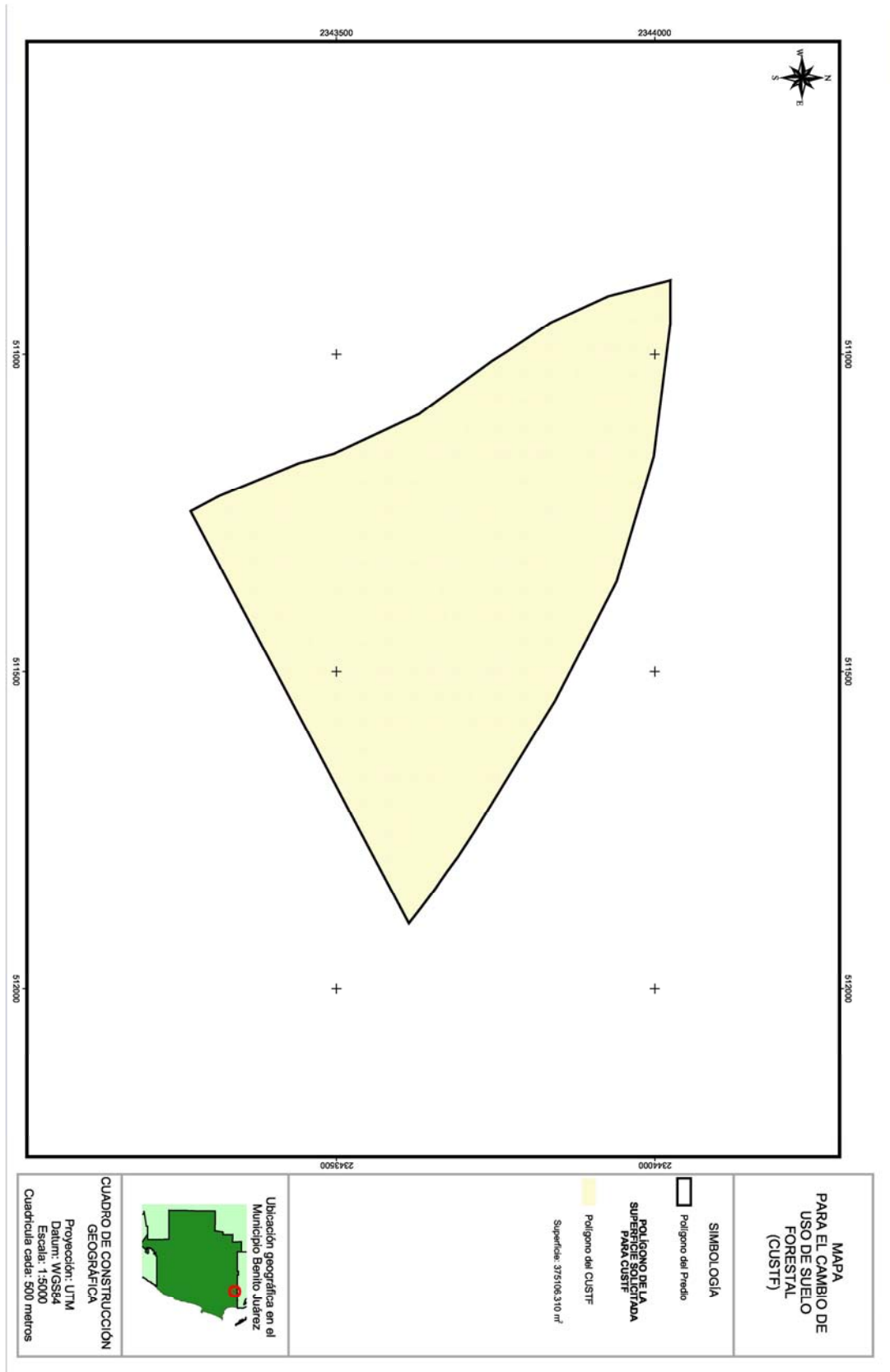
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



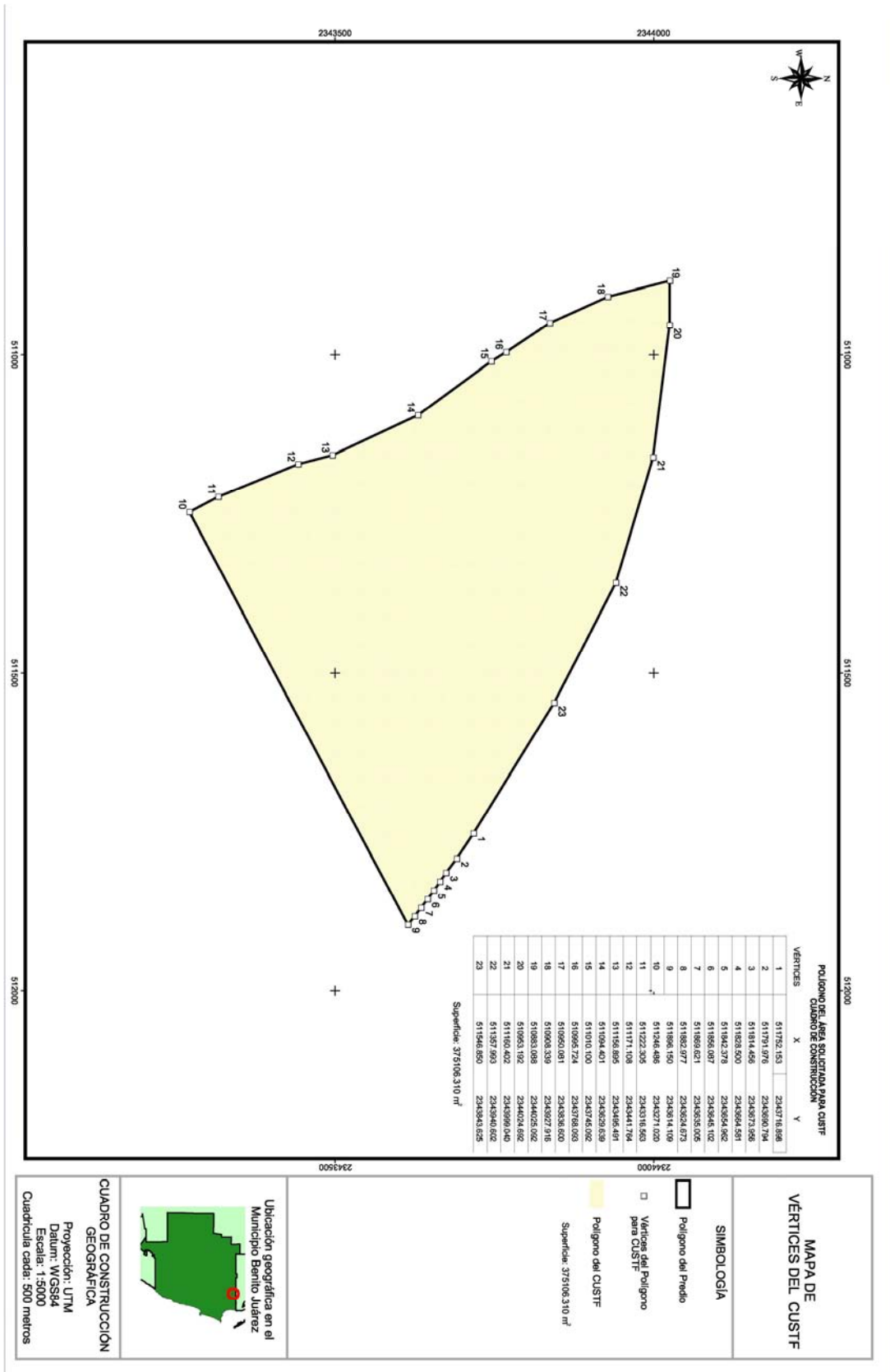
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**MAPA DE
VERTICES DEL CUSTF**

SIMBOLOGIA

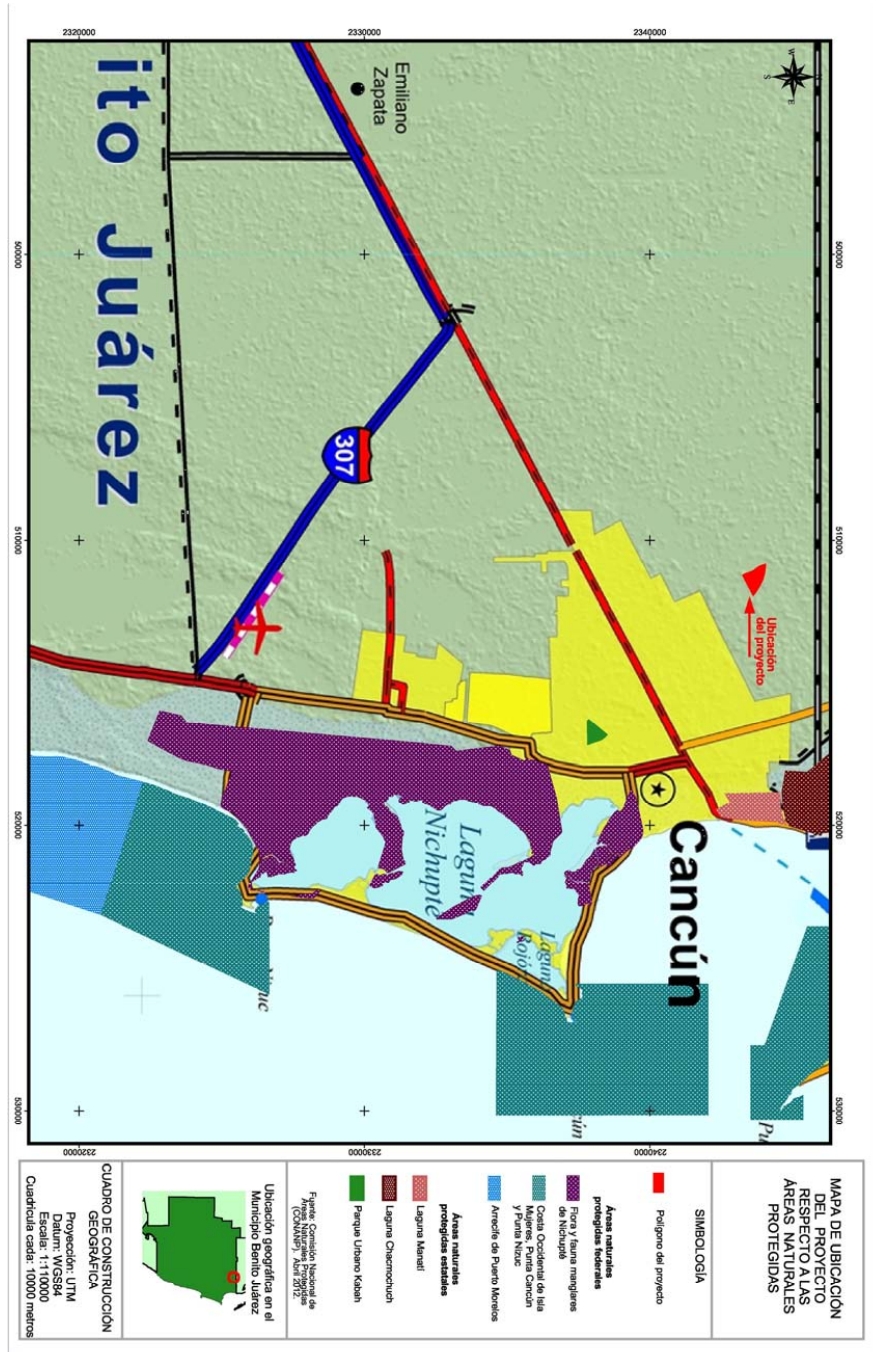
- Polígono del Predio
 - Vertices del Polígono para CUSTF
 - Polígono del CUSTF
- Superficie: 375106.310 m²



**CUADRO DE CONSTRUCCIÓN
GEOGRÁFICA**
Proyección: UTM
Datum: WGS84
Escala: 1:5000
Cuadrícula cada: 500 metros

3.4. INDICAR SI EL PROYECTO SE UBICA DENTRO DE ALGUNA MODALIDAD DE ÁREA NATURAL PROTEGIDA (ANP)

El proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretados de las Áreas Naturales Protegidas, sean de carácter Federal, Estatal o Municipal, como se muestra en el siguiente plano.



CAPÍTULO 4: DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CUENCA HIDROLÓGICO-FORESTAL EN DONDE SE UBIQUE EL PREDIO

4.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

El terreno forestal se encuentra ubicado dentro de la Cuenca Quintana Roo. A nivel de regiones hidrológicas el predio se ubica en la Región Hidrológica RH32 Yucatán Norte (Yucatán); la distribución de dicha región abarca el 31.77% de la superficie del estado de Quintana Roo en su porción norte, parte de Yucatán y de Campeche. Se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (ver plano de la página siguiente).

4.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Si bien el predio se ubica dentro de la Cuenca Quintana Roo, esta por su extensión, no resulta representativa de elementos físicos y biológicos con los que interactuará el proyecto; por lo tanto, para este estudio se optó por reducir el área de influencia del proyecto a nivel del sistema ambiental, tal como se describe a continuación.

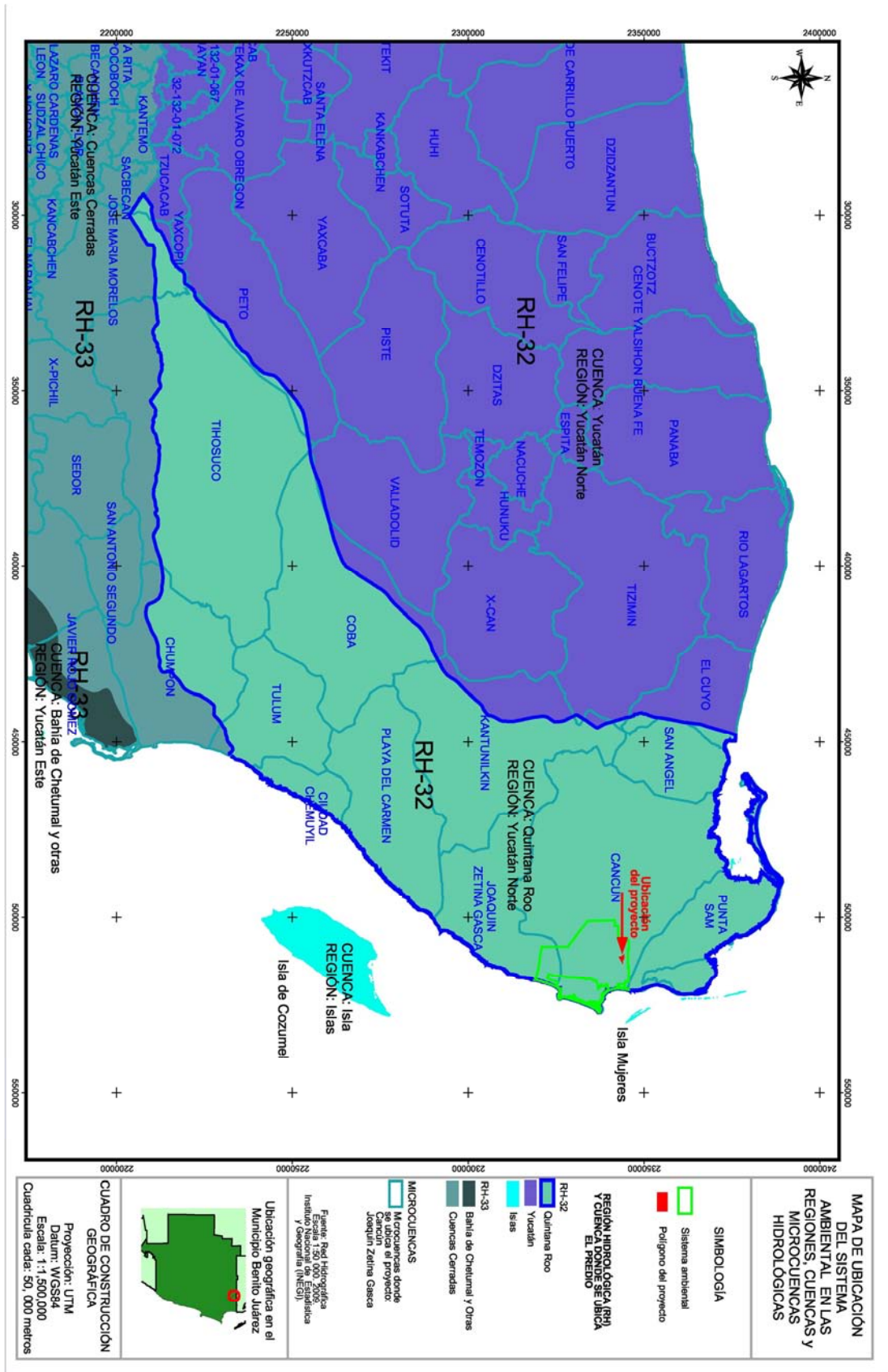
Ante dicho panorama, se optó por definir el sistema ambiental conforme a la superficie que ocupa la UGA 21 denominada “Zona urbana de Cancún” y la UGA 23 “Parque Urbano Kabah” (como predio testigo), establecidas en el decreto mediante el cual se modifica el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (2014) aplicable al predio del proyecto.

Por lo anterior, la superficie que abarca el Sistema Ambiental propuesto (UGAS 21 y 23) corresponde a 34,975.23 hectáreas, de acuerdo con la ficha técnica de dichas UGAS propuestas en el POEL de referencia.

4.3. ELEMENTOS FÍSICOS Y BIOLÓGICOS DEL SISTEMA AMBIENTAL

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

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



4.3.1. Medio abiótico

a) Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983), el sistema ambiental se ubica en el subtipo climático cálido subhúmedo Aw0(x'), el cual se distingue por los siguientes parámetros (ver plano de la página siguiente).

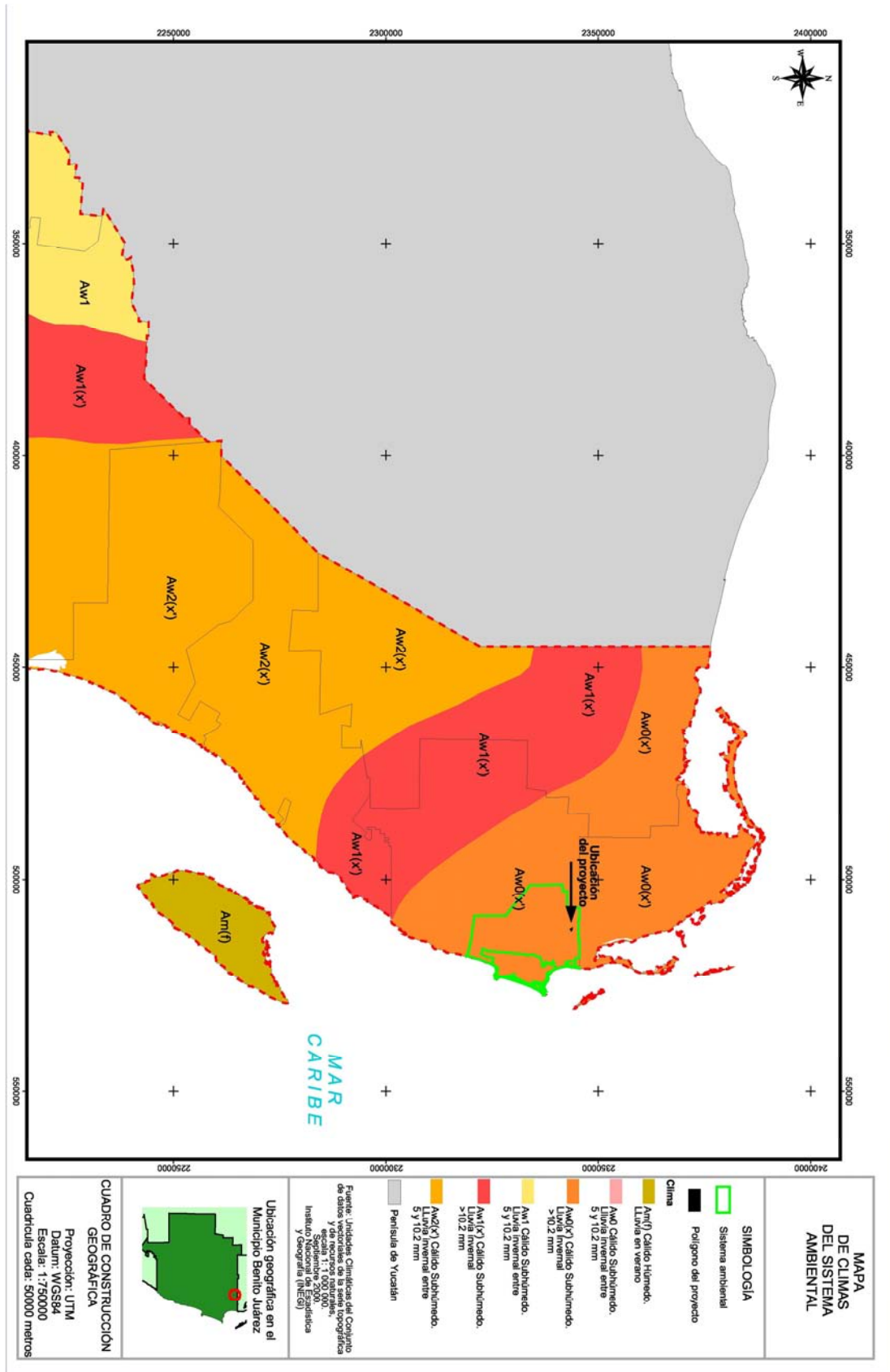
De acuerdo con los registros de la estación meteorológica de Cancún a cargo de la Comisión Nacional del Agua, la temperatura promedio anual durante el periodo 1981 – 2010 es de 27.3°C, siendo agosto el mes más caluroso con una temperatura promedio de 29.7°C, con una máxima de 34.8°C. Asimismo, enero es el mes más frío con una temperatura promedio anual de 24.1°C y mínima de 19.9°C.

Por otra parte, según la carta de precipitación media anual del INEGI, el sistema ambiental se ubica en una zona que presenta un rango de precipitación que va desde los 1000 a los 1100 mm anuales; sin embargo, con base en los registros mensuales y anuales promedio obtenidos de la estación meteorológica de Cancún, se tiene que los meses de menor precipitación media anual rondan alrededor de los 40 mm; la precipitación media anual es de 1,100 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre (ver plano de la página 20).

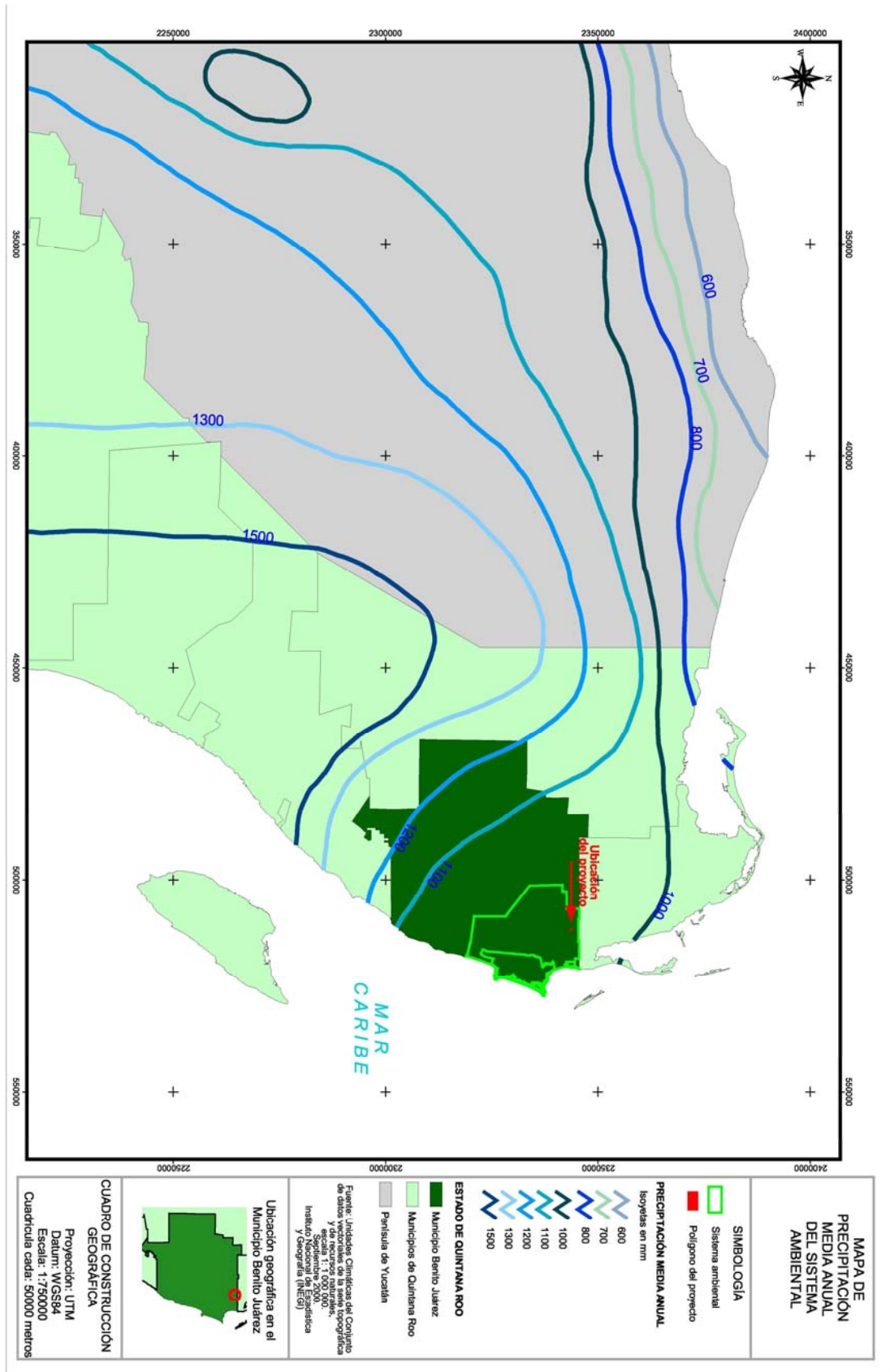
b) Vientos

En el sistema ambiental, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de Junio a Septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en Noviembre y Diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de “Nortes”.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



c) Intemperismos severos

El sistema ambiental, por su ubicación geográfica, se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad ya que se localizan en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogénicas del Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

En los últimos 25 años en el Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos (depresiones, tormentas y huracanes) de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, y por ende, el sistema ambiental, y dos de ellos han sido considerados de grandes magnitudes y devastadores para la zona de estudio; dichos eventos corresponden a Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.

d) Intemperismos no severos

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en el sistema ambiental, son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz provocar cambios en la fisiografía de la playa así como derribar árboles tierra adentro.

En los últimos años los efectos de los intemperismos severos han ocasionado pérdidas económicas y ambientales de consideración que han afectando fuertemente la industria turística costera y los ecosistemas de la península. Dentro del área de estudio, las principales afectaciones se reflejan en árboles dañados (derribados y muertos en pie), reduciendo con ello la calidad ecosistémica y la capacidad brindar refugio a ciertas especies de vertebrados.

e) Hidrología

El sistema ambiental 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.

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, el sistema ambiental pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte (ver plano de la página siguiente) y corresponde a una porción de la cuenca 32A Quintana Roo. En esta cuenca el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta; en la porción continental existen numerosos cenotes, aguadas y algunas lagunas pequeñas como Punta Laguna. Al sur de la región hidrológica existe una zona de veda denominada Benito Juárez y Cozumel que afecta a los municipios del mismo nombre. Por otro lado, se localizan dos zonas de concentración de pozos, que se utilizan para el abastecimiento de agua potable de Cancún e Isla Mujeres. Presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%.

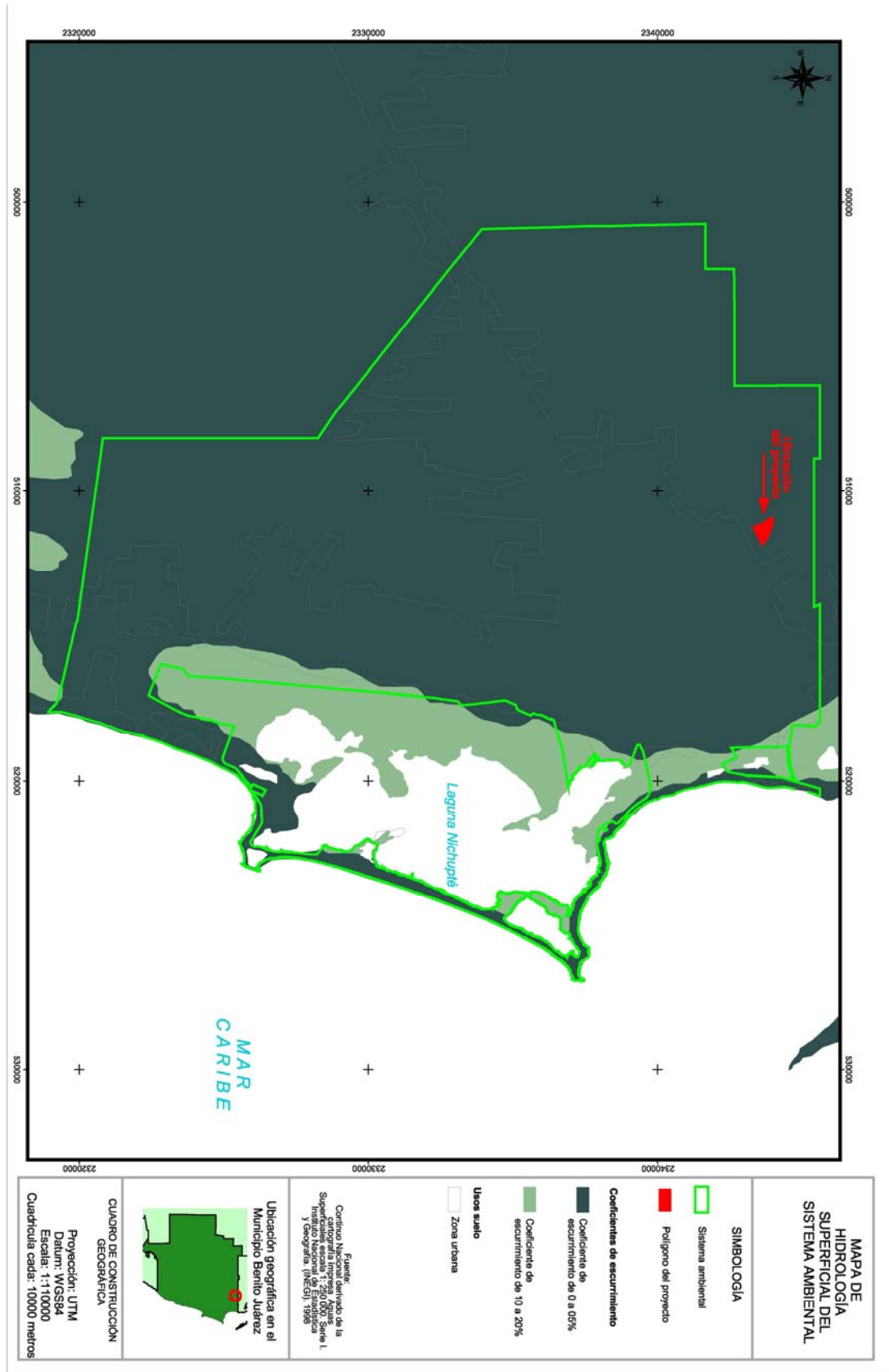
El sistema ambiental se caracteriza por la carencia de corrientes superficiales de agua debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo. El SA se encuentra en una zona que presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5% (zona en la que se ubica el predio del proyecto), y algunas pequeñas porciones de terreno se ubican dentro de una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 20%, particularmente aquellas que colindan con el Sistema Lagunar Nichupté (ver plano de la página siguiente).

Por otra parte, según la carta de hidrología subterránea (INEGI, escala 1:250000), el sistema ambiental se localiza en una zona que presenta material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero (zona en la que se ubica el predio del proyecto), a excepción de las zonas que se encuentran colindantes con el sistema lagunar Nichupté, en donde se presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero (ver plano de la página 24).

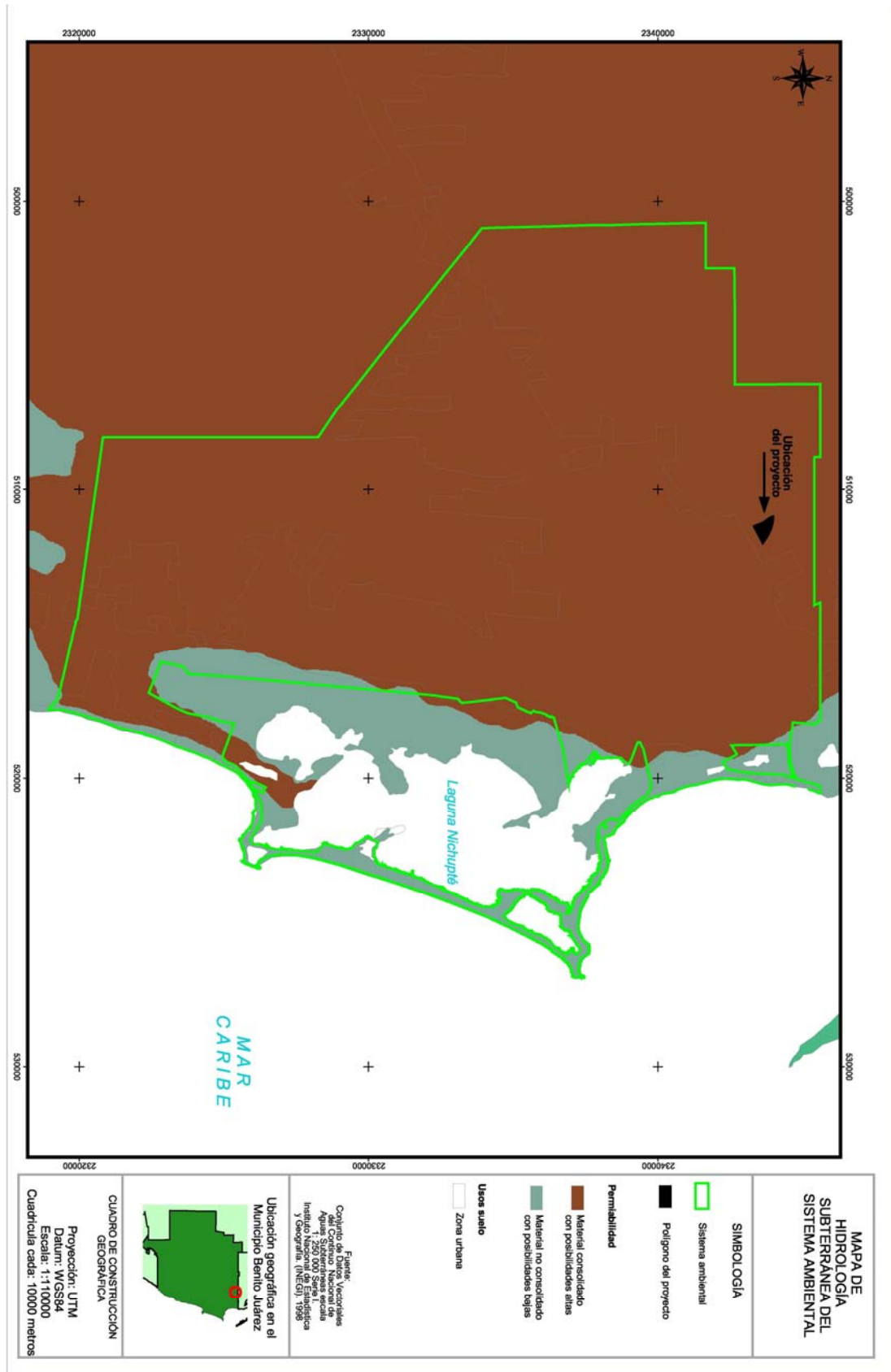
f) Fisiografía

El sistema ambiental se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche y en la parte suroeste del estado extendiéndose esta zona con dirección aproximada Norte-Sur.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste (ver plano de la página 26).

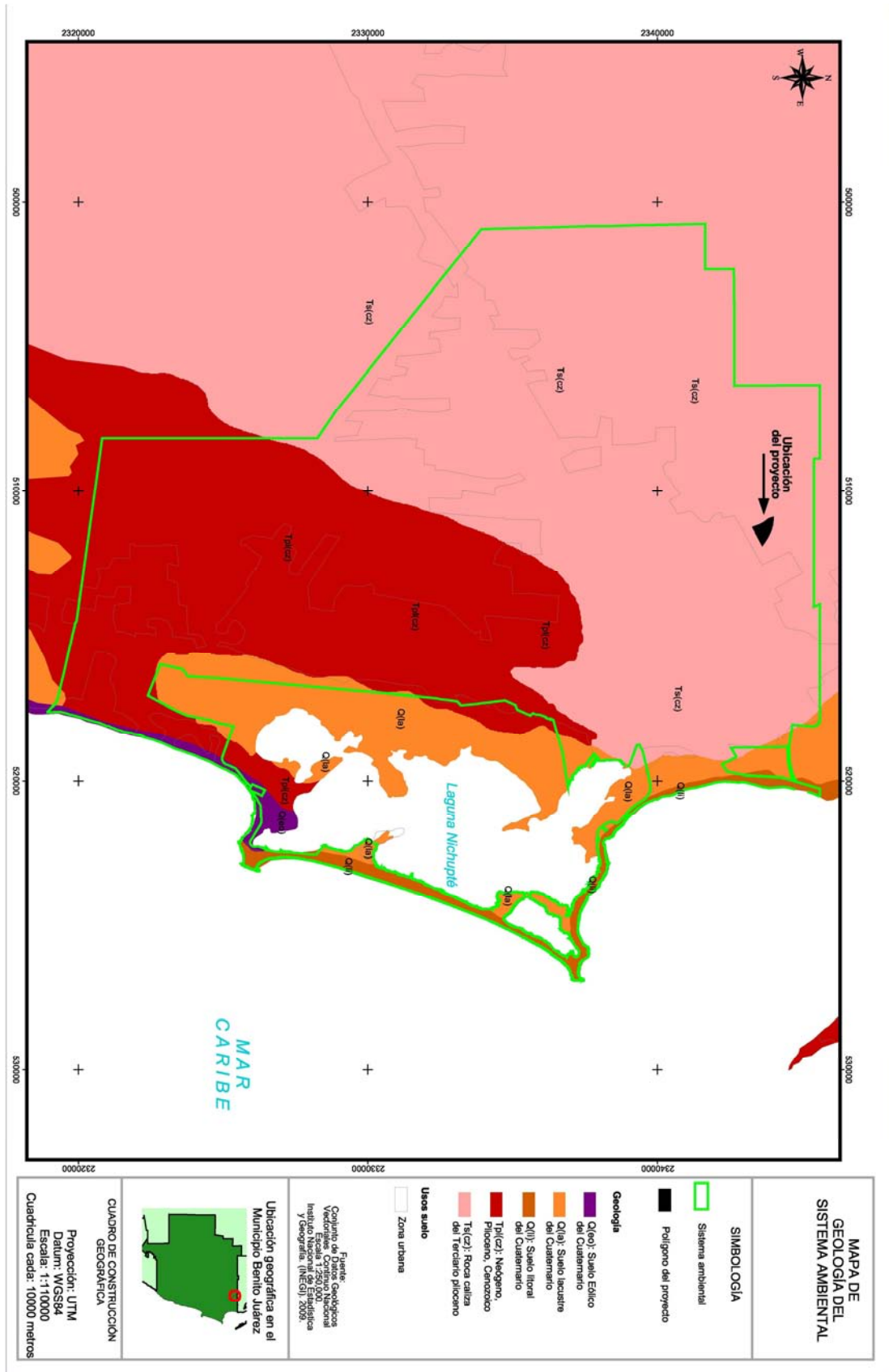
g) Geología

El sistema ambiental por sus características geológicas se define como una estructura relativamente joven, se 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. Las unidades litológicas están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario Superior (Ts) o Sistema Neógeno hasta el Cuaternario (Q), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso. El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, filtrándose el agua formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente kárstico, compuesto por grutas, corrientes subterráneas y cenotes (Weidie 1985). Su geología se encuentra integrada por unidades litológicas de tipo lacustre (5.58%). A continuación se describen las unidades geológicas presentes en el sistema ambiental (ver plano de la página 27).

Roca sedimentaria caliza: Tpl (cz).- esta unidad se presenta en forma de franjas cercanas al litoral, por lo que presenta gran cantidad de fragmentos de conchas, corales y esponjas. Estas rocas calizas están formadas por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, denominado localmente como “sascab” que se encuentra cubierto por calizas laminares dispuestas en capas delgadas y medianas con un echado horizontal. Su ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas y su relieve es de lomeríos de poca elevación paralelos a la línea de costa.

Suelo Lacustre: Q(s).- esta unidad se presenta en forma de franjas paralelas al litoral, está formada por lodos calcáreos, arcillas y arenas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separadas por un cordón litoral. Por su relieve corresponde a planicies inundables.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Roca caliza del Terciario plioceno: Ts (cz).- está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal.

h) Edafología

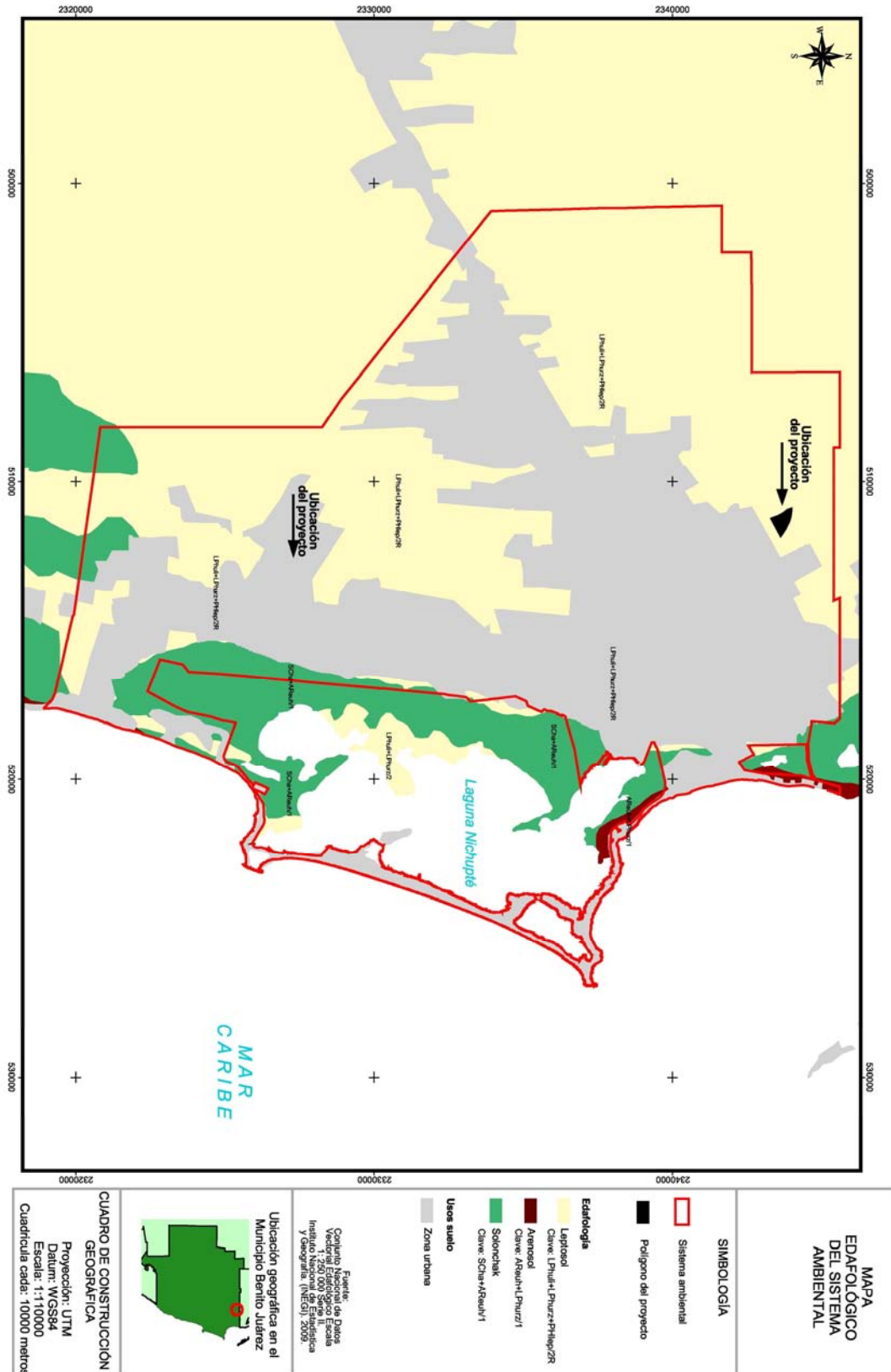
El origen geológico de la Península de Yucatán es reciente y se compone de rocas sedimentarias producto de la acción del clima sobre los estratos geológicos, así las rocas calizas afectadas por las altas temperaturas y la gran cantidad de agua de lluvia, han generado suelos denominados rendzinas, que son los que cubren la mayor parte del Estado de Quintana Roo.

La descripción de los grupos edáficos identificados en el sistema ambiental (ver plano de la página siguiente), va de lo general a lo particular, considerando que cada uno se encuentra compuesto por dos o más unidades o subunidades de suelo, cuya mezcla provee de características particulares a cada grupo (Fuente: INEGI, Banco de Información sobre Perfiles de Suelo, versión 1.0).

▀ *Unidades y subunidades de suelo identificadas en el sistema ambiental*

Unidad Rendzina (símbolo: E), del polaco rzedzic: ruido; connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Son suelos con menos de 50 cm de espesor que están encima de rocas duras ricas en cal. La capa superficial es algo gruesa, oscura y rica en materia orgánica, y nutrientes. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos (por debajo de los 25 cm) pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión y no tienen subunidades.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



Unidad Litosol (símbolo: I), del griego lithos: piedra; literalmente, suelo de piedra. Son suelos muy delgados, su espesor es menor a 10 cm, y descansa sobre un estrato duro y continuo, tal como roca, tepetate o caliche. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades.

Solonchak (símbolo: Z). Del ruso sol: sal; literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal pero con rendimientos bajos. Son suelos alcalinos con alto contenido de sales en alguna capa a menos de 125 cm de profundidad. Para la cuenca se identificó la **subunidad Solonchak órtico** (símbolo: Zo), del griego orthos: recto, derecho. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Se trata de un Solonchak con una capa superficial clara y pobre en materia orgánica, y nutrientes.

Regosoles (símbolo: R), del griego reghos: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Son suelos sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Son suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Para la cuenca se identificó la **subunidad Regosol calcárico** (símbolo: Rc), del latín calcareum: calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Se trata de un tipo de regosol con algo de cal a menos de 50 cm de profundidad.

▸ *Clase textural de los tipos de suelo identificados en el sistema ambiental*

La clase textural indica el tamaño general de las partículas que forman el suelo y que en la carta aparecen con números. El número 1 representa los suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena), con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas. El número 2 se refiere a suelos de textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo. El número 3 representa suelos arcillosos de textura fina (con más de 35% de arcilla) que tienen mal drenaje, escasa porosidad, son por lo general duros al secarse, se inundan fácilmente y son menos favorables al laboreo

▸ *Clasificación de los suelos identificados en el sistema ambiental*

E+I/2/L. Rendzina como suelo predominante más Litosol como suelo secundario; con clase textural media.

Zo+Rc/1/n. Solonchak órtico como suelo predominante mas Regosol calcárico como suelo secundario; con clase textural gruesa.

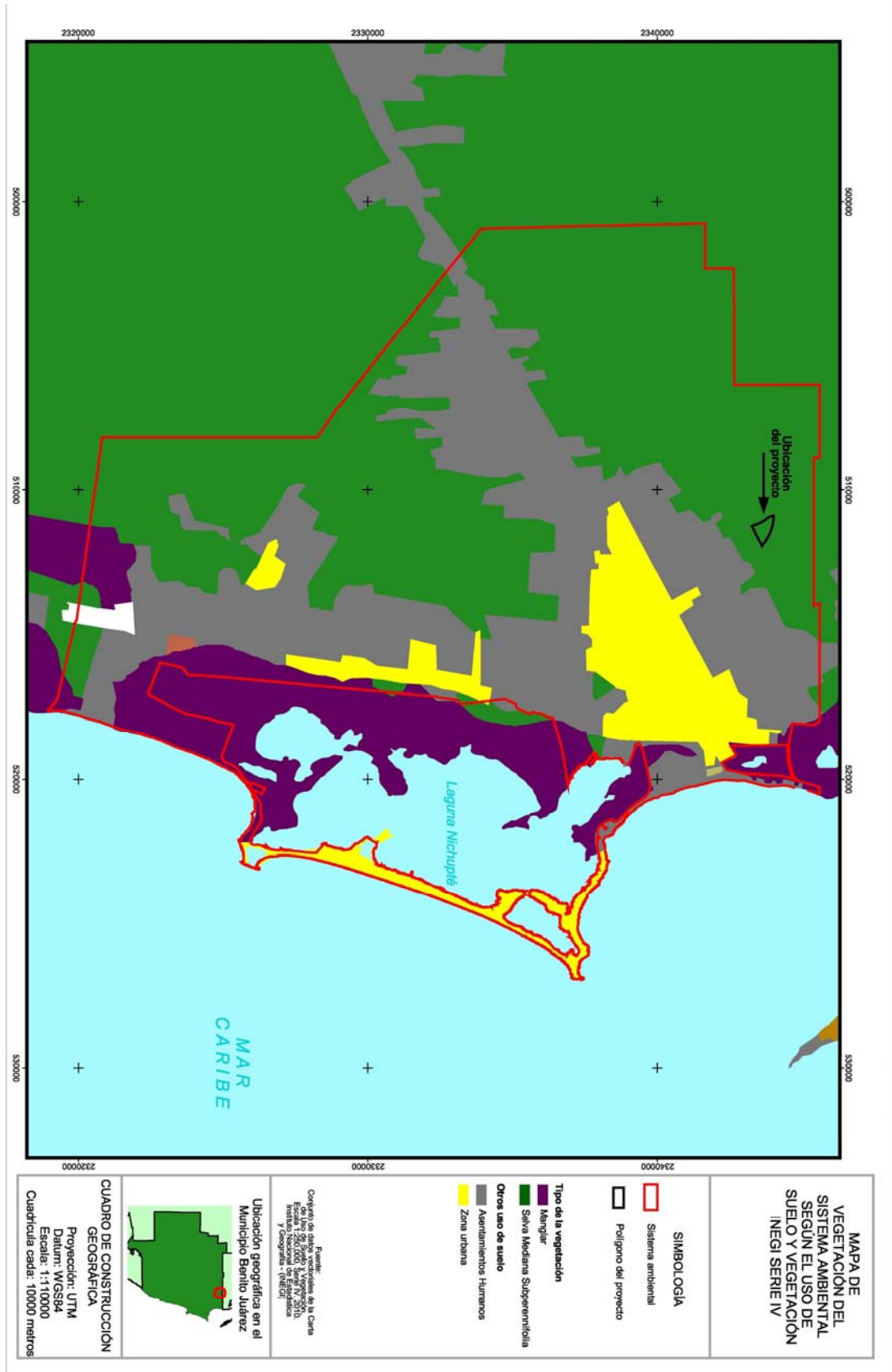
I+Rc+E/2. Litosol como suelo predominante mas Regosol calcárico como suelo secundario, y Rendzina como suelo terciario; con clase textural media.

4.3.2. Medio biótico

a) Vegetación

Como fuente oficial podemos citar que de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (serie IV, escala 1:250000), en el sistema ambiental es posible observar cuatro tipos de vegetación: Selva mediana subperennifolia, Manglar y Pastizal cultivado (ver plano de la página siguiente); y entre los usos de suelo identificados observamos áreas sin vegetación aparente y asentamientos humanos (zona urbana); sin embargo, de acuerdo con las fichas técnicas de las Unidades de Gestión Ambiental del POEL que integran el Sistema Ambiental, encontramos los siguientes usos de suelo y vegetación.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

UGA 21:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia 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

UGA 23:

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	35.86	94.24
SV	Sin Vegetación Aparente	1.12	2.93
ZU	Zona Urbana	1.07	2.82
TOTAL		38.06	100.00

A continuación se describen los principales tipo de vegetación identificadas de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI, conforme al plano de la página anterior.

▸ *Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)*

Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal

son predominantemente rocas cársticas. Sus árboles de esta comunidad, al igual que los de la selva alta perennifolia, tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 35 m, alcanzando un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aún cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 a 35 m. Formando parte de los estratos (especialmente del bajo y del medio) se encuentran las palmas.

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

▀ *Manglar (VM)*

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m, pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presenta los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto.

▀ *Pastizal cultivado*

Ecosistemas constituidos por comunidades herbáceas en las que predominan las gramíneas y las graminoides, cuyo origen obedece a condiciones de perturbación por sobrepastoreo.

b) Fauna

Si bien no existe un estudio faunístico confiable que determine el número de especies que se distribuyen específicamente dentro del sistema ambiental propuesto, se optó por considerar lo citado en la literatura respecto a los registros de fauna reportados a nivel municipal.

De acuerdo con los resultados, la riqueza faunística del municipio se estima en 566 especies, siendo el grupo de las aves el que presenta el mayor número con el 71% del total de las especies. Asimismo, es sobresaliente que 123 especies (21%) se encuentran incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo, trece de las cuales son consideradas endémicas para la Península de Yucatán, tal como se presente en la siguiente tabla y gráfica (Servicios ambientales y Jurídicos, S. C., 2011)¹.

FAUNA							
GRUPO	ESPECIES	FAMILIAS	REGISTROS			ENDÉMICOS	
			NOM-059	P	A		Pr
Peces continentales	26	15	2	1	1	0	2
Anfibios	15	7	3	0	0	3	1
Reptiles	57	19	27	4	9	14	1
Aves	406	65	78	11	19	48	6
Mamíferos	62	26	13	7	6	0	3
TOTALES	566	132	124	23	35	65	13



4.3.3. Medio socioeconómico

Considerando que el sistema ambiental abarca el centro de población de la Ciudad de Cancún, así como la localidad de Alfredo V. Bonfil, el medio socioeconómico del sistema ambiental se describe considerando los aspectos sociales y económicos que

¹ Servicios Ambientales y Jurídicos, S. C. 2011. Modificación al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Q. Roo. Etapa de Caracterización. H. Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, México.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

caracterizan a ambas localidades (tomado de Servicios ambientales y Jurídicos, S. C., 2011)².

a) Tamaño de la población y tendencias de crecimiento

Cancún es la localidad que concentra mayor cantidad de población, seguida de Alfredo V. Bonfil, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35.- Evolución de la Población y Tasas de Crecimiento del Municipio Benito Juárez

Año	Población						TMCA c/10 años			TMCA c/5 años			
	1980	1990	1995	2000	2005	2010	80-90	90-00	00-10	90-95	95-00	00-05	05-10
Benito Juárez	37,190	176,765	311,696	419,815	572,973	661,176	16.9	9.0	4.6	12.0	6.1	6.4	2.9
Cancún	33,273	167,730	297,183	397,191	526,701	628,306	17.6	9.0	4.7	12.1	6.0	5.8	3.6
Alfredo V. Bonfil	848	2,696	5,418	8,148	13,822	14,900	12.3	11.7	6.2	15.0	8.5	11.1	1.5
Leona Vicario	1,377	2,432	3,503	4,599	5,358	6,517	5.9	6.6	3.5	7.6	5.6	3.1	4.0
Puerto Morelos y Joaquín Zetina Gasca	672	1,380	2,208	3,438	7,726	9,188	7.5	9.6	10.3	9.9	9.3	17.6	3.5
Resto del Municipio		2,527	3,384	6,439	19,366	2,265		9.8	NA*	6.0	13.7	24.6	NA*

Fuente: En base a Censos Generales y Conteos de población y Vivienda, INEGI

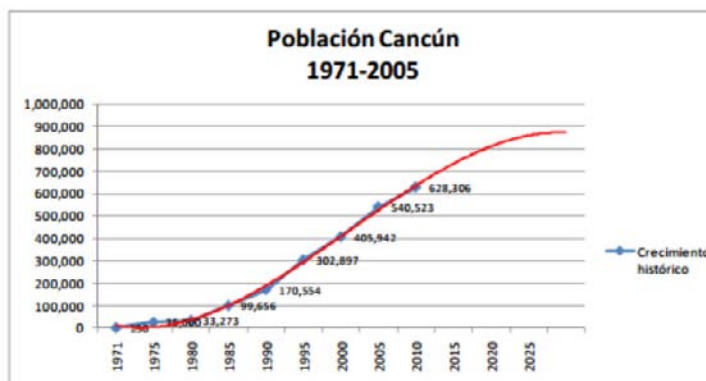
Lo anterior se confirma al analizar la distribución de la población de acuerdo al tamaño de la localidad (en número de viviendas), ya que sólo la ciudad de Cancún alberga 628,306 habitantes, lo que representa que el 95.03% del total de la población en el municipio vive en esta ciudad. Seguido en orden de importancia encontramos a Alfredo V. Bonfil con 14,900 habitantes que representa el 2.25% de la superficie total.

En la siguiente tabla se muestra la superficie que ocupa actualmente la mancha urbana en las localidades que son objeto de análisis:

Localidad	Superficie (hectáreas)
Cancún	15,451.29 Ha
Alfredo V. Bonfil	3,562.30 Ha
Puerto Morelos	396.08 Ha
Leona Vicario	412.02 Ha

Del análisis de las tendencias del crecimiento poblacional de la ciudad de Cancún entre 1971 y 2005, se obtuvo el siguiente gráfico que expresa la proyección del crecimiento en un lapso de 20 años, mostrando que la tasa de crecimiento ha comenzado a disminuir, aunque todavía faltarían unos 15 años más para comenzar a entrar a una fase de estabilización.

² Ibidem



b) Demografía

En la siguiente gráfica se describe la estructura de la población en las localidades de Cancún y Alfredo V. Bonfil.



La estructura de la población, mostrada en relación a grupos de edad menores a 25 años (como dependientes económicos), de 26 a 59 años (como grupo de población económicamente activa) y mayores a 60 años (como gente de la 3ª edad) muestran que en la población de Bonfil existe una mayor proporción de dependientes económicos (menores a 25 años) propiciada por procesos migratorios de la Población Económicamente Activa buscando oportunidades de trabajo en Cancún o Puerto Morelos. Además de que la tasa de natalidad y de adultos mayores a 60 años, también es mayor en esa localidad.

En la siguiente tabla se presentan los datos demográficos específicos para la localidad de Bonfil (tomado de (<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=230050002>)).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Año	2005			2010		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Datos demográficos						
Total de población en la localidad	6,997	6,825	13,822	7,639	7,261	14,900
Viviendas particulares habitadas	3,421			3,720		
Grado de marginación de la localidad <i>(Ver indicadores)</i>	Bajo			Medio		
Grado de rezago social localidad <i>(Ver indicadores)</i>	2 bajo			Muy bajo		
Indicadores de carencia en vivienda <i>(Ver indicadores)</i>						

c) Inmigración

De las dos localidades en estudio, Cancún destaca por concentrar la mayor parte de la población migrante, ya que el 94% radica en esta Localidad. En la siguiente tabla se presenta el grado de inmigración en ambas localidades³.

Nombre de la localidad	Población 2010	Grado de marginación de la Localidad 2010	Ámbito
Alfredo V. Bonfil	14,900	Medio	Urbano
Cancún	628,306	Bajo	Urbano

d) Vivienda

En la ciudad de Cancún se estiman 186,121 viviendas, con un promedio de 152 m² por lote y 82 m² de construcción; mientras que las viviendas en vecindad representan el 8% del total.

En la localidad de Bonfil se encuentran 3421 viviendas, de las cuales el 2.11% disponen de una computadora. A continuación se presentan los indicadores de carencia de viviendas en la localidad.

Indicadores de carencia en viviendas

Alfredo V. Bonfil	2005 ^[1]		2010 ^[2]	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	3,421		3,720	
Carencia de calidad y espacios de la vivienda				
Viviendas con piso de tierra	75	3.16	63	1.70
Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas				
Viviendas sin drenaje	33	1.40	28	0.76
Viviendas sin luz eléctrica	1,079	31.54	62	1.67
Viviendas sin agua entubada	1,192	50.38	2,566	69.46
Viviendas sin sanitario	1,116	32.62	61	1.64

Nota: Para el cálculo se excluyen las viviendas no especificadas.

Fuente: ^[1] Elaboración propia a partir de INEGI. II Censo de Población y Vivienda 2005.

^[2] Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010: Principales Resultados por Localidad.

³ Juan Roberto Calderón Maya, Héctor Campos Alanís, Pedro Leobardo Jiménez Sánchez. Análisis de la Marginación Urbana en Cancún, Quintana Roo

e) Actividad comercial

De acuerdo con el Padrón Catastral, en Cancún predomina el uso comercial en dos zonas: Zona Hotelera y Zona Centro, se diferencian por presentar predios más grandes en Zona Hotelera, en cambio la Zona Centro registra un coeficiente de uso de suelo mayor.

En el caso de Bonfil, su población se dedica principalmente a actividades de servicio en Cancún y en menor grado a actividades agropecuarias. Dicha población nació de colonos originarios del norte del país, los cuales contribuyeron al aumento demográfico de Quintana Roo.

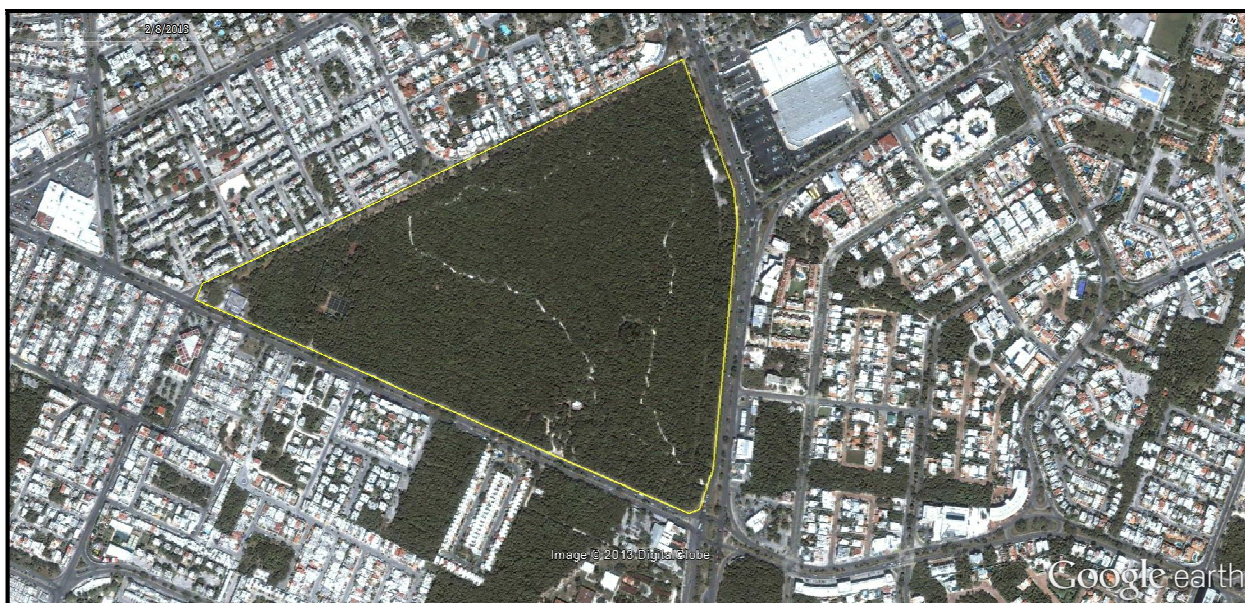
4.4. CONDICIONES BIÓTICAS DEL PREDIO TESTIGO (FLORA Y FAUNA)

a) Vegetación a nivel del predio testigo

Considerando que el cambio de uso de suelo propuesto afectará vegetación de Selva mediana subperennifolia, a continuación se presenta un análisis de la estructura y composición de un ecosistema similar que se desarrolla dentro de la unidad de análisis o sistema ambiental delimitado, que para fines del presente estudio se deonomiará como el predio testigo; como se describe a continuación.

▸ Delimitación del área de estudio

Par poder determinar la estructura y composición de la flora en un ecosistema similar al que será afectado con el cambio de uso de suelo, se seleccionó como área de estudio o predio testigo, la UGA 23 del POEL del Municipio de Benito Juárez vigente, denominada "Parque Kabah", ubicada en la ciudad de Cancún, la cual cuenta con una superficie de 38.06 ha, de acuerdo con la ficha técnica contenida en el POEL-BJ referido; ya que dicha superficie está destinada a su preservación dentro del sistema ambiental y posee el mismo ecosistema que aquel que se desarrolla dentro de la superficie de aprovechamiento, a saber, Selva mediana subperennifolia. En la imagen siguiente (polígono en color amarillo) se puede observar la delimitación del área de estudio propuesta como predio testigo.



▸ Metodología del inventario

Dentro del polígono antes referido, se llevó a cabo un inventario forestal a través de un muestreo aleatorio simple en 15 sitios de muestreo. Cada sitio de muestreo consistió en una serie de tres cuadrantes anidados, cuyas características se describen a continuación:

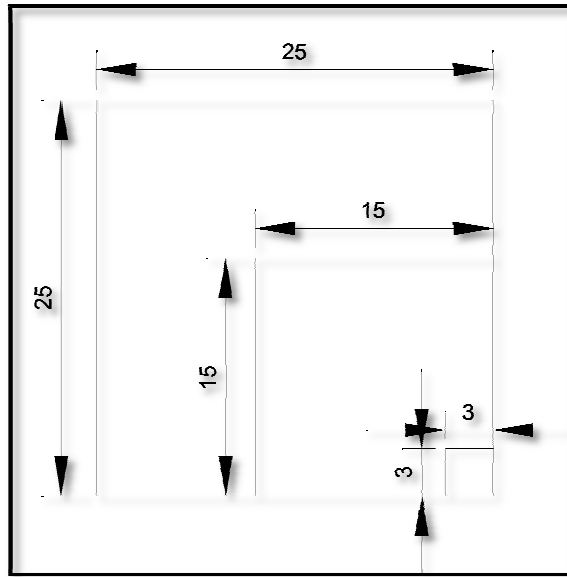
Primer cuadrante: dimensiones de 25 m x 25 m (625 m² de superficie), para la medición de individuos arbóreos con diámetro normal a la altura del pecho (1.30 m del suelo) igual o mayor a 10 cm.

Segundo cuadrante: dimensiones de 15 m x 15 m (225 m² de superficie), para la medición de individuos arbustivos con diámetro normal a la altura del pecho (1.30 m del suelo) menor a 10 cm.

Tercer cuadrante: dimensiones de 3 m x 3 m (9 m² de superficie), para la toma de datos a nivel del estrato herbáceo (regeneración natural del ecosistema).

En la imagen siguiente se muestra la forma, tamaño y distribución de los cuadrantes utilizados en cada sitio de muestreo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



A continuación se presentan los vértices de los sitios de muestreo dentro del polígono de estudio, así como el plano de ubicación de los mismos.

Nombre: S 1 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516343.00 m E Coordenada Norte: 2337862.00 m N	Nombre: S 2 Zona: 16 Q Coordenada Este: 517154.00 m E Coordenada Norte: 2337837.00 m N	Nombre: S 3 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516865.00 m E Coordenada Norte: 2338023.00 m N
Nombre: S 4 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516663.00 m E Coordenada Norte: 2338008.00 m N	Nombre: S 5 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516863.00 m E Coordenada Norte: 2337821.00 m N	Nombre: S 6 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516464.00 m E Coordenada Norte: 2337822.00 m N
Nombre: S 7 Zona: 16 Q Coordenada Este: 517059.00 m E Coordenada Norte: 2337981.00 m N	Nombre: S 8 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516970.00 m E Coordenada Norte: 2338249.00 m N	Nombre: S 9 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516527.00 m E Coordenada Norte: 2338066.00 m N
Nombre: S 10 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516673.00 m E Coordenada Norte: 2338196.00 m N	Nombre: S 11 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516760.00 m E Coordenada Norte: 2338294.00 m N	Nombre: S 12 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516872.00 m E Coordenada Norte: 2338338.00 m N
Nombre: S 13 Zona: 16 Q Coordenada Este: 516753.00 m E Coordenada Norte: 2338063.00 m N	Nombre: S 14 Zona: 16 Q Coordenada Este: 517013.00 m E Coordenada Norte: 2338100.00 m N	Nombre: S 15 Zona: 16 Q Coordenada Este: 517008.00 m E Coordenada Norte: 2337900.00 m N



▸ **Resultados del inventario (composición de la vegetación)**

A continuación se presenta la composición florística de las especies que fueron registradas en los sitios de muestreo, por cada estrato de la vegetación.

ESTRATO ARBOREO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
2	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
3	ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sac chacah
4	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	Huano

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBOREO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
5	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
6	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote
7	BOMBACACEAE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceiba
8	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote
9	BURCERACEAE	<i>Protium copal</i>	Copal
10	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
11	CANELLACEAE	<i>Canela winterana</i>	Canela de cullo
12	CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy
13	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo
14	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
15	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolché
16	EUPHORBIACEAE	<i>Guettarda elliptica</i>	Ekulub
17	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté
18	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoché
19	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
20	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
21	FABACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>	Catalox
22	FABACEAE	<i>Diphysa carthagenensis</i>	Ts'u'ts'uk
23	FABACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché
24	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
25	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca
26	FABACEAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Pata de caballo
27	FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaxin
28	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché
29	FABACEAE	<i>Acacia glomerosa</i>	Sac pich
30	FABACEAE	<i>Sweetia panamensis</i>	Huesillo
31	FLACOURTIACEAE	<i>Zuelania guidonia</i>	Palo volador
32	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
33	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Guayacté
34	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua
35	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo
36	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higo
37	MORACEAE	<i>Ficus tecolutensis</i>	Mata palo
38	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón
39	MYRTACEAE	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo
40	MYRTACEAE	<i>Eugenia trikii</i>	Escobeta
41	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Xta'tsi
42	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
43	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob
44	RUBIACEAE	<i>Randia longiloba</i>	Cruceta
45	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab
46	RUTACEAE	<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
47	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy
48	SAPINDACEAE	<i>Matayba oppositoliai</i>	Guayancox
49	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya de monte
50	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito
51	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote
52	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté
53	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBÓREO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
54	SAPOTACEAE	<i>Dipholis salicifolia</i>	Zapote faisán
55	SAPOTACEAE	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo
56	SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak'
57	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Capulín
58	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik

ESTRATO ARBUSTIVO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
2	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akits
4	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	Huano
5	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
6	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote
7	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
8	CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy
9	CECROPIACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo
10	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
11	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolché
12	EUPHORBIACEAE	<i>Guettarda elliptica</i>	Ekulub
13	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté
14	FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Cacaoché
15	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
16	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
17	FABACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'its'ilché
18	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
19	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca
20	FABACEAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Pata de caballo
21	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché
22	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
23	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>	Guayacté
24	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
25	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua
26	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo
27	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higo
28	MORACEAE	<i>Ficus tecolutensis</i>	Mata palo
29	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón
30	MYRTACEAE	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayabillo
31	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Xta'tsi
32	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
33	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob
34	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab
35	RUTACEAE	<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	Naranjillo
36	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy
37	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya de monte
38	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito
39	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote
40	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté
41	SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo
42	SAPOTACEAE	<i>Dipholis salicifolia</i>	Zapote faisán

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBUSTIVO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
43	SAPOTACEAE	<i>Pouteria unilocularis</i>	Zapotillo
44	SIMAROUBACEAE	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak'
45	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Capulín
46	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik

ESTRATO HERBÁCO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	ANACARDIACEAE	<i>Metopium brownei</i>	Chechem
2	APOCYNACEAE	<i>Thevetia gaumeri</i>	Akíts
4	ARACEAE	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Bobtún
5	ARECACEAE	<i>Sabal yapa</i>	Huano
6	ARECACEAE	<i>Thrinax radiata</i>	Chit
7	BIGNONIACEAE	<i>Cydista potosina</i>	Bejuco tres lomos
8	BORAGINACEAE	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote
9	BROMELIACEAE	<i>Bromelia karatas</i>	Piñuela
10	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Chacah
11	EBENACEAE	<i>Diospyros cuneata</i>	Silil
12	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomolché
13	EUPHORBIACEAE	<i>Guettarda elliptica</i>	Ekulub
14	EUPHORBIACEAE	<i>Gymnanthes licida</i>	Yayté
15	EUPHORBIACEAE	<i>Cnidocolus chayamansa</i>	Chaya de monte
16	FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Canasín
17	FABACEAE	<i>Piscidia piscipula</i>	Jabín
18	FABACEAE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'its'ilché
19	FABACEAE	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam
20	FABACEAE	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca
21	FABACEAE	<i>Bauhinia jennindsii</i>	Pata de caballo
22	FABACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitamché
23	LAURACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>	Laurelillo
24	MALVACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Tulipancillo
25	MALVACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Mahahua
26	MORACEAE	<i>Ficus cotinifolia</i>	Amatillo
27	MORACEAE	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higo
28	MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón
29	NYCTAGINACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>	Xta'tsi
30	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob
31	POLYGONACEAE	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Sac boob
32	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>	Café de monte
33	RUBIACEAE	<i>Guettarda combsii</i>	Tasta'ab
34	RUTACEAE	<i>Casimiroa tetrameria</i>	Yuy
35	SAPINDACEAE	<i>Paullinia cururu</i>	Xchem ak
36	SAPINDACEAE	<i>Talisia olivaeformis</i>	Huaya de monte
37	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito
38	SAPOTACEAE	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote
39	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i>	Canisté
40	SMILACACEAE	<i>Smilax mollis</i>	Uña de gato
41	ULMACEAE	<i>Trema micrantha</i>	Capulín
42	VERBENACEAE	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'ax nik
43	VITACEAE	<i>Cissus alata</i>	Bejuco alado

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO HERBÁCO			
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
44	VITACEAE	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Chak tuuk anil
45	VITACEAE	<i>Cissus microcarpa</i>	Xta' kanil

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Arecaceae	<i>Trinax radiata</i>	Chit	Amenazada
2	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Amenazada

▀ Índice de diversidad del ecosistema estudiado

Para estimar la biodiversidad de la flora presente en el predio testigo del sistema ambiental, a partir del polígono de estudio seleccionado y conforme a los datos de abundancia relativa obtenidos por cada especie y por cada estrato de la vegetación, se utilizó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), cuya ecuación se cita como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

S = número total de especies.

$\sum_{i=1}^S$ = número total de individuos.

Pi = abundancia relativa de la especie i.

ln Pi = logaritmo natural (base 2 según la fórmula original) de la abundancia relativa de la especie i.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

A continuación se presentan el cálculo del índice de diversidad de las especies de flora presentes en el ecosistema estudiado, con base en el índice de Shannon – Wiener (1949).

ESTRATO ARBÓREO					
ESPECIES	IND / 9,375 m ²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Acacia glomerosa</i>	25	27	0.0264	-5.243	-0.138
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Bauhinia jennindsii</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBÓREO					
ESPECIES	IND / 9,375 m²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Brosimum alicastrum</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Bursera simaruba</i>	79	84	0.0834	-3.583	-0.299
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Canela winterana</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Casimiroa tetramera</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Cecropia peltata</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Ceiba petandra</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Ceiba aesculifolia</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	11	12	0.0116	-6.428	-0.075
<i>Coccoloba diversifolia</i>	4	4	0.0042	-7.887	-0.033
<i>Coccoloba spicata</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Cordia dodecandra</i>	6	6	0.0063	-7.302	-0.046
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Diospyros cuneata</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Dipholis salicifolia</i>	4	4	0.0042	-7.887	-0.033
<i>Diphysa carthagenensis</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Eugenia trikii</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Ficus cotinifolia</i>	27	29	0.0285	-5.132	-0.146
<i>Ficus obtusifolia</i>	64	68	0.0676	-3.887	-0.263
<i>Ficus tecolutensis</i>	46	49	0.0486	-4.363	-0.212
<i>Gliricidia sepium</i>	6	6	0.0063	-7.302	-0.046
<i>Guettarda combsii</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Guettarda elliptica</i>	7	7	0.0074	-7.080	-0.052
<i>Gymnanthes licida</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Hampea trilobata</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Leucaena leucocephala</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	48	51	0.0507	-4.302	-0.218
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	77	82	0.0813	-3.620	-0.294
<i>Malpighia glabra</i>	6	6	0.0063	-7.302	-0.046
<i>Manilkara zapota</i>	123	131	0.1299	-2.945	-0.382
<i>Matayba oppositifolia</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Metopium brownei</i>	145	155	0.1531	-2.707	-0.415
<i>Nectandra coriacea</i>	18	19	0.0190	-5.717	-0.109
<i>Neea psychotrioides</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Piscidia piscipula</i>	23	25	0.0243	-5.363	-0.130
<i>Pouteria campechiana</i>	21	22	0.0222	-5.495	-0.122
<i>Pouteria unilocularis</i>	6	6	0.0063	-7.302	-0.046
<i>Protium copal</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Psidium sartorianum</i>	8	9	0.0084	-6.887	-0.058
<i>Randia longiloba</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Sabal yapa</i>	5	5	0.0053	-7.565	-0.040
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBÓREO					
ESPECIES	IND / 9,375 m ²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Simarouba glauca</i>	2	2	0.0021	-8.887	-0.019
<i>Swartzia cubensis</i>	24	26	0.0253	-5.302	-0.134
<i>Sweetia panamensis</i>	9	10	0.0095	-6.717	-0.064
<i>Talisia olivaeformis</i>	11	12	0.0116	-6.428	-0.075
<i>Thevetia gaumeri</i>	18	19	0.0190	-5.717	-0.109
<i>Thrinax radiata</i>	8	9	0.0084	-6.887	-0.058
<i>Trema micrantha</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
<i>Trema micrantha</i>	3	3	0.0032	-8.302	-0.026
<i>Vitex gaumeri</i>	55	59	0.0581	-4.106	-0.238
<i>Zuelania guidonia</i>	1	1	0.0011	-9.887	-0.010
∑i =	947	1,010		$H = -\sum_{i=1}^k p_i \ln p_i$	4.45 bits/ind

ESTRATO ARBUSTIVO					
ESPECIES	IND / 3,375 m ²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Metopium brownei</i>	15	44	0.040	-4.66	-0.184
<i>Thevetia gaumeri</i>	19	56	0.050	-4.32	-0.216
<i>Sabal yapa</i>	12	36	0.032	-4.98	-0.158
<i>Thrinax radiata</i>	14	41	0.037	-4.76	-0.176
<i>Cordia dodecandra</i>	3	9	0.008	-6.98	-0.055
<i>Bursera simaruba</i>	25	74	0.066	-3.92	-0.259
<i>Trema micrantha</i>	2	6	0.005	-7.57	-0.040
<i>Cecropia peltata</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Diospyros cuneata</i>	2	6	0.005	-7.57	-0.040
<i>Jatropha gaumeri</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Guettarda elliptica</i>	5	15	0.013	-6.24	-0.082
<i>Gymnanthes licida</i>	18	53	0.047	-4.40	-0.209
<i>Gliricidia sepium</i>	6	18	0.016	-5.98	-0.095
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	12	36	0.032	-4.98	-0.158
<i>Piscidia piscipula</i>	25	74	0.066	-3.92	-0.259
<i>Gymnopodium floribundum</i>	17	50	0.045	-4.48	-0.201
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	25	74	0.066	-3.92	-0.259
<i>Bauhinia divaricata</i>	5	15	0.013	-6.24	-0.082
<i>Bauhinia jennindsii</i>	3	9	0.008	-6.98	-0.055
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Nectandra coriacea</i>	5	15	0.013	-6.24	-0.082
<i>Malpighia glabra</i>	4	12	0.011	-6.57	-0.069
<i>Malviscus arboreus</i>	2	6	0.005	-7.57	-0.040
<i>Hampea trilobata</i>	12	36	0.032	-4.98	-0.158
<i>Ficus cotinifolia</i>	16	47	0.042	-4.57	-0.193
<i>Ficus obtusifolia</i>	8	24	0.021	-5.57	-0.117
<i>Ficus tecolutensis</i>	8	24	0.021	-5.57	-0.117
<i>Brosimum alicastrum</i>	7	21	0.018	-5.76	-0.106
<i>Psidium sartorianum</i>	6	18	0.016	-5.98	-0.095
<i>Neea psychotrioides</i>	2	6	0.005	-7.57	-0.040

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBUSTIVO					
ESPECIES	IND / 3,375 m²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Coccoloba spicata</i>	12	36	0.032	-4.98	-0.158
<i>Coccoloba diversifolia</i>	10	30	0.026	-5.24	-0.138
<i>Guettarda combsii</i>	5	15	0.013	-6.24	-0.082
<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Casimiroa tetrameria</i>	4	12	0.011	-6.57	-0.069
<i>Talisia olivaeformis</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	2	6	0.005	-7.57	-0.040
<i>Manilkara zapota</i>	19	56	0.050	-4.32	-0.216
<i>Pouteria campechiana</i>	12	36	0.032	-4.98	-0.158
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	5	15	0.013	-6.24	-0.082
<i>Dipholis salicifolia</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Pouteria unilocularis</i>	3	9	0.008	-6.98	-0.055
<i>Simarouba glauca</i>	1	3	0.003	-8.57	-0.023
<i>Trema micrantha</i>	4	12	0.011	-6.57	-0.069
<i>Vitex gaumeri</i>	18	53	0.047	-4.40	-0.209
Σ_i =	379	1123		$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$	4.98 bits/ind

ESTRATO HERBÁCEO					
ESPECIES	IND / 135 m²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Metopium brownei</i>	35	2593	0.0391	-4.676	-0.183
<i>Thevetia gaumeri</i>	12	889	0.0134	-6.221	-0.083
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	25	1852	0.0279	-5.162	-0.144
<i>Sabal yapa</i>	28	2074	0.0313	-4.998	-0.156
<i>Thrinax radiata</i>	105	7778	0.1173	-3.091	-0.363
<i>Cydista potosina</i>	29	2148	0.0324	-4.948	-0.160
<i>Cordia dodecandra</i>	5	370	0.0056	-7.484	-0.042
<i>Bromelia karatas</i>	41	3037	0.0458	-4.448	-0.204
<i>Bursera simaruba</i>	12	889	0.0134	-6.221	-0.083
<i>Diospyros cuneata</i>	2	148	0.0022	-8.806	-0.020
<i>Jatropha gaumeri</i>	2	148	0.0022	-8.806	-0.020
<i>Guettarda elliptica</i>	11	815	0.0123	-6.346	-0.078
<i>Gymnanthes licida</i>	25	1852	0.0279	-5.162	-0.144
<i>Cnidioscolus chayamansa</i>	9	667	0.0101	-6.636	-0.067
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	21	1556	0.0235	-5.413	-0.127
<i>Piscidia piscipula</i>	25	1852	0.0279	-5.162	-0.144
<i>Gymnopodium floribundum</i>	14	1037	0.0156	-5.998	-0.094
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	26	1926	0.0291	-5.105	-0.148
<i>Bauhinia divaricata</i>	22	1630	0.0246	-5.346	-0.131
<i>Bauhinia jennindsii</i>	15	1111	0.0168	-5.899	-0.099
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	5	370	0.0056	-7.484	-0.042
<i>Nectandra coriacea</i>	18	1333	0.0201	-5.636	-0.113
<i>Malvaviscus arboreus</i>	36	2667	0.0402	-4.636	-0.186
<i>Hampea trilobata</i>	12	889	0.0134	-6.221	-0.083
<i>Ficus cotinifolia</i>	5	370	0.0056	-7.484	-0.042

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ESTRATO HERBÁCEO					
ESPECIES	IND / 135 m ²	IND/Ha	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Ficus obtusifolia</i>	3	222	0.0034	-8.221	-0.028
<i>Brosimum alicastrum</i>	22	1630	0.0246	-5.346	-0.131
<i>Neea psychotrioides</i>	5	370	0.0056	-7.484	-0.042
<i>Coccoloba spicata</i>	21	1556	0.0235	-5.413	-0.127
<i>Coccoloba diversifolia</i>	15	1111	0.0168	-5.899	-0.099
<i>Psychotria nervosa</i>	55	4074	0.0615	-4.024	-0.247
<i>Guettarda combsii</i>	8	593	0.0089	-6.806	-0.061
<i>Casimiroa tetrameria</i>	12	889	0.0134	-6.221	-0.083
<i>Paullinia cururu</i>	41	3037	0.0458	-4.448	-0.204
<i>Talisia olivaeformis</i>	3	222	0.0034	-8.221	-0.028
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	9	667	0.0101	-6.636	-0.067
<i>Manilkara zapota</i>	56	4148	0.0626	-3.998	-0.250
<i>Pouteria campechiana</i>	2	148	0.0022	-8.806	-0.020
<i>Smilax mollis</i>	25	1852	0.0279	-5.162	-0.144
<i>Trema micrantha</i>	1	74	0.0011	-9.806	-0.011
<i>Vitex gaumeri</i>	3	222	0.0034	-8.221	-0.028
<i>Cissus alata</i>	32	2370	0.0358	-4.806	-0.172
<i>Cissus gossypifolia</i>	30	2222	0.0335	-4.899	-0.164
<i>Cissus microcarpa</i>	12	889	0.0134	-6.221	-0.083
$\Sigma I =$	895	66,296	$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$		4.95 bits/ind

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva mediana subperennifolia que existe en el sistema ambiental, particularmente en el parque urbano Kabah (predio testigo), ostenta una biodiversidad alta en cuanto a especies de flora se refiere, ya que en todos los estratos de la vegetación se alcanza un valor de **H** superior a 4 bits/ind (estrato arbóreo **H=4.45 bits/ind**; estrato arbustivo **H=4.98 bits/ind**; y estrato herbáceo **H=4.95 bits/ind**), siendo el estrato arbustivo el más importante ya que alcanzó un valor de 4.98 bits/ind; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

▀ **Índice de valor de importancia (IVI) para la flora del predio testigo**

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie registrada en el ecosistema estudiado, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox(1981), Cintrón & Schaeffer–Novelli (1983) y Corella et al. (2001). Es un índice sintético estructural que se calcula de la siguiente manera:

IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

Cada uno de los parámetros utilizados en la fórmula antes citada, se calculó con base en las siguientes ecuaciones:

▀ **Dominancia relativa:**

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie (área basal)}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Para el caso del estrato herbáceo se utilizó la cobertura absoluta y relativa de cada especie y no el área basal, pues no es parámetro medible para los ejemplares que se desarrollan en él.

▀ **Densidad relativa:**

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie (\# de individuos muestreados)}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

▀ **Frecuencia relativa:**

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}} \times 100$$

A continuación se presentan los valores de importancia calculados para las especies registradas en los diferentes estratos identificados en la vegetación.

ESTRATO ARBÓREO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Manilkara sapota</i>	50.2797	50.2797
<i>Metopium brownei</i>	26.5288	76.8086
<i>Bursera simaruba</i>	20.8585	97.6670
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	13.5319	111.1989
<i>Vitex gaumeri</i>	11.9854	123.1843
<i>Ficus obtusifolia</i>	11.8287	135.0129
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10.3216	145.3345
<i>Piscidia piscipula</i>	10.0739	155.4084
<i>Ficus tecolutensis</i>	9.7449	165.1533
<i>Pouteria campechiana</i>	9.3791	174.5324
<i>Brosimum alicastrum</i>	8.5246	183.0570
<i>Pouteria unilocularis</i>	8.4279	191.4849
<i>Ficus cotinifolia</i>	7.2765	198.7615
<i>Swartzia cubensis</i>	6.9122	205.6737
<i>Acacia glomerosa</i>	6.4105	212.0842

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBÓREO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Nectandra coriacea</i>	5.6105	217.6947
<i>Thevetia gaumeri</i>	5.3120	223.0067
<i>Talisia olivaeformis</i>	4.6674	227.6742
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	4.5204	232.1946
<i>Malpighia glabra</i>	4.4032	236.5979
<i>Sweetia panamensis</i>	4.2745	240.8723
<i>Thrinax radiata</i>	3.6463	244.5186
<i>Psidium sartorianum</i>	3.5728	248.0914
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	3.0173	251.1086
<i>Cordia dodecandra</i>	2.6023	253.7109
<i>Guettarda elliptica</i>	2.5093	256.2202
<i>Gliricidia sepium</i>	2.5059	258.7261
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.4335	261.1596
<i>Matayba oppositifolia</i>	2.2957	263.4553
<i>Neea psychotrioides</i>	2.2546	265.7099
<i>Diphysa carthagenensis</i>	2.2038	267.9137
<i>Casimiroa tetrameria</i>	2.1119	270.0256
<i>Protium copal</i>	2.0751	272.1007
<i>Coccoloba diversifolia</i>	2.0166	274.1174
<i>Guettarda combsii</i>	2.0016	276.1190
<i>Sabal yapa</i>	2.0016	278.1206
<i>Zuelania guidonia</i>	1.9156	280.0362
<i>Dipholis salicifolia</i>	1.7318	281.7680
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1.6941	283.4621
<i>Simarouba glauca</i>	1.6331	285.0952
<i>Jatropha gaumeri</i>	1.2932	286.3884
<i>Hampea trilobata</i>	1.2898	287.6782
<i>Diospyros cuneata</i>	1.2714	288.9496
<i>Canela winterana</i>	1.2656	290.2152
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.2105	291.4257
<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	0.9774	292.4030
<i>Bauhinia divaricata</i>	0.9532	293.3562
<i>Coccoloba spicata</i>	0.8855	294.2417
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	0.8797	295.1214
<i>Ceiba petandra</i>	0.7752	295.8966
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.7568	296.6534
<i>Trema micrantha</i>	0.6741	297.3276
<i>Gymnanthes licida</i>	0.6006	297.9282
<i>Cecropia peltata</i>	0.5731	298.5013
<i>Randia longiloba</i>	0.5731	299.0744
<i>Bauhinia jennindsii</i>	0.4628	299.5372
<i>Eugenia trikii</i>	0.4628	300

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

En el estrato arbóreo 57 especies contribuyeron en la estructura y composición del presente estrato observándose una nula dominancia, mostrándose entonces para el presente estrato una distribución homogénea de las especies, observándose así una estructura bien conformada de la vegetación existente en el predio así mismo las especies que más contribuyeron a la composición estructural fue *Manilkara zapota* con un 50%, seguida de *Metopium brownei* con un 26% y así sucesivamente.

ESTRATO ARBUSTIVO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Manilkara zapota</i>	37.7026	37.7026
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	15.2209	52.9235
<i>Bursera simaruba</i>	14.5693	67.4927
<i>Metopium brownei</i>	13.7538	81.2465
<i>Pouteria campechiana</i>	13.4042	94.6507
<i>Piscidia piscipula</i>	12.2437	106.8945
<i>Pouteria unilocularis</i>	11.8217	118.7161
<i>Thevetia gaumeri</i>	11.2928	130.0089
<i>Brosimum alicastrum</i>	10.8433	140.8522
<i>Vitex gumeri</i>	10.3568	151.2090
<i>Ficus cotinifolia</i>	9.3871	160.5961
<i>Gymnanthes licida</i>	9.2329	169.8290
<i>Guettarda elliptica</i>	8.9713	178.8002
<i>Gymnopodium floribundum</i>	8.6967	187.4970
<i>Thrinax radiata</i>	8.1364	195.6334
<i>Sabal yapa</i>	8.0756	203.7090
<i>Hampea trilobata</i>	7.5623	211.2712
<i>Coccoloba spicata</i>	7.3883	218.6595
<i>Coccoloba diversifolia</i>	7.0400	225.6995
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	6.7874	232.4869
<i>Ficus obtusifolia</i>	5.4349	237.9218
<i>Ficus tecolutensis</i>	5.2501	243.1719
<i>Psidium sartorianum</i>	5.0822	248.2541
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	4.4747	252.7288
<i>Nectandra coriacea</i>	4.2078	256.9366
<i>Gliricidia sepium</i>	4.1172	261.0538
<i>Guettarda combsii</i>	3.1607	264.2145
<i>Bauhinia divaricata</i>	3.1299	267.3444
<i>Simarouba glauca</i>	2.6812	270.0256
<i>Talisia olivaeformis</i>	2.5991	272.6247
<i>Malpighia glabra</i>	2.5922	275.2169
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2.5581	277.7750
<i>Trema micrantha</i>	2.5532	280.3281
<i>Casimiroa tetrameria</i>	2.5326	282.8608
<i>Trema micrantha</i>	2.4675	285.3282

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESTRATO ARBUSTIVO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Diospyros cuneata</i>	2.2621	287.5904
<i>Bauhinia jennindsii</i>	2.2126	289.8030
<i>Cordia dodecandra</i>	2.1099	291.9129
<i>Neea psychotrioides</i>	1.7899	293.7028
<i>Malvaviscus arboreus</i>	1.4614	295.1642
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1.3792	296.5434
<i>Cecropia peltata</i>	0.9771	297.5205
<i>Jatropha gaumeri</i>	0.9771	298.4976
<i>Eesenbeckia pentaphylla</i>	0.7718	299.2693
<i>Dipholis salicifolia</i>	0.7307	300

En lo que respecta al estrato arbustivo 45 especies contribuyeron en la estructura y composición del presente estrato observándose una nula dominancia, mostrándose entonces, para el presente estrato una distribución homogénea de las especies, observándose así una estructura bien conformada del vegetación existente en el predio para el presente estrato, así mismo, las especies que más contribuyeron a la composición estructural fue *Manilkara zapota* con un 37%, seguida de *Lysiloma latisiliquum* con un 15% y así sucesivamente.

ESTRATO HERBÁCEO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Thrinax radiata</i>	17.58	17.58
<i>Manilkara zapota</i>	13.38	30.96
<i>Cissus gossypiifolia</i>	11.11	42.07
<i>Sabal yapa</i>	10.85	52.92
<i>Coccoloba spicata</i>	10.10	63.03
<i>Metopium brownei</i>	9.82	72.85
<i>Bauhinia divaricata</i>	9.41	82.26
<i>Cissus alata</i>	9.38	91.63
<i>Bromelia karatas</i>	9.32	100.95
<i>Piscidia piscipula</i>	9.26	110.21
<i>Psychotria nervosa</i>	8.78	118.99
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	8.75	127.74
<i>Brosimum alicastrum</i>	8.53	136.27
<i>Smilax mollis</i>	8.14	144.42
<i>Hampea trilobata</i>	7.89	152.30
<i>Gymnopodium floribundum</i>	7.83	160.13
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7.64	167.77
<i>Cissus microcarpa</i>	7.47	175.24
<i>Cydista potosina</i>	7.39	182.63
<i>Casimiroa tetrameria</i>	7.22	189.85
<i>Cnidocolus chayamansa</i>	7.11	196.96

ESTRATO HERBÁCEO		
Especies	IVI	IVI acumulado %
<i>Anthurium schlechtendalii</i>	6.78	203.74
<i>Coccoloba diversifolia</i>	6.66	210.40
<i>Bauhinia jennindsii</i>	6.64	217.03
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	6.43	223.47
<i>Malvaviscus arboreus</i>	6.43	229.90
<i>Gymnanthes licida</i>	6.24	236.14
<i>Nectandra coriacea</i>	5.94	242.08
<i>Paullinia cururu</i>	5.88	247.96
<i>Neea psychotrioides</i>	5.24	253.20
<i>Pouteria campechiana</i>	5.08	258.28
<i>Thevetia gaumeri</i>	4.89	263.17
<i>Guettarda combsii</i>	4.79	267.96
<i>Jatropha gaumeri</i>	4.31	272.27
<i>Guettarda elliptica</i>	4.27	276.54
<i>Cordia dodecandra</i>	4.01	280.55
<i>Bursera simaruba</i>	3.34	283.88
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2.86	286.74
<i>Ficus cotinifolia</i>	2.86	289.60
<i>Trema micrantha</i>	2.54	292.14
<i>Ficus obtusifolia</i>	2.37	294.51
<i>Vitex gaumeri</i>	2.00	296.51
<i>Talisia olivaeformis</i>	1.97	298.48
<i>Diospyros cuneata</i>	1.52	300.00

En lo correspondiente al estrato herbáceo 44 especies contribuyeron en la estructura y composición del presente mismo, observándose una nula dominancia, mostrándose entonces, para el presente estrato una distribución homogénea de las especies, ya que estas corresponden a la mitad de las especies registradas dentro del predio, detectándose una vegetación bien conformada para este estrato en el predio, así mismo, las especies que más contribuyeron a la composición estructural fue *Thrinax radiata* con un 17%, seguida de *Manilkara zapota* con 13% y así sucesivamente.

b) Fauna presente a nivel del predio testigo

▀ Delimitación del área de estudio

Par poder obtener datos representativos de la fauna que se encuentra asociada al ecosistema presente dentro del predio testigo del sistema ambiental, utilizamos el mismo polígono de estudio que se aplicó para el estudio de la flora, mismo que ya fue descrito en el inciso a) del presente apartado, y que corresponde a la UGA 23 (Parque Kabah) del POEL-BJ.

► **Métodos de muestreo aplicados al estudio de la fauna**

Par poder estudiar la fauna en un ecosistema similar al que será afectado con el cambio de uso de suelo, se seleccionó nuevamente como área de estudio la UGA 23 “Parque Kabah”; ya que dicha superficie está destinada a su preservación dentro del sistema ambiental, y posee el mismo ecosistema que será afectado con el cambio de uso de suelo propuesto, a saber, Selva mediana subperennifolia.

Dentro de dicho polígono de estudio se llevaron a cabo 6 recorridos a lo largo y ancho de los senderos interpretativos con los que cuenta el parque, durante un período de 3 días; es decir, que por cada día de muestreo se realizaron dos recorridos, uno en la mañana en horario de 7:00 a 10:00 am; y otro por la tarde en horario de 3:00 a 5:00 pm.

► **Resultados obtenidos (composición de especies)**

A continuación se presenta el listado de las especies de fauna asociadas al ecosistema en estudio, las cuales fueron registradas durante el muestreo.

AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo magnirostris</i>	Águila caminera
2	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco
3	Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí Canela
4	Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	Esmeralda tijereta
5	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
6	Columbiformes	Columbidae	<i>Leptoptila verreauxi</i>	Tzutzyu
7	Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Sac pacal
8	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Pica buey
9	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
10	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador ajicero
11	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca
12	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara papán
13	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax inca</i>	Chara verde
14	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia affinis</i>	Coronilla
15	Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Fruterito garganta amarilla
16	Passeriformes	Icteridae	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor
17	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco
18	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus gularis</i>	Oriol
19	Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
20	Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero
21	Passeriformes	Picidae	<i>Melanerpes pygmaeus</i>	Carpintero yucateco
22	Passeriformes	Thraupidae	<i>Habia fuscicauda</i>	Tángara hormiguera
23	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Chivirín de carolina
24	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Thryothorus maculipectus</i>	Chivirín moteado
25	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

AVES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
26	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	X'takay
27	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
28	Passeriformes	Vireonidae	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo
29	Passeriformes	Sylviidae	<i>Poliophtila caerulea</i>	Tacuarita azul
30	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechi sucio
31	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco
32	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolote bajoño

REPTILES				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Squamata	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa
2	Squamata	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
3	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
4	Squamata	Polychridae	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija común
5	Squamata	Polychridae	<i>Anolis tropidonotus</i>	Anolis pardo
6	Squamata	Teiidae	<i>Ameiva undulata</i>	Ameiva
7	Squamata	Colubridae	<i>Oxybelis aeneus</i>	Bejuquilla
8	Squamata	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo
9	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa
10	Testudines	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Mojina
11	Testudines	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea
12	Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano

MAMÍFEROS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Artiodactyla	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca
2	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí
3	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
4	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélago frutero
5	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
6	Rodentia	Agoutidae	<i>Agouti paca</i>	Paca común
7	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta punctata</i>	Tzereque
8	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris
9	Rodentia	Sciuridae	<i>Sciurus yucatanensis</i>	Ardilla gris

ANFIBIOS				
REGISTRO	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	Anuros	Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo común
2	Anuros	Bufonidae	<i>Bufo marinus</i>	Sapo gigante

De acuerdo con los datos presentados en las tablas anteriores se contó con un registro de 48 especies de fauna silvestre pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos dentro del sistema ambiental, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 32 especies; seguido en orden de importancia por el grupo de los

reptiles representados por 11 especies; los mamíferos con 9 especies; y por último tenemos al grupo de los anfibios con 2 especies registradas.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
1	Psittacidae	<i>Aratinga nana</i>	Perico pechi sucio	Protección especial
2	Psittacidae	<i>Amazona xantholora</i>	Loro yucateco	Protección especial
3	Boidae	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Amenazada
4	Crocodylidae	<i>Crocodylus moreletii</i>	Cocodrilo de pantano	Protección especial
5	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada	Amenazada
6	Gekkonidae	<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	Geco enano collarejo	Protección especial
7	Bataguridae	<i>Rhinoclemmys areolata</i>	Mojina	Amenazada
8	Emydidae	<i>Trachemys scripta</i>	Jicotea	Protección especial

▀ Índice de diversidad para la fauna del predio testigo

Para estimar la biodiversidad de la fauna presente en el predio testigo del sistema ambiental, se tomaron los datos del inventario faunístico realizado en el parque Kabah; a través del cual se obtuvo datos de abundancia relativa por especie y por grupo faunístico; y finalmente se calculó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), cuya ecuación se cita como:

$$H = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

S = número total de especies.

$\sum i = 1$ = número total de individuos.

P_i = abundancia relativa de la especie i.

ln P_i = logaritmo natural (base 2 según la fórmula original) de la abundancia relativa de la especie i.

AVES				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG P _i	LOG P _i * AR
<i>Amazilia rutila</i>	3	0.010	-6.63	-0.067
<i>Amazilia yucatanensis</i>	5	0.017	-5.89	-0.099
<i>Amazona xantholora</i>	5	0.017	-5.89	-0.099
<i>Aratinga nana</i>	8	0.027	-5.21	-0.140
<i>Buteo magnirostris</i>	2	0.007	-7.21	-0.049
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0.003	-8.21	-0.028
<i>Columbina talpacoti</i>	15	0.051	-4.31	-0.218
<i>Cyanocorax inca</i>	8	0.027	-5.21	-0.140
<i>Cyanocorax morio</i>	6	0.020	-5.63	-0.114
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	15	0.051	-4.31	-0.218
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	12	0.040	-4.63	-0.187

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

AVES				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Dives dives</i>	12	0.040	-4.63	-0.187
<i>Euphonia affinis</i>	4	0.013	-6.21	-0.084
<i>Euphonia hirundinacea</i>	1	0.003	-8.21	-0.028
<i>Glaucidium brasilianum</i>	2	0.007	-7.21	-0.049
<i>Habia fuscicauda</i>	2	0.007	-7.21	-0.049
<i>Icterus auratus</i>	15	0.051	-4.31	-0.218
<i>Icterus gularis</i>	6	0.020	-5.63	-0.114
<i>Leptoptila verreauxi</i>	3	0.010	-6.63	-0.067
<i>Melanerpes aurifrons</i>	8	0.027	-5.21	-0.140
<i>Melanerpes pygmaeus</i>	1	0.003	-8.21	-0.028
<i>Mimus gilvus</i>	18	0.061	-4.04	-0.245
<i>Myiozetetes similis</i>	6	0.020	-5.63	-0.114
<i>Ortalis vetula</i>	26	0.088	-3.51	-0.308
<i>Piaya cayana</i>	8	0.027	-5.21	-0.140
<i>Pitangus sulphuratus</i>	10	0.034	-4.89	-0.165
<i>Polioptila caerulea</i>	2	0.007	-7.21	-0.049
<i>Quiscalus mexicanus</i>	55	0.185	-2.43	-0.451
<i>Saltator coerulescens</i>	5	0.017	-5.89	-0.099
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	3	0.010	-6.63	-0.067
<i>Thryothorus maculipectus</i>	2	0.007	-7.21	-0.049
<i>Tyrannus melancholicus</i>	4	0.013	-6.21	-0.084
<i>Zenaida asiatica</i>	24	0.081	-3.63	-0.293
$\sum i =$	297		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	4.38 bits/ind

REPTILES				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Boa constrictor</i>	2	0.015	-6.10	-0.09
<i>Basiliscus vittatus</i>	25	0.182	-2.45	-0.45
<i>Ctenosaura similis</i>	15	0.109	-3.19	-0.35
<i>Anolis sagrei</i>	35	0.255	-1.97	-0.50
<i>Anolis tropidonotus</i>	5	0.036	-4.78	-0.17
<i>Ameiva undulata</i>	2	0.015	-6.10	-0.09
<i>Oxybelis aeneus</i>	1	0.007	-7.10	-0.05
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	1	0.007	-7.10	-0.05
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	14	0.102	-3.29	-0.34
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	8	0.058	-4.10	-0.24
<i>Trachemys scripta</i>	25	0.182	-2.45	-0.45
<i>Crocodylus moreletii</i>	4	0.029	-5.10	-0.15
$\sum i =$	137		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	2.93 bits/ind

MAMÍFEROS				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Nasua narica</i>	65	0.61	-0.71	-0.433

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

MAMÍFEROS				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Artibeus jamaicensis</i>	6	0.06	-4.14	-0.235
<i>Didelphis virginiana</i>	8	0.08	-3.73	-0.281
<i>Sciurus yucatanensis</i>	15	0.14	-2.82	-0.399
<i>Odocoileus virginianus</i>	2	0.02	-5.73	-0.108
<i>Pecari tajacu</i>	1	0.01	-6.73	-0.063
<i>Agouti paca</i>	2	0.02	-5.73	-0.108
<i>Dasyprocta punctata</i>	6	0.06	-4.14	-0.235
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	0.01	-6.73	-0.063
$\Sigma i =$	106		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	1.93 bits/ind

ANFIBIOS				
ESPECIES	# DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Bufo valliiceps</i>	3	0.75	-0.42	-0.311
<i>Bufo marinus</i>	1	0.25	-2.00	-0.500
$\Sigma i =$	4		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	0.81 bits/ind

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva mediana subperennifolia que se desarrolla en el sistema ambiental (predio testigo), ostenta una biodiversidad alta en cuanto a especies de aves se refiere, ya que este grupo faunístico alcanzó un valor de **H superior a 4 (H=4.38 bits/ind)**, siendo el grupo faunístico de menor importancia los mamíferos con un valor de **H=1.93 bits/ind**; mientras que los reptiles presentaron una diversidad moderada con un valor de **H=2.93 bits/ind**. En el caso de los anfibios tenemos que se trata de un grupo faunístico poco representado, y con un índice muy bajo, incluso inferior a 1 (**H=0.81 bits/ind**).

▀ **Índice de valor de importancia (ivi) para la fauna del predio testigo**

A continuación se presentan los cálculos del índice de valor de importancia de las especies faunísticas registradas, de acuerdo con la densidad relativa y frecuencia relativa presentada por cada una; conforme a las siguientes ecuaciones.

IVI= densidad relativa + frecuencia relativa

Densidad relativa:

$$\text{DEN\%} = \frac{\text{Densidad de cada especie (\# de individuos muestreados)}}{\text{Número total de individuos muestreados}} \times 100$$

Frecuencia relativa:

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

$$FR\% = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}} \times 100$$

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) REPTILES			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%=FI/FT*100	
<i>Anolis sagrei</i>	25.55	15.69	41.23
<i>Sceloporus chrysostictus</i>	10.22	19.61	29.83
<i>Basiliscus vittatus</i>	18.25	9.80	28.05
<i>Ctenosaura similis</i>	10.95	13.73	24.67
<i>Trachemys scripta</i>	18.25	1.96	20.21
<i>Boa constrictor</i>	1.46	15.69	17.15
<i>Anolis tropidonotus</i>	3.65	11.76	15.41
<i>Rhinoclemmys areolata</i>	5.84	1.96	7.80
<i>Ameiva undulata</i>	1.46	3.92	5.38
<i>Crocodylus moreletii</i>	2.92	1.96	4.88
<i>Oxybelis aeneus</i>	0.73	1.96	2.69
<i>Sphaerodactylus glaucus</i>	0.73	1.96	2.69
			200.00

En lo conveniente al grupo de los reptiles, 12 especies contribuyeron en su estructura y composición observándose una nula dominancia entre las especies, mostrándose entonces una distribución heterogénea de las mismas, así mismo, las especies que más contribuyeron a la composición estructural fueron *Anolis sagrei* con un 41.23% seguida de *Sceloporus chrysostictus* con un 29.83%, y así sucesivamente.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) ANFIBIOS			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%=FI/FT*100	
<i>Bufo valliceps</i>	75.00	75.00	150.00
<i>Bufo marinus</i>	25.00	25.00	50.00
			200.00

Del grupo de los anfibios, 2 especies contribuyeron en su estructura y composición observándose una dominancia de la especie *Bufo valliceps*, mostrándose entonces una distribución homogénea de las especies presentes.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) - AVES			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%= FI/FT*100	
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	9.22	7.29	16.51
<i>Thryothorus maculipectus</i>	6.38	9.38	15.76
<i>Thryothorus ludovicianus</i>	5.67	8.33	14.01
<i>Icterus auratus</i>	6.38	6.25	12.63
<i>Zenaida asiatica</i>	5.67	5.21	10.88
<i>Trogon melanocephalus</i>	4.26	6.25	10.51

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) - AVES			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%= FI/FT*100	
<i>Aratinga nana</i>	7.09	2.08	9.18
<i>Amazona xantholora</i>	5.67	3.13	8.80
<i>Columbina talpacoti</i>	4.26	4.17	8.42
<i>Pitangus sulphuratus</i>	4.26	4.17	8.42
<i>Ortalis vetula</i>	5.67	2.08	7.76
<i>Mimus gilvus</i>	3.55	4.17	7.71
<i>Piaya cayana</i>	2.84	4.17	7.00
<i>Polioptila caerulea</i>	2.84	4.17	7.00
<i>Dives dives</i>	3.55	3.13	6.67
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2.84	3.13	5.96
<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	3.55	1.04	4.59
<i>Buteo magnirostris</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Leptoptila verreauxi</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Cyanocorax morio</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Cyanocorax inca</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Melanerpes aurifrons</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Habiafufus cicauda</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Myiozetete similis</i>	1.42	2.08	3.50
<i>Saltator coerulescens</i>	1.42	1.04	2.46
<i>Euphonia affinis</i>	1.42	1.04	2.46
<i>Amazilia yucatanensis</i>	0.71	1.04	1.75
<i>Chlorostilbon canivetii</i>	0.71	1.04	1.75
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	0.71	1.04	1.75
<i>Euphonia hirundinacea</i>	0.71	1.04	1.75
<i>Glaucidium brasilianum</i>	0.71	1.04	1.75
			200.00

En lo relativo al grupo de las aves, 31 especies contribuyeron en la estructura y composición del presente grupo, observándose una nula dominancia entre las mismas, mostrándose entonces una distribución homogénea de las especies registradas dentro del SA, detectándose un grupo bien conformados en el SA, así mismo, las especies que más contribuyeron a la composición estructural fueron *Cyclarhis gujanensis* con un 16.51 %, seguida de *Thryothorus maculipectus* con un 15.76 % y así sucesivamente.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) MAMÍFEROS			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%=FI/FT*100	
<i>Nasua narica</i>	32.61	14.81	47.42
<i>Sciurus yucatanensis</i>	10.87	18.52	29.39
<i>Didelphis virginiana</i>	10.87	14.81	25.68
<i>Odocoileus virginianus</i>	10.87	7.41	18.28
<i>Agouti paca</i>	6.52	11.11	17.63

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%) MAMÍFEROS			IVI
ESPECIES	DEN%=NI/N*100	FR%=FI/FT*100	
<i>Heteromys gaumeri</i>	6.52	11.11	17.63
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	6.52	7.41	13.93
<i>Artibeus jamaicensis</i>	8.70	3.70	12.40
<i>Sylvilagus floridanus</i>	4.35	7.41	11.76
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2.17	3.70	5.88
			200.00

En lo concerniente al grupo de los mamíferos, 11 especies contribuyeron en la estructura y composición del presente grupo observándose una leve dominancia entre las especies, mostrándose entonces una distribución casi homogénea de las mismas dentro del SA, detectándose un grupo bien conformado en la unidad de análisis, así mismo, las especies que más contribuyeron a la composición estructural fueron *Nasua narica* con un 47.42 %, seguida de la *Sciurus yucatanensis* con un 29.39 % y así sucesivamente.

CAPÍTULO 5: DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTÉ DESTINADO, CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA

5.1. FINES A LOS QUE ESTÁ DESTINADO EL PREDIO

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidad de Gestión Ambiental 21 denominada "ZONA URBANA DE CANCÚN", la cual permite para el caso del predio de interés, los usos de suelo que establezca el Programa de Desarrollo Urbano aplicable. Y señala que posee una política ambiental de aprovechamiento sustentable, es decir, que presenta condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función de los ecosistemas y sus principales procesos prioritarios, promoviendo la permanencia o tasa de cambio del uso de suelo actual.

Por otra parte, en materia de desarrollo urbano, el predio seleccionado cuenta con uso para comercio de barrio, equipamiento, habitacional, mixto comercial, uso no determinado y vialidades, tal como lo indica el PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN CANCÚN, MUNICIPIO BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (2014-2030); por lo cual la zona cuenta ya con todos los servicios urbanos necesarios para dotar al fraccionamiento proyectado.

Considerando ambos instrumentos normativos, se ha tomado la decisión de destinar el predio a la construcción de un fraccionamiento habitacional, acorde al uso de suelo urbano. Sin embargo, en esta etapa del proyecto sólo se somete a evaluación el cambio de uso de suelo a través de la remoción de vegetación forestal, por lo que no se contemplan obras ni procesos constructivos.

5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES DEL PREDIO

5.2.1. Medio abiótico

a) Clima

Todo el sistema ambiental se ubica dentro del subtipo climático cálido subhúmedo $Aw0(x')$, y por ende el sitio del proyecto también presenta ese subtipo climático (ver planos anexos).

b) Precipitación media anual

Con base en los registros mensuales y anuales promedio obtenidos de la estación meteorológica de Cancún, se tiene que la precipitación media anual es de 1,300 mm, tal como ocurre en todo el sistema ambiental (ver planos anexos).

c) Fisiografía

El sistema ambiental se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán y en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco, y por ende, el sitio del proyecto se alberga en ambos sistemas fisiográficos (ver planos anexos).

d) Geología

El sitio del proyecto se ubica dentro del sistema geológico Roca caliza del Terciario plioceno: Ts (cz).- que está formada en su parte inferior por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas. Su parte superior está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal (ver planos anexos).

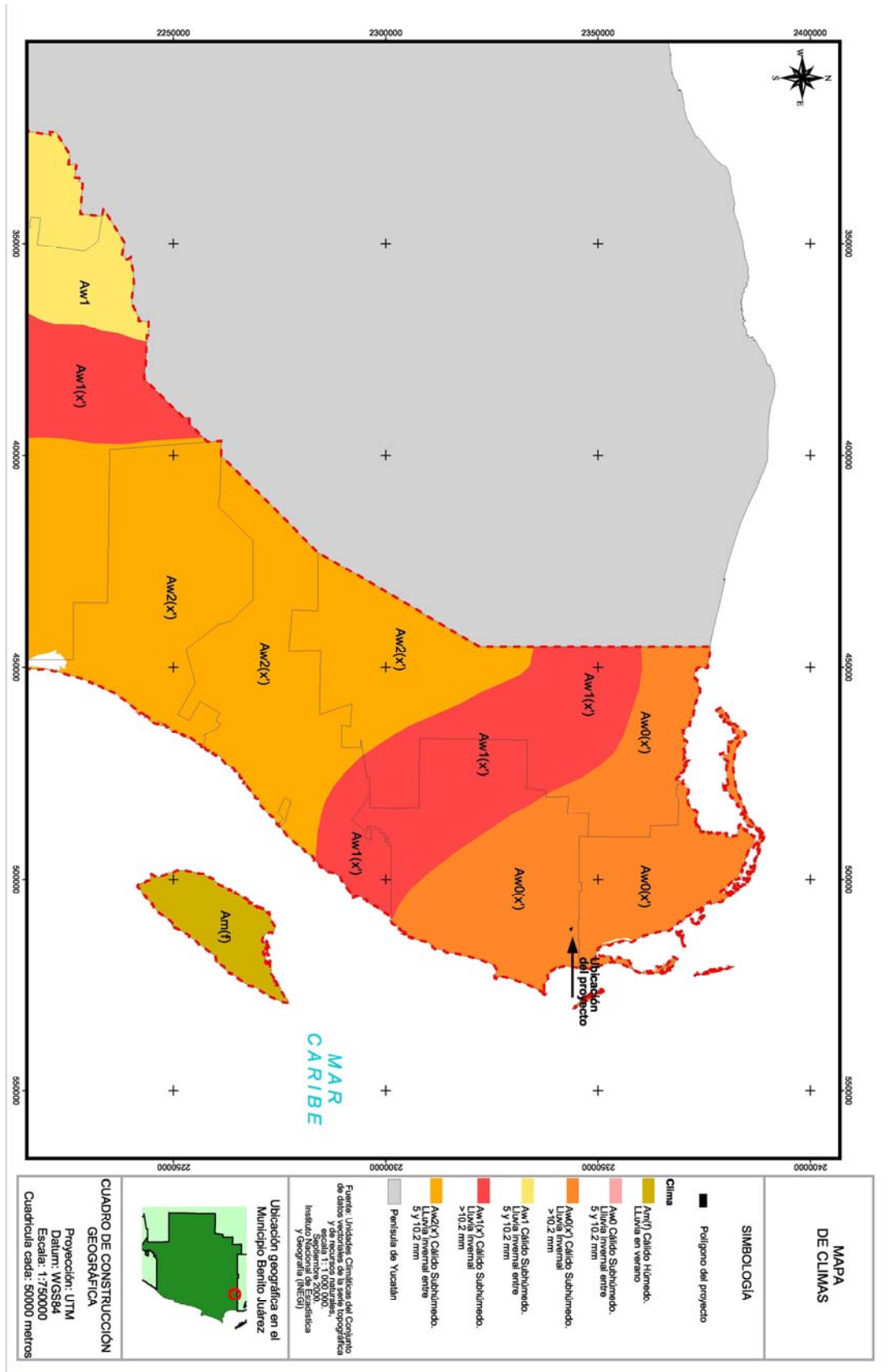
e) Edafología

Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, se advierte que el predio se encuentran dentro de la Unidad Edafológica de Rendzina mas Litosol (E+I/2/L), donde el suelo predominante o primario es la Rendzina y el Litosol como suelo secundario, con clase textural media, en fase física lítica (ver planos anexos).

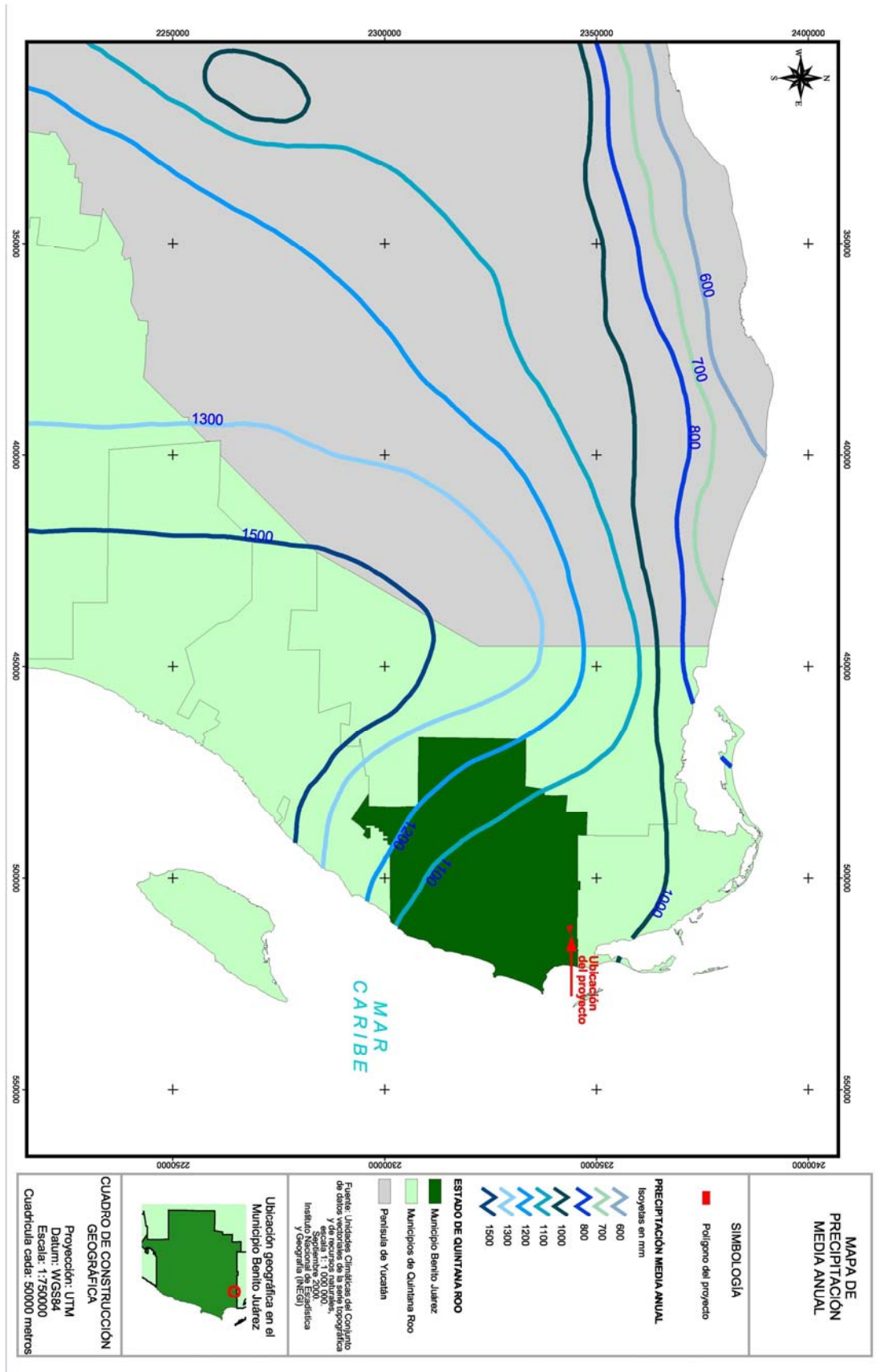
Rendzinas. Del polaco rzedzic: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Litsoles. Del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variables dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. No tiene subunidades y su símbolo es (I).

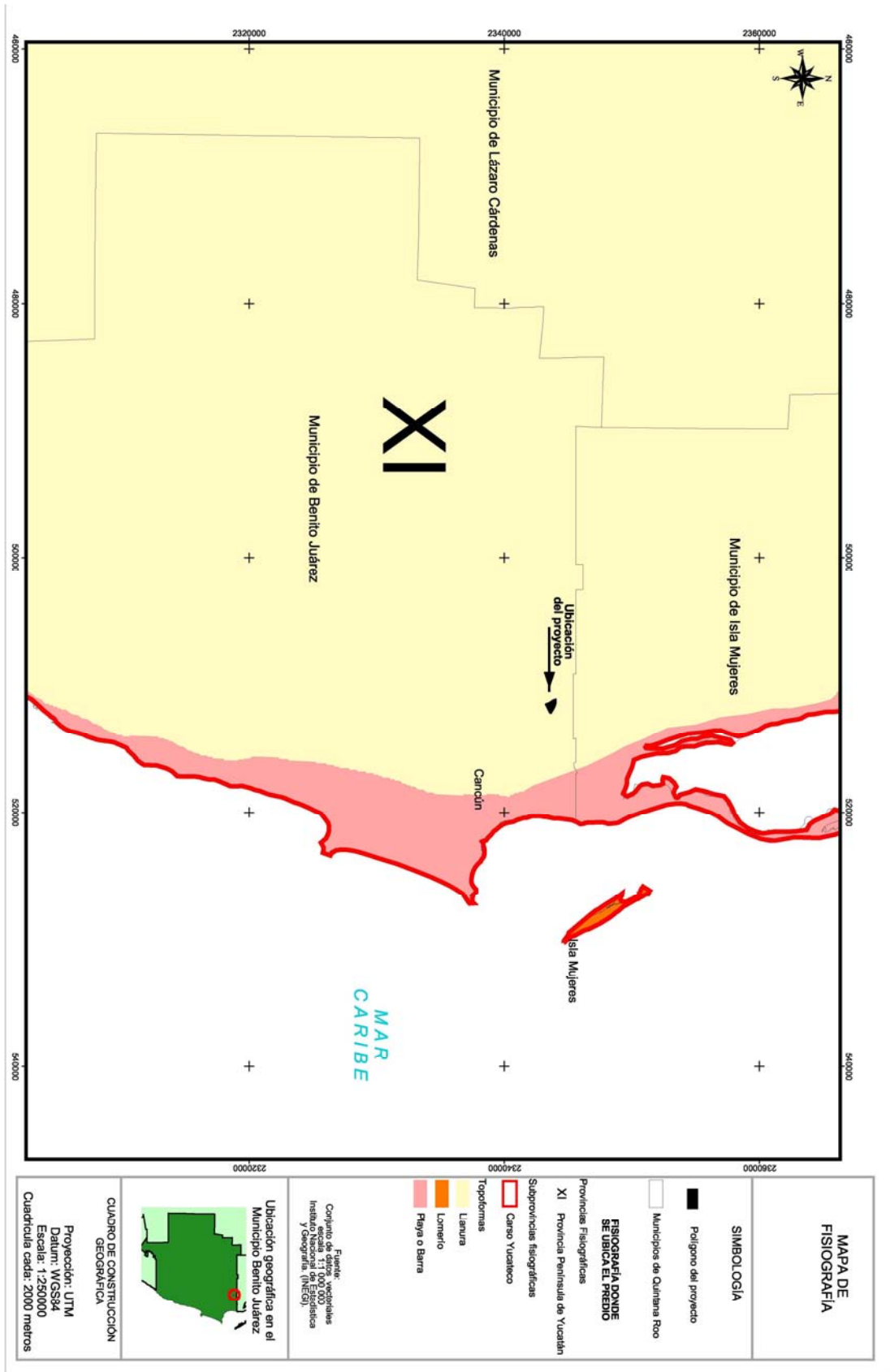
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



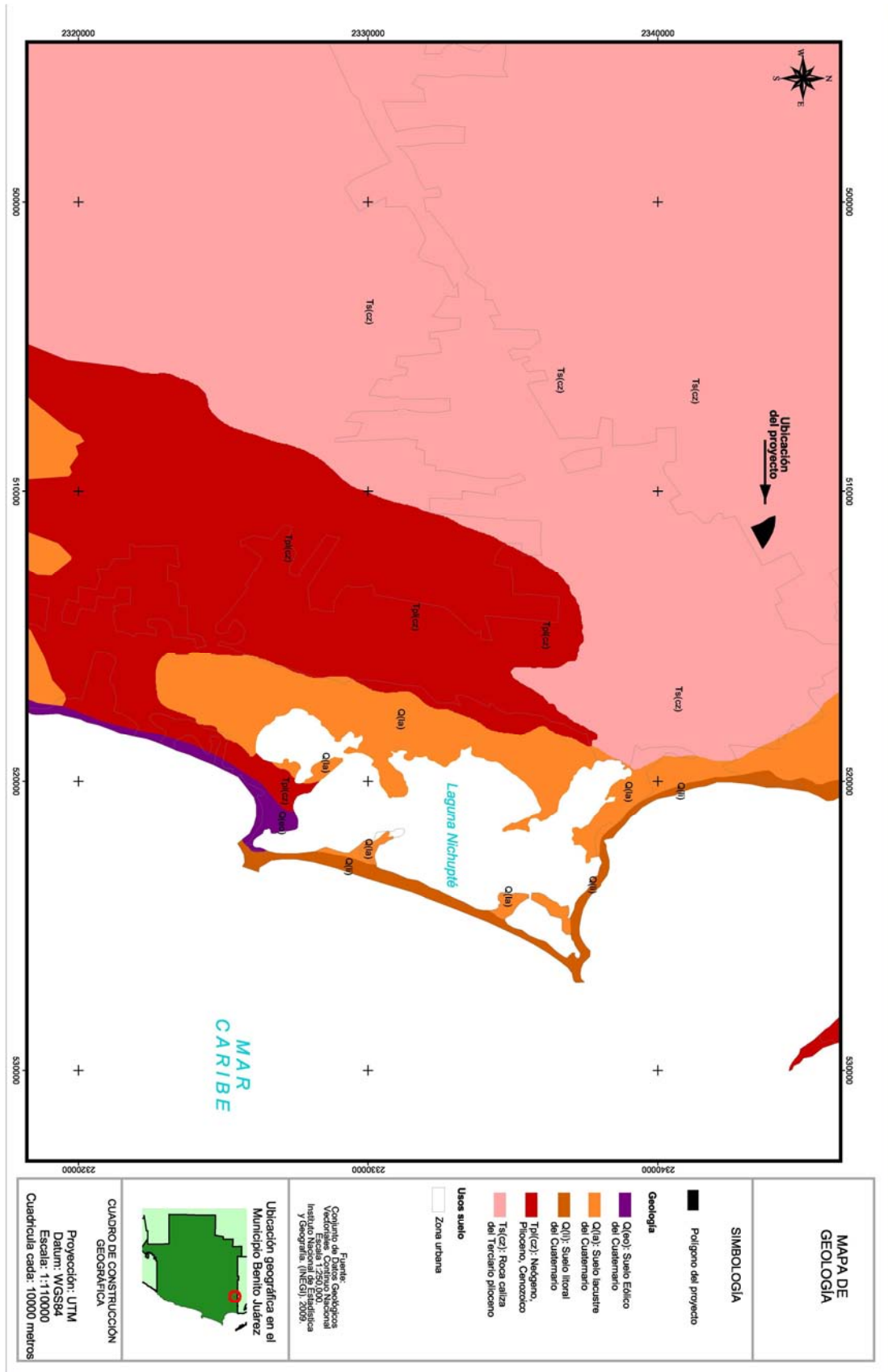
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



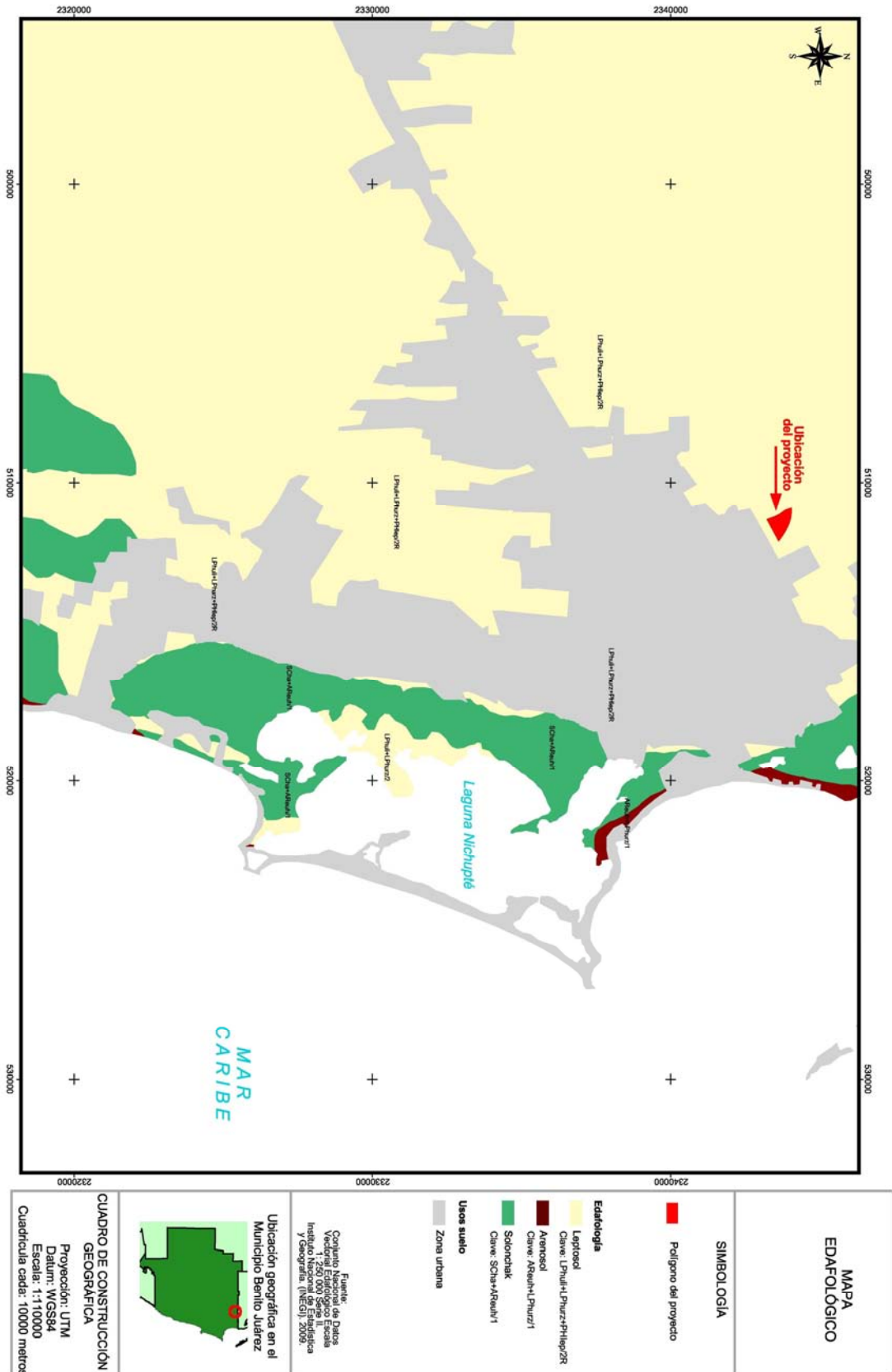
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
 PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



5.2.2. Medio biótico

a) Flora

Para el estudio de la vegetación que se desarrolla en el predio del proyecto, se procedió a realizar un inventario forestal al interior del polígono de estudio a fin de conocer las especies que conforman cada uno de los estratos de la vegetación, así como las características dasométricas del arbolado.

Una de las primeras actividades realizadas durante la toma de datos en campo, consistió en identificar los límites de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS; una vez corroborados dichos datos se procedió a identificar el tipo de vegetación, así como las condiciones en las que ésta se encontraba, como se observa en las siguientes imágenes.



▸ *Diseño del muestreo*

Una vez definida la poligonal del predio y con la finalidad de obtener las características particulares de la vegetación identificada, se llevó a cabo el inventario forestal, de la siguiente manera:

Para el estudio se llevó a cabo un muestreo sistemático a través cuadrantes anidados (un cuadrante principal y dos subcuadrantes), cuyas características se describen en los siguientes puntos:

Estrato arbóreo.- Para el estudio del arbolado adulto se trazaron cuadrantes de 40 m x 25 m (1000 m² por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos dasométricos del arbolado adulto con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm.

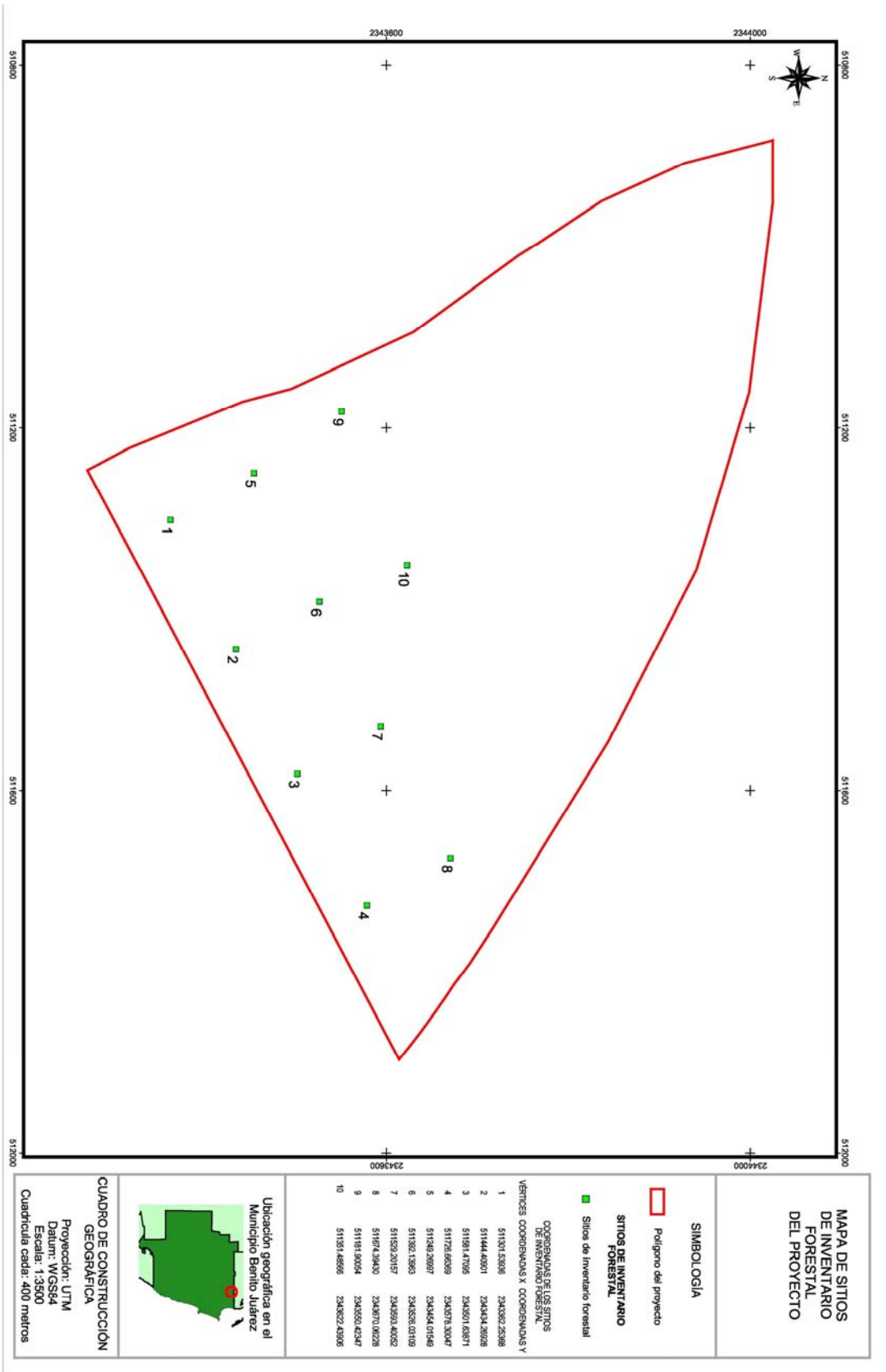
Estrato arbustivo.- Para el estudio de este estrato se trazó un cuadrante de 5 m x 5 m (25 m² por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos dasométricos del arbolado joven con diámetro a la altura del pecho menor a 10 cm.

Estrato herbáceo.- Para el estudio de este estrato se trazó un subcuadrante de 1 m x 1 m (1 m² por cada sitio). Dentro de cada cuadrante se tomaron los datos de altura y cobertura para cada individuo identificado.

Se establecieron 10 cuadrantes de muestreo con sus respectivos subcuadrantes, lo que da un total de 10,000 m² (1 hectárea) inventariados para el estrato arbóreo; 250 m² para el estrato arbustivo y 10 m² inventariados para el estrato herbáceo, con el objeto de obtener una muestra representativa de la vegetación dentro de la superficie de aprovechamiento. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas (UTM/WGS84_16Q Norte) de los sitios de muestreo, y en la página siguiente se muestra el plano de ubicación de los mismos.

COORDENADAS EN UTM/WGS84_16Q N		
SITIOS	X	Y
1	511301.53936	2343362.25368
2	511444.40901	2343434.26928
3	511581.47095	2343501.63871
4	511726.66369	2343578.30047
5	511249.26997	2343454.01549
6	511392.13963	2343526.03109
7	511529.20157	2343593.40052
8	511674.39430	2343670.06228
9	511181.90054	2343550.42347
10	511351.48566	2343622.43906
Superficie muestreada: 10,000 m ²		

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

En las siguientes imágenes se muestran las actividades realizadas durante el inventario forestal.





Una vez llevado a cabo el inventario forestal, se procedió a realizar un trabajo de gabinete en el que se determinaron las características dasométricas de los estratos que integran la vegetación del predio; así como las especies de flora que componen la misma, a partir de la cual se determinó que el tipo de vegetación que se desarrolla en toda la superficie del predio del proyecto, corresponde a Selva mediana subperennifolia (ver plano de la página 77). Lo antes mencionado corresponde con la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (serie IV, escala 1:250000), la cual indica que el predio del proyecto se ubica en una zona con vegetación de Selva mediana subperennifolia, tal como puede observarse en el plano de la página 78.

▀ *Descripción fisonómica de la vegetación que se desarrolla en el predio*

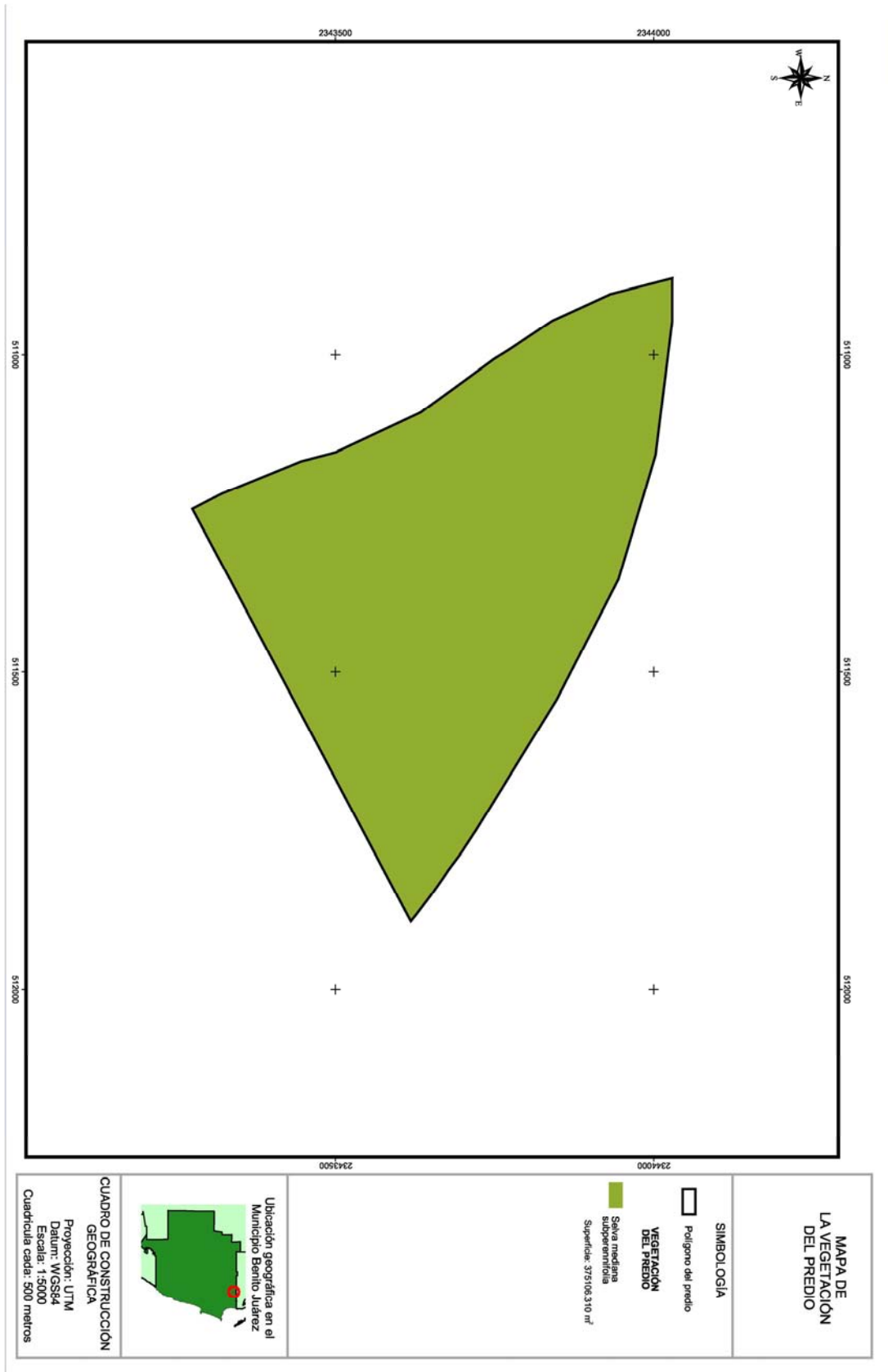
De acuerdo con el estudio realizado en campo, la vegetación existente en la superficie de cambio de uso de suelo, presenta tres estratos en su estructura vertical, a saber: estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo; siendo el estrato arbóreo el que se observa mejor representado, ya que el dosel generalmente es cerrado y los individuos que lo integran presentan una distribución mas o menos heterogénea, con la predominancia de ciertas especies; mientras que el estrato arbustivo ostenta una representación más o menos abundante, pues acusa una fuerte competencia por el espacio y los nutrientes con el estrato superior. En cuanto al estrato herbáceo, este se encuentra compuesto en forma predominante por plántulas de especies nativas, y en tal sentido ostenta una moderada tasa de regeneración natural. A continuación se describen las características particulares de cada estrato.

Estrato arbóreo.- Se encuentra conformado por ejemplares adultos con un diámetro normal (DAP) mayor a 10 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 14.22 cm; con un máximo registrado en el censo de 63.8 cm correspondiente a un individuo de la especie *Ficus maxima* (Higo mata palo). La altura promedio del arbolado es de 6.8 m; con un máximo registrado en el censo de muestreo de 10 m para ejemplares de diferentes especies; y un mínimo de 1.5 m para un individuo de la especie *Manilkara zapota* (zapote).

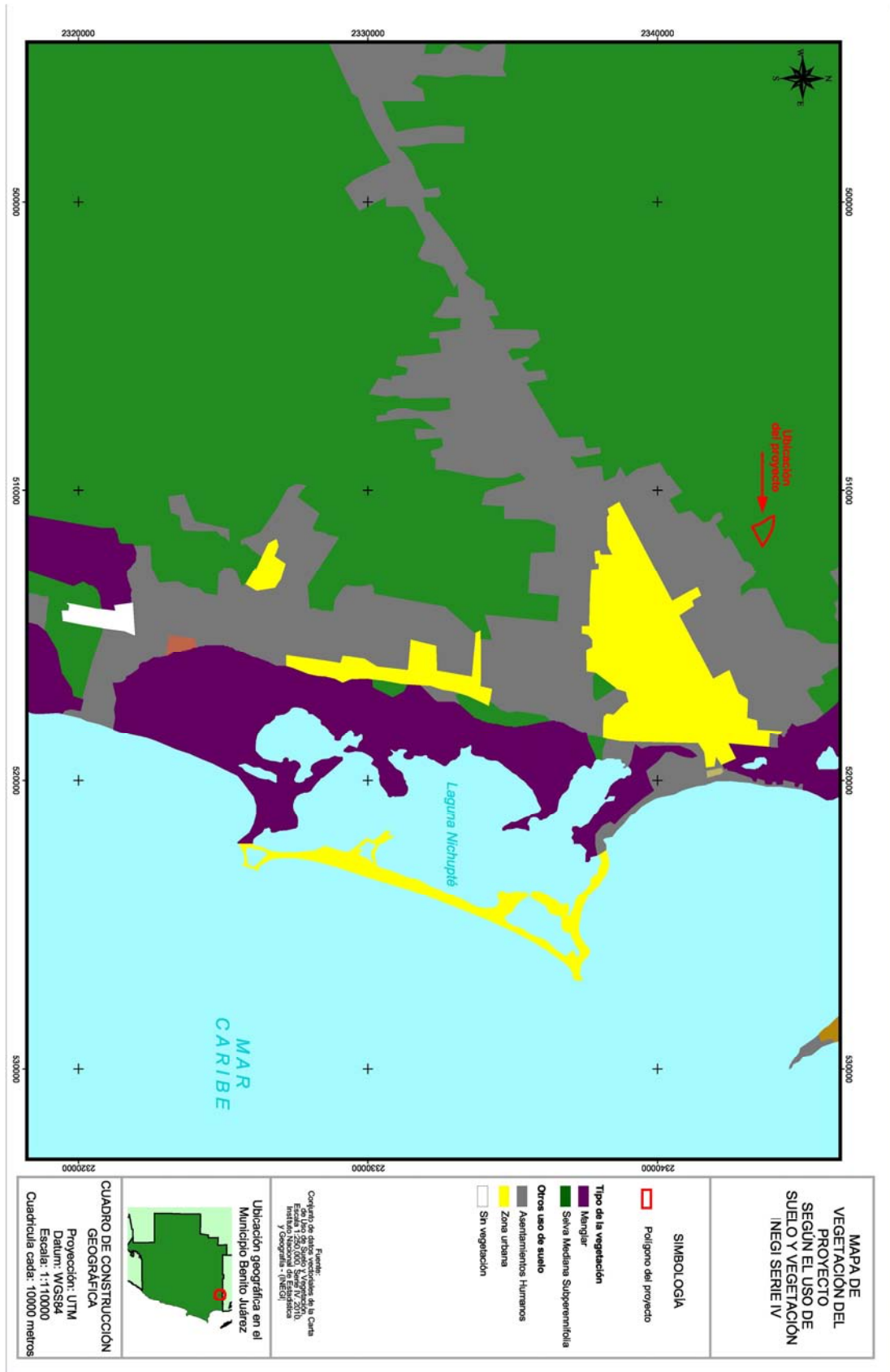
Las especies más importantes registradas en este estrato, de acuerdo con el índice de valor de importancia obtenido (ver resultados en apartados posteriores), se identificaron las siguientes: *Manilkara zapota* (Zapote), *Vitex gaumeri* (Ya'ax nik) y *Bursera simaruba* (Chacah).

En la página 79 se muestran las condiciones del arbolado en el predio del proyecto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**





Estrato arbustivo.- Se encuentra conformado por ejemplares juveniles en desarrollo con un diámetro normal (DAP) mayor a 5 cm pero menor a 10 cm; siendo el diámetro promedio del estrato igual a 2.5 cm, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 7 cm para la especie *Dendropanax arboreus* (Sak chacah) y un mínimo registrado de 0.6 cm perteneciente a ejemplares de diversas especies. La altura promedio es de 2.5 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 4 m; y un mínimo de 1 m.

Las especies más importantes registradas en este estrato, de acuerdo con el índice de valor de importancia obtenido (ver resultados en apartados posteriores), se identificaron las siguientes: *Lonchocarpus rugosus* (Kanasín), *Pouteria reticulata* (Zapotillo) y *Simarouba amara* (Pa'a saak).

En las siguientes imágenes se muestran las características particulares de la vegetación a nivel del estrato arbóreo.



Estrato herbáceo o sotobosque.- Se encuentra conformado por plantas herbáceas y plántulas producto de la regeneración natural del ecosistema. La altura promedio del estrato es de 0.52 m; con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 1.3 m para un ejemplar de la especie *Manilkara zapota* (zapote); y un mínimo de 0.10 m. La cobertura promedio de la vegetación en el sotobosque es de 0.42 m, con un máximo registrado en los sitios de muestreo de 1.05 m; y un mínimo registrado de 0.10 m, ambos registros para la especie *Nectandra coriácea* (lurelillo).

Las especies más importantes registradas en este estrato, de acuerdo con el índice de valor de importancia obtenido (ver resultados en apartados posteriores), se identificaron las siguientes: *Myrciastes fragrans* (Guayabillo), *Nectandra coriacea* (Laurelillo) y *Sabal yapa* (Sabal yapa).

En las siguientes imágenes se muestran las características particulares de la vegetación a nivel del estrato arbóreo.





DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

▸ *Composición de la vegetación*

De acuerdo con los resultados del inventario forestal realizado en el sitio del proyecto, la vegetación presente en el predio se compone de un total de 66 especies, distribuidas en uno más estratos, ya que para el estrato arbóreo se identificaron un total de 41 especies; para el estrato arbustivo 35; y finalmente para el estrato herbáceo se identificaron 39 especies. Cabe destacar que dentro del predio no se identificaron plantas epífitas. Los resultados de las especies registradas durante el inventario se muestran a continuación, diferenciadas por estrato.

COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
ANACARDIACEAE	ANACARDIACEAE	Anacardiaceae
<i>Metopium brownei</i> Chechen	<i>Metopium brownei</i> Chechen	<i>Metopium brownei</i> Chechen
APIACEAE	ANNONACEAE	Apocynaceae
<i>Dendropanax arboreus</i> Sac chacah	<i>Malmea depressa</i> Elemuy	<i>Thevetia gaumeri</i> Akitz
APOCYNACEAE	APIACEAE	Arecaceae
<i>Thevetia gaumeri</i> Akits	<i>Dendropanax arboreus</i> Sac chacah	<i>Sabal yapa</i> Huano
BOMBACACEAE	APOCYNACEAE	<i>Thrinax radiata</i> Chit
<i>Ceiba aesculifolia</i> Pochote	<i>Thevetia gaumeri</i> Akits	Aristolochiaceae
BORAGINACEAE	BURSEREACEAE	<i>Aristolochia pentandra</i> Wako aak'
<i>Cordia dodecandra</i> Ciricote	<i>Bursera simaruba</i> Chaca	Boraginaceae
BURSERACEAE	EBENACEAE	<i>Cordia dodecandra</i> Siricote
<i>Protium copal</i> Copal	<i>Diospyros yucatanensis</i> Silil	Burseraceae
<i>Bursera simaruba</i> Chaca	EUPHORBIACEAE	<i>Bursera simaruba</i> Chacah
<i>Protium copal</i> Copal	<i>Croton glabellus</i> Cascarillo	Ebenaceae
CECROPIACEAE	<i>Sebastiania adenophora</i> Chechem blanco	<i>Diospyros cuneata</i> Silil
<i>Cecropia peltata</i> Guarumbo	FABACEAE	Euphorbiaceae
EBENACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Kitanche	<i>Chamaesyce prostrata</i> Mantillo
<i>Diospyros yucatanensis</i> Silil	<i>Diphysa carthagenensis</i> Ruda de monte	<i>Gymnanthes lucida</i> Yayté
EUPHORBIACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae
<i>Croton glabellus</i>		<i>Acacia cornigera</i>

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
Cascarillo	Cacaoche	Subín
FABACEAE	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	<i>Ardisia escallonioides</i>
<i>Acacia dolischostachya</i>	Kanazin	Plomoché
Tzalam verde	<i>Piscidia piscipula</i>	<i>Bauhinia divaricata</i>
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Jabin	Pata de vaca
Ruda de monte	<i>Swartzia cubensis</i>	<i>Bauhinia jenningsii</i>
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Katalox	Tzimín
Kanasin	LAMIACEAE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	<i>Vitex gaumeri</i>	Kitamché
Tzalam	Ya'ax nik	<i>Lonchocarpus rugosus</i>
<i>Piscidia piscipula</i>	LAURACEAE	Kanazim
Jabín	<i>Nectandra coriacea</i>	<i>Lysiloma latisiliquum</i>
<i>Swartzia cubensis</i>	Laurelillo	Tzalam
Katalox	MALPIGHIACEAE	<i>Swartzia cubensis</i>
ICACINACEAE	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Catalox
<i>Ottoschulzia pallida</i>	Sak pah	LAURACEAE
Uvasche	MALVACEAE	<i>Nectandra coriacea</i>
LAMIACEAE	<i>Hampea trilobata</i>	Laurelillo
<i>Vitex gaumeri</i>	Majahua	MALVACEAE
Ya'ax nik	<i>Malvaviscus arboreus</i>	<i>Hampea trilobata</i>
LAURACEAE	Tulipancillo	Majahua
<i>Nectandra coriacea</i>	MORACEAE	<i>Malvaviscus arboreus</i>
Laurelillo	<i>Ficus cutinifolia</i>	Tulipancillo
LEGUMINOSAE	Higo de hoja pequeña	MYRTACEAE
<i>Platymiscium yucatanum</i>	MYRTACEAE	<i>Myrcianthes fragrans</i>
Granadillo	<i>Myrciantes fragrans</i>	Guayabillo
MORACEAE	Guayabillo	<i>Psidium sartorianum</i>
<i>Ficus cotinifolia</i>	<i>Psidium sartorianum</i>	Guayaba de monte
Higo de hoja pequeña	Guayaba de monte	Nyctaginaceae
<i>Ficus maxima</i>	POLYGONACEAE	<i>Neea psychotrioides</i>
Higo mata palo	<i>Coccoloba barbadensis</i>	X'tadzi
<i>Ficus padifolia</i>	Boob	Polygonaceae
Amatillo	<i>Coccoloba spicata</i>	<i>Coccoloba spicata</i>
MYRTACEAE	Sac boob	Boob
<i>Myrciantes fragrans</i>	PUTRANJIVACEAE	Rubiaceae
Guayabillo	<i>Drypetes lateriflora</i>	<i>Guettarda combsii</i>
POLYGONACEAE	Ekulub	Tastab
<i>Coccoloba barbadensis</i>	RUBIACEAE	<i>Psychotria nervosa</i>
Boob	<i>Guettarda combsii</i>	Café de monte

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

COMPOSICIÓN DE ESPECIES		
ESTRATO ARBÓREO	ESTRATO ARBUSTIVO	ESTRATO HERBÁCEO
<i>Coccoloba spicata</i> Sac boob	Tastab	<i>Randia longiloba</i> Cruceta
PUTRANJIVACEAE	<i>Psychotria nervosa</i> Café de monte	Sapindaceae
<i>Drypetes lateriflora</i> Ekulub	<i>Randia longiloba</i> Cruceta	<i>Paullinia cururu</i> Xtu'ak'
RHAMNACEAE	SALICACEAE	<i>Serjania goniocarpa</i> K'ex-ak
<i>Krugiodendrum ferreum</i> Quiebra hacha	<i>Zuelania guidonia</i> Tamay	<i>Talisia olivaeformis</i> Huaya de monte
RUBIACEAE	SAPINDACEAE	SAPOTACEAE
<i>Guettarda combsii</i> Tas tab	<i>Cupania dentata</i> Canilla de venado	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Caimito
<i>Randia longiloba</i> Cruceta	<i>Talisia olivaeformis</i> Huaya de monte	<i>Manilkara zapota</i> Zapote
RUTACEAE	SAPOTACEAE	<i>Pouteria campechiana</i> Canisté
<i>Esenbeckia pentaphylla</i> Naranjillo	<i>Manilkara zapota</i> Zapote	<i>Pouteria unilocularis</i> Zapotillo
SAPINDACEAE	<i>Pouteria campechiana</i> Kaniste	Simaroubaceae
<i>Cupania dentata</i> Canilla de venado	<i>Pouteria reticulata</i> Zapotillo	<i>Simarouba amara</i> Pa'a sak
<i>Talisia olivaeformis</i> Huaya de monte	SIMAROUBACEAE	Verbenaceae
<i>Thouinia paucidentata</i> K'anchunub	<i>Simarouba amara</i> Pa'a saak	<i>Lantana camara</i> Orégano de monte
SAPOTACEAE		
<i>Manilkara zapota</i> Zapote		
<i>Pouteria campechiana</i> Kaniste		
<i>Pouteria reticulata</i> Zapotillo		
<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Caracolillo		
<i>Sideroxylon salicifolium</i> Zapote faisán		
SIMAROUBACEAE		
<i>Simarouba amara</i> Pa'a saak		

▸ *Especies registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010*

Del total de especies registradas en la vegetación que se desarrolla al interior del predio de estudio, sólo se identificaron dos ejemplares de la especie *Thrinax radiata* (palma chit), una especie incluida en la Norma Oficial Mexicana en comento en la categoría de amenazada.

▸ *Índice del Valor de importancia*

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie registrada en la vegetación muestreada, se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue desarrollado por Curtis & McIntosh (1951) y aplicado por Pool et al. (1977), Cox(1981), Cintrón & Schaeffer–Novelli (1983) y Corella et al. (2001). Es un índice sintético estructural que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

Cada uno de los parámetros utilizados en la fórmula antes citada, se calculó con base en las siguientes ecuaciones:

Dominancia relativa:

$$\text{DOM}\% = \frac{\text{Dominancia por especie (área basal)}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

Para el caso del estrato herbáceo se utilizó la cobertura de cada especie y no el área basal, pues no es parámetro medible para los ejemplares que se desarrollan en dicho estrato.

Densidad relativa:

$$\text{DEN}\% = \frac{\text{Densidad por especie (\# de individuos muestreados)}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia relativa:

$$\text{FR}\% = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados}} \times 100$$

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

A continuación se presentan los valores de importancia calculados para las especies registradas en los diferentes estratos identificados en la vegetación, de acuerdo con los cálculos realizados.

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DOM%+DEN%+AR%) - ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	AR%= AI/AT * 100	DOM%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Manilkara zapota</i>	4.25	6.024	20.507	30.78
<i>Vitex gaumeri</i>	13.61	6.024	10.918	30.55
<i>Bursera simaruba</i>	9.69	6.024	6.194	21.91
<i>Ficus maxima</i>	7.14	5.422	8.956	21.52
<i>Metopium brownei</i>	8.50	6.024	6.677	21.20
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	7.14	4.217	8.295	19.66
<i>Piscidia piscipula</i>	7.82	4.819	6.094	18.74
<i>Ficus cotinifolia</i>	7.31	4.819	5.744	17.88
<i>Ficus padifolia</i>	6.97	5.422	4.655	17.05
<i>Dendropanax arboreus</i>	6.46	5.422	3.875	15.76
<i>Swartzia cubensis</i>	4.08	4.819	2.675	11.58
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	3.06	6.024	1.752	10.84
<i>Croton glabellus</i>	2.72	4.217	1.904	8.84
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1.36	1.807	1.006	4.17
<i>Coccoloba barbadensis</i>	0.68	2.410	0.916	4.01
<i>Acacia dolischostachya</i>	0.68	2.410	0.578	3.67
<i>Diospyrus yucatanensis</i>	0.85	1.807	0.903	3.56
<i>Pouteria campechiana</i>	0.51	1.807	1.230	3.55
<i>Simarouba amara</i>	0.68	1.807	0.498	2.99
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	0.68	1.807	0.447	2.93
<i>Pouteria reticulata</i>	0.85	1.205	0.528	2.58
<i>Protium copal</i>	0.51	1.205	0.793	2.51
<i>Drypetes lateriflora</i>	0.17	0.602	1.492	2.26
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.51	1.205	0.463	2.18
<i>Myrciantes fragrans</i>	0.34	1.205	0.598	2.14
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.34	1.205	0.358	1.90
<i>Talisia olivaeformis</i>	0.34	1.205	0.354	1.90
<i>Cordia dodecandra</i>	0.34	1.205	0.214	1.76
<i>Coccoloba spicata</i>	0.34	1.205	0.147	1.69
<i>Cupania dentata</i>	0.34	0.602	0.220	1.16
<i>Nectandra coriacea</i>	0.17	0.602	0.194	0.97
<i>Ceiba aesculifolia</i>	0.17	0.602	0.111	0.88
<i>Thouinia paucidentata</i>	0.17	0.602	0.111	0.88
<i>Krugiodendrum ferreum</i>	0.17	0.602	0.102	0.87
<i>Cecropia peltata</i>	0.17	0.602	0.094	0.87
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	0.17	0.602	0.092	0.86

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DOM%+DEN%+AR%) - ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	AR%= AI/AT * 100	DOM%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.17	0.602	0.081	0.85
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	0.17	0.602	0.074	0.85
<i>Guettarda combsii</i>	0.17	0.602	0.074	0.85
<i>Randia longiloba</i>	0.17	0.602	0.074	0.85
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%+D%) – ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	FR%= FI/FT * 100	D%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	16.40	5.825	9.893	32.12
<i>Pouteria reticulata</i>	13.56	7.767	7.806	29.14
<i>Simarouba amara</i>	6.94	7.767	12.436	27.14
<i>Ficus padifolia</i>	3.79	5.825	6.108	15.72
<i>Ficus cotinifolia</i>	3.15	4.854	7.449	15.46
<i>Manilkara zapota</i>	3.15	3.883	6.832	13.87
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	5.05	1.942	6.582	13.57
<i>Croton glabellus</i>	3.79	2.913	5.723	12.42
<i>Diospyrus yucatanensis</i>	4.10	6.796	0.830	11.73
<i>Ceiba aesculifolia</i>	2.21	3.883	4.791	10.88
<i>Piscidia piscipula</i>	3.15	5.825	1.678	10.66
<i>Diphysa carthagenensis</i>	3.15	2.913	4.242	10.31
<i>Thouinia paucidentata</i>	2.84	2.913	3.400	9.15
<i>Myrciantes fragrans</i>	4.42	3.883	0.679	8.98
<i>Metopium brownei</i>	1.89	2.913	3.479	8.28
<i>Ficus maxima</i>	1.89	3.883	2.400	8.18
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	4.10	2.913	0.996	8.01
<i>Protium copal</i>	1.26	2.913	2.766	6.94
<i>Coccoloba barbadensis</i>	2.21	1.942	1.357	5.51
<i>Krugiodendrum ferreum</i>	1.26	1.942	1.947	5.15
<i>Talisia olivaeformis</i>	2.52	1.942	0.663	5.13
<i>Cordia dodecandra</i>	1.89	0.971	1.310	4.17
<i>Cupania dentata</i>	0.63	0.971	1.854	3.46
<i>Pouteria campechiana</i>	0.63	1.942	0.876	3.45
<i>Dendropanax arboreus</i>	0.32	0.971	1.584	2.87
<i>Nectandra coriacea</i>	0.95	0.971	0.339	2.26
<i>Drypetes lateriflora</i>	0.95	0.971	0.290	2.21
<i>Ottoschulzia pallida</i>	0.95	0.971	0.156	2.07
<i>Bursera simaruba</i>	0.32	0.971	0.726	2.01
<i>Coccoloba spicata</i>	0.32	0.971	0.513	1.80
<i>Vitex gaumeri</i>	0.63	0.971	0.075	1.68
<i>Cecropia peltata</i>	0.63	0.971	0.032	1.63

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%+D%) – ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	FR%= FI/FT * 100	D%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Swartzia cubensis</i>	0.32	0.971	0.096	1.38
<i>Platymiscium yucatanum</i>	0.32	0.971	0.045	1.33
<i>Acacia dolischostachya</i>	0.32	0.971	0.030	1.32
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%+D%) – ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	FR%= FI/FT * 100	D%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Myrciantes fragrans</i>	12.61	9.459	15.871	37.94
<i>Nectandra coriacea</i>	11.71	10.811	14.874	37.40
<i>Sabal yapa</i>	6.31	2.703	9.124	18.13
<i>Aristolochia pentandra</i>	4.50	5.405	4.053	13.96
<i>Malvaviscus arboreus</i>	5.41	4.054	4.074	13.53
<i>Lantana camara</i>	3.60	4.054	4.371	12.03
<i>Psidium sartorianum</i>	4.50	2.703	4.498	11.71
<i>Bursera simaruba</i>	4.50	2.703	3.756	10.96
<i>Talisia olivaeformis</i>	3.60	2.703	3.607	9.91
<i>Chamaesyce prostrata</i>	2.70	4.054	3.140	9.90
<i>Thrinax radiata</i>	2.70	4.054	2.589	9.35
<i>Psychotria nervosa</i>	3.60	2.703	2.886	9.19
<i>Manilkara zapota</i>	3.60	2.703	2.037	8.34
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1.80	2.703	2.695	7.20
<i>Serjania goniocarpa</i>	2.70	1.351	2.164	6.22
<i>Bauhinia divaricata</i>	1.80	2.703	1.676	6.18
<i>Guettarda combsii</i>	1.80	2.703	1.294	5.80
<i>Coccoloba spicata</i>	1.80	2.703	0.976	5.48
<i>Pouteria campechiana</i>	1.80	2.703	0.955	5.46
<i>Swartzia cubensis</i>	1.80	2.703	0.721	5.23
<i>Cordia dodecandra</i>	0.90	1.351	1.867	4.12
<i>Acacia cornigera</i>	0.90	1.351	1.846	4.10
<i>Thevetia gaumeri</i>	0.90	1.351	1.846	4.10
<i>Myrcianthes fragrans</i>	1.80	1.351	0.806	3.96
<i>Ardisia escallonioides</i>	0.90	1.351	1.655	3.91
<i>Simarouba amara</i>	0.90	1.351	1.231	3.48
<i>Hampea trilobata</i>	0.90	1.351	0.764	3.02
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	0.90	1.351	0.764	3.02
<i>Bauhinia jenningsii</i>	0.90	1.351	0.679	2.93
<i>Randia longiloba</i>	0.90	1.351	0.679	2.93
<i>Paullinia cururu</i>	0.90	1.351	0.530	2.78
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	0.90	1.351	0.318	2.57
<i>Diospyros cuneata</i>	0.90	1.351	0.318	2.57

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ÍNDICE DEL VALOR DE IMPORTANCIA (DEN%+FR%+D%) – ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	DEN%= NI/N * 100	FR%= FI/FT * 100	D%= GI / ∑GI * 100	IVI
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	0.90	1.351	0.318	2.57
<i>Pouteria unilocularis</i>	0.90	1.351	0.318	2.57
<i>Neea psychotrioides</i>	0.90	1.351	0.255	2.51
<i>Metopium brownei</i>	0.90	1.351	0.233	2.49
<i>Gymnanthes lucida</i>	0.90	1.351	0.212	2.46
TOTALES	100.00	100.00	100.0	300.0

▀ *Índice de biodiversidad*

Para estimar la biodiversidad de la flora presente en el predio conforme a los datos de abundancia relativa obtenidos por cada especie y por cada estrato de la vegetación, se utilizó el índice de diversidad de Shannon – Wiener (1949), cuya ecuación se cita como:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Donde:

S = número total de especies.

∑i=1 = número total de individuos.

Pi = abundancia relativa de la especie i.

ln Pi = logaritmo natural (base 2 según la fórmula original) de la abundancia relativa de la especie i.

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlo. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

A continuación se presentan el cálculo del índice de diversidad de las especies de flora presentes en el predio, con base en el índice de Shannon – Wiener (1949).

ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Acacia dolischostachya</i>	4	0.007	-7.20	-0.049
<i>Bursera simaruba</i>	57	0.097	-3.37	-0.326
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Coccoloba barbadensis</i>	4	0.007	-7.20	-0.049
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.003	-8.20	-0.028

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ESTRATO ARBÓREO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Cordia dodecandra</i>	2	0.003	-8.20	-0.028
<i>Croton glabellus</i>	16	0.027	-5.20	-0.141
<i>Cupania dentata</i>	2	0.003	-8.20	-0.028
<i>Dendropanax arboreus</i>	38	0.065	-3.95	-0.255
<i>Diospyrus yucatanensis</i>	5	0.009	-6.88	-0.058
<i>Diphysa carthagenensis</i>	8	0.014	-6.20	-0.084
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Ficus cotinifolia</i>	43	0.073	-3.77	-0.276
<i>Ficus maxima</i>	42	0.071	-3.81	-0.272
<i>Ficus padifolia</i>	41	0.070	-3.84	-0.268
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Krugiodendrum ferreum</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	18	0.031	-5.03	-0.154
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	42	0.071	-3.81	-0.272
<i>Manilkara zapota</i>	25	0.043	-4.56	-0.194
<i>Metopium brownei</i>	50	0.085	-3.56	-0.302
<i>Myrciantes fragrans</i>	2	0.003	-8.20	-0.028
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Ottoschulzia pallida</i>	2	0.003	-8.20	-0.028
<i>Piscidia piscipula</i>	46	0.078	-3.68	-0.288
<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.005	-7.61	-0.039
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.005	-7.61	-0.039
<i>Pouteria reticulata</i>	5	0.009	-6.88	-0.058
<i>Protium copal</i>	3	0.005	-7.61	-0.039
<i>Randia longiloba</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	4	0.007	-7.20	-0.049
<i>Simarouba amara</i>	4	0.007	-7.20	-0.049
<i>Swartzia cubensis</i>	24	0.041	-4.61	-0.188
<i>Talisia olivaeformis</i>	2	0.003	-8.20	-0.028
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.002	-9.20	-0.016
<i>Vitex gaumeri</i>	80	0.136	-2.88	-0.392
$\sum i =$	588		$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$	4.18 bits/ind

ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Bursera simaruba</i>	10	0.032	-4.99	-0.157
<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	2	0.006	-7.31	-0.046
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Coccoloba barbadensis</i>	6	0.019	-5.72	-0.108

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ESTRATO ARBUSTIVO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Coccoloba spicata</i>	6	0.019	-5.72	-0.108
<i>Croton glabellus</i>	16	0.050	-4.31	-0.217
<i>Cupania dentata</i>	10	0.032	-4.99	-0.157
<i>Dendropanax arboreus</i>	10	0.032	-4.99	-0.157
<i>Diospyros yucatenensis</i>	12	0.038	-4.72	-0.179
<i>Diphysa carthagenensis</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Ficus cutinifolia</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Gliricidia sepium</i>	52	0.164	-2.61	-0.428
<i>Guettarda combsii</i>	12	0.038	-4.72	-0.179
<i>Hampea trilobata</i>	10	0.032	-4.99	-0.157
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	7	0.022	-5.50	-0.121
<i>Malmea depressa</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Malvaviscus arboreus</i>	13	0.041	-4.61	-0.189
<i>Manilkara zapota</i>	2	0.006	-7.31	-0.046
<i>Metopium brownei</i>	22	0.069	-3.85	-0.267
<i>Myrciantes fragrans</i>	13	0.041	-4.61	-0.189
<i>Nectandra coriacea</i>	43	0.136	-2.88	-0.391
<i>Piscidia piscipula</i>	4	0.013	-6.31	-0.080
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.009	-6.72	-0.064
<i>Pouteria reticulata</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Psidium sartorianum</i>	14	0.044	-4.50	-0.199
<i>Psychotria nervosa</i>	3	0.009	-6.72	-0.064
<i>Randia longiloba</i>	8	0.025	-5.31	-0.134
<i>Sebastiania adenophora</i>	6	0.019	-5.72	-0.108
<i>Simarouba amara</i>	1	0.003	-8.31	-0.026
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.006	-7.31	-0.046
<i>Talisia olivaeformis</i>	3	0.009	-6.72	-0.064
<i>Thevetia gaumeri</i>	7	0.022	-5.50	-0.121
<i>Vitex gaumeri</i>	9	0.028	-5.14	-0.146
<i>Zuelania guidonia</i>	4	0.013	-6.31	-0.080
<i>Drypetes lateriflora</i>	2	0.006	-7.31	-0.046
$\sum i =$	317		$H = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$	4.41 bits/ind

ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Acacia cornigera</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Ardisia escallonioides</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Aristolochia pentandra</i>	5	0.045	-4.47	-0.201
<i>Bauhinia divaricata</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Bauhinia jenningsii</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Bursera simaruba</i>	5	0.045	-4.47	-0.201
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	2	0.018	-5.79	-0.104

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

ESTRATO HERBÁCEO				
ESPECIES	IND	ABUNDANCIA RELATIVA (AR)	LOG Pi	LOG Pi * AR
<i>Chamaesyce prostrata</i>	3	0.027	-5.21	-0.141
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Cordia dodecandra</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Diospyros cuneata</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Guettarda combsii</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Gymnanthes lucida</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Hampea trilobata</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Lantana camara</i>	4	0.036	-4.79	-0.173
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Malvaviscus arboreus</i>	6	0.054	-4.21	-0.228
<i>Manilkara zapota</i>	4	0.036	-4.79	-0.173
<i>Metopium brownei</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Myrciantes fragrans</i>	14	0.126	-2.99	-0.377
<i>Myrcianthes fragrans</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Nectandra coriacea</i>	13	0.117	-3.09	-0.362
<i>Neea psychotrioides</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Paullinia cururu</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Pouteria campechiana</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Pouteria unilocularis</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Psidium sartorianum</i>	5	0.045	-4.47	-0.201
<i>Psychotria nervosa</i>	4	0.036	-4.79	-0.173
<i>Randia longiloba</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Sabal yapa</i>	7	0.063	-3.99	-0.251
<i>Serjania goniocarpa</i>	3	0.027	-5.21	-0.141
<i>Simarouba amara</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Swartzia cubensis</i>	2	0.018	-5.79	-0.104
<i>Talisia olivaeformis</i>	4	0.036	-4.79	-0.173
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.009	-6.79	-0.061
<i>Thrinax radiata</i>	3	0.027	-5.21	-0.141
$\sum i =$	111		$H = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$	4.71 bits/ind

Como se puede observar en los resultados anteriores, la vegetación de Selva mediana subperennifolia que existe en la superficie de CUSTF, ostenta una biodiversidad alta en cuanto a especies de flora se refiere, ya que en todos los estratos de la vegetación se alcanza un valor de H superior a 4 bits/ind (estrato arbóreo $H=4.18$ bits/ind; estrato arbustivo $H=4.41$ bits/ind; y estrato herbáceo $H=4.71$ bits/ind), siendo el estrato herbáceo el más importante ya que alcanzó un valor de 4.71 bits/ind; tomando en cuenta que de acuerdo con el índice de Shannon – Wiener (1949), el valor máximo suele estar cerca de 5, y a mayor valor del índice, indica una mayor biodiversidad del ecosistema.

CAPÍTULO 6. ESTIMACION DEL VOLUMEN POR ESPECIE DE LAS MATERIAS PRIMAS FORESTALES DERIVADAS DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

6.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Para llevar a cabo la estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo, una de las primeras actividades consistieron en identificar los límites de los polígonos de aprovechamiento mediante el GPS; una vez corroborados dichos datos se procedió a identificar el tipo de vegetación, así como las condiciones en las que ésta se encontraba, como se observa en las siguientes imágenes.



6.2. DISEÑO DEL MUESTREO

Una vez definida la vegetación (ver capítulo anterior) y con la finalidad de obtener las características dasonómicas del arbolado existente en la superficie de CUSTF, se llevó a cabo un muestreo sistemático a través de 10 cuadrantes de 40x25 m (1000 m² por cada sitio); en cada sitio se registró la totalidad de los individuos del arbolado adulto con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm. Las coordenadas de los sitios de muestreo se encuentran descritas en el capítulo 5 del presente estudio.

6.3. REGISTRO DE VARIABLES

El muestreo incluyó a todos los ejemplares con un diámetro normal a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 centímetros y de más de 1.30 metros de altura total.

Los ejemplares registrados fueron marcados con números consecutivos para su identificación.

Las variables dasométricas registradas en el inventario forestal fueron las siguientes:

- ▶ *Número de individuo (registro)*



- ▶ *Diámetro normal (DAP) en centímetros*



- ▶ *Altura total en metros.*



Así mismo, se llevó a cabo el registro del nombre común y el nombre científico de las especies identificadas, así como su estado fitosanitario (vivo, derribado, muerto, etc.).

6.4. EQUIPO UTILIZADO

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

- *Cinta diamétrica*



- *Cinta métrica*



- *Machete*

- *Cámara fotográfica digital*
- *Libreta de campo*



- *Crayones industriales*





▸ Geoposicionador satelital



▸ Pintura en aerosol



6.5. ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES

Considerando que en la zona norte del Estado de Quintana Roo no se cuenta con tablas de volúmenes que permitan calcular de manera precisa el volumen total árbol de las especies nativas existentes en el predio; se optó por estimar los Volúmenes Rollo Total Árbol de los individuos inventariados utilizando la fórmula general de un cilindro. Lo anterior considerando que el fuste de los árboles generalmente se asemeja a un cilindro medido a una cierta altura, corrigiendo el error con un coeficiente de forma o "coeficiente mórfico", mediante la fórmula siguiente:

$$V.R.T.A = g . h . f$$

Dónde:

V = Volumen Rollo Total Árbol (m³) ya que la altura utilizada en la formula corresponde al fuste limpio del árbol inventariado.

g= Área basal (m²) = ((3.1416/4)(d²))

h= Altura del fuste limpio (m)

f= coeficiente mórfico o de forma (para este caso se utilizó 0.5 en todas las especies).

A continuación se presentan las estimaciones para cada una de las especies arbóreas registradas, con respecto a su densidad (número de individuos), área basal y volumen rollo total árbol, de acuerdo con el inventario realizado en la superficie de CUSTF, el

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

cual incluyó a todos los ejemplares arbóreos posibles, pero considerando sólo aquellos con DAP mayor a 10 cm y con fuste limpio mayor a 1.30 metros.

DENSIDAD (# DE IND), ÁREA BASAL Y VOLUMEN TOTAL ÁRBOL						
ESPECIES	POR HECTÁREA (10,000 m²)			SUP. DE CUSTF (375,106.31 m²)		
	# DE IND	AB (m²)	V.T.A (m³)	# DE IND	AB (m²)	V.T.A (m³)
<i>Acacia dolischostachya</i>	4	0.064	0.097	150	2.39	0.097
<i>Bursera simaruba</i>	57	0.684	1.016	2138	25.65	1.016
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.010	0.010	38	0.39	0.010
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.012	0.012	38	0.46	0.012
<i>Coccoloba barbadensis</i>	4	0.101	0.223	150	3.79	0.223
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.016	0.020	75	0.61	0.020
<i>Cordia dodecandra</i>	2	0.024	0.047	75	0.88	0.047
<i>Croton glabellus</i>	16	0.210	0.298	600	7.89	0.298
<i>Cupania dentata</i>	2	0.024	0.040	75	0.91	0.040
<i>Dendropanax arboreus</i>	38	0.428	0.695	1425	16.05	0.695
<i>Diospyrus yucatanensis</i>	5	0.100	0.224	188	3.74	0.224
<i>Diphysa carthagenensis</i>	8	0.111	0.152	300	4.17	0.152
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.165	0.412	38	6.18	0.412
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.008	0.016	38	0.31	0.016
<i>Ficus cotinifolia</i>	43	0.634	1.074	1613	23.79	1.074
<i>Ficus maxima</i>	42	0.989	0.016	1575	37.09	0.016
<i>Ficus padifolia</i>	41	0.514	1.946	1538	19.28	1.946
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.008	0.881	38	0.31	0.881
<i>Krugiodendrum ferreum</i>	1	0.011	0.012	38	0.42	0.012
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	18	0.193	0.006	675	7.26	0.006
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	42	0.916	0.310	1575	34.36	0.310
<i>Manilkara zapota</i>	25	2.264	1.513	938	84.93	1.513
<i>Metopium brownei</i>	50	0.737	5.157	1876	27.65	5.157
<i>Myrciantes fragrans</i>	2	0.066	1.409	75	2.48	1.409
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.021	0.066	38	0.80	0.066
<i>Ottoschulzia pallida</i>	2	0.040	0.059	75	1.48	0.059
<i>Piscidia piscipula</i>	46	0.673	0.090	1725	25.24	0.090
<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.051	1.309	113	1.92	1.309
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.136	0.078	113	5.09	0.078
<i>Pouteria reticulata</i>	5	0.058	0.320	188	2.19	0.320
<i>Protium copal</i>	3	0.088	0.124	113	3.28	0.124
<i>Randia longiloba</i>	1	0.008	0.160	38	0.31	0.160
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.010	0.012	38	0.38	0.012
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	4	0.049	0.020	150	1.85	0.020
<i>Simarouba amara</i>	4	0.055	0.099	150	2.06	0.099
<i>Swartzia cubensis</i>	24	0.295	0.100	900	11.08	0.100
<i>Talisia olivaeformis</i>	2	0.039	0.466	75	1.47	0.466
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.009	0.059	38	0.34	0.059
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.012	0.013	38	0.46	0.013
<i>Vitex gaumeri</i>	80	1.205	0.012	3001	45.22	0.012
TOTALES	588	11.04	18.58	22,056	414.15	696.79

En conclusión y de acuerdo con los resultados obtenidos durante el análisis de los datos tomados del inventario forestal; se estima un total de 22,056 individuos considerados como materias primas forestales, con un área basal de 414.15 m² y un volumen rolo total árbol de 696.79 m³ que pueden obtenerse en la superficie solicitada para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

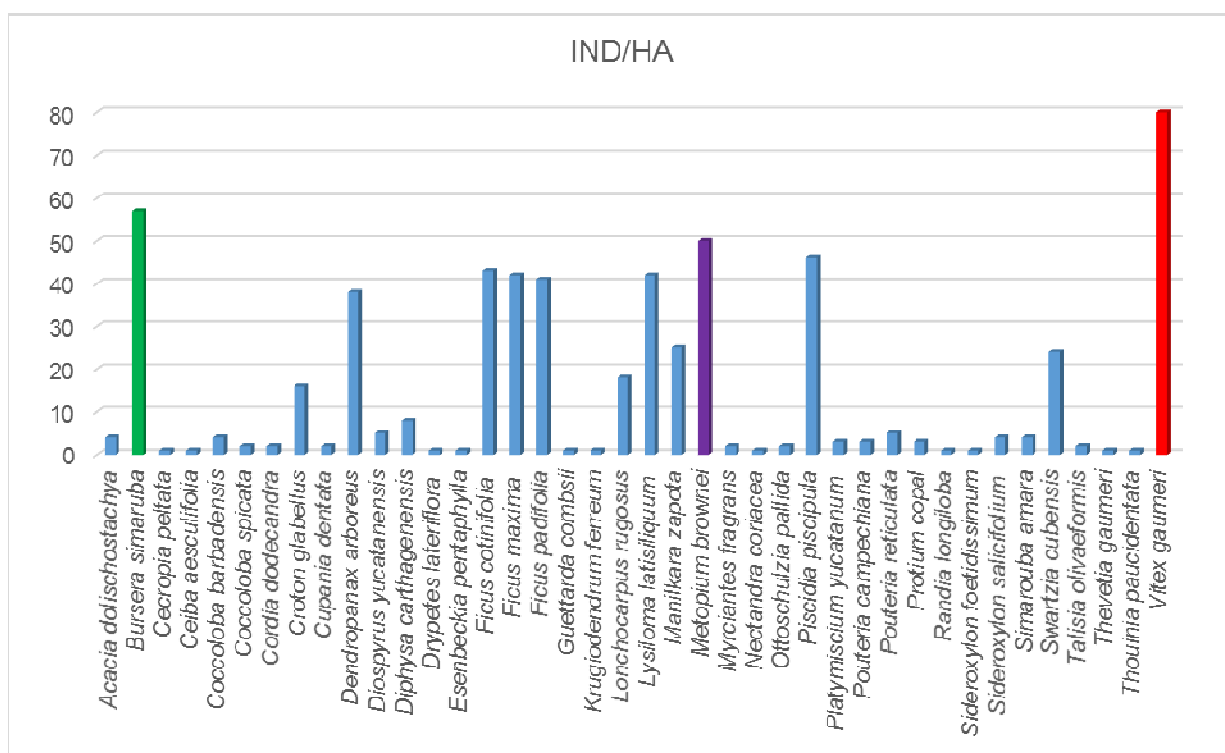
De los datos referidos en el párrafo anterior, las especies más importantes dentro de la superficie de cambio de uso de suelo propuesta, de acuerdo con su densidad (individuos censados), área basal, así como de su volumen total, son:

Por densidad: (individuos por hectárea): *Vitex gaumeri* (Ya'ax nik), *Bursera simaruba* (Chacah) y *Metopium brownei* (Chechen).

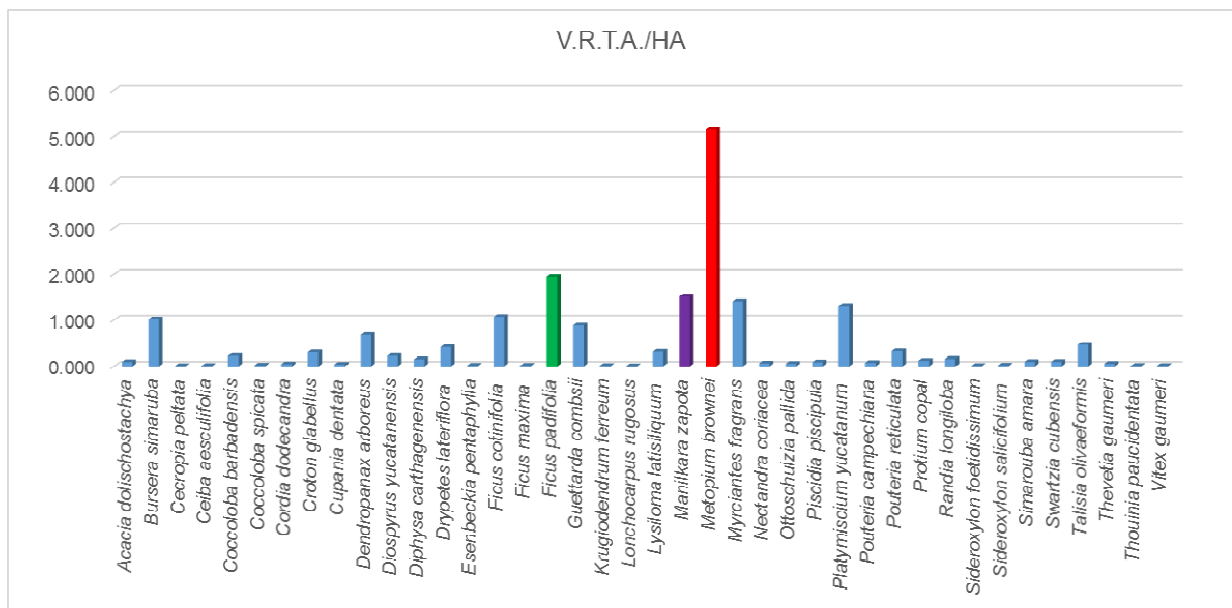
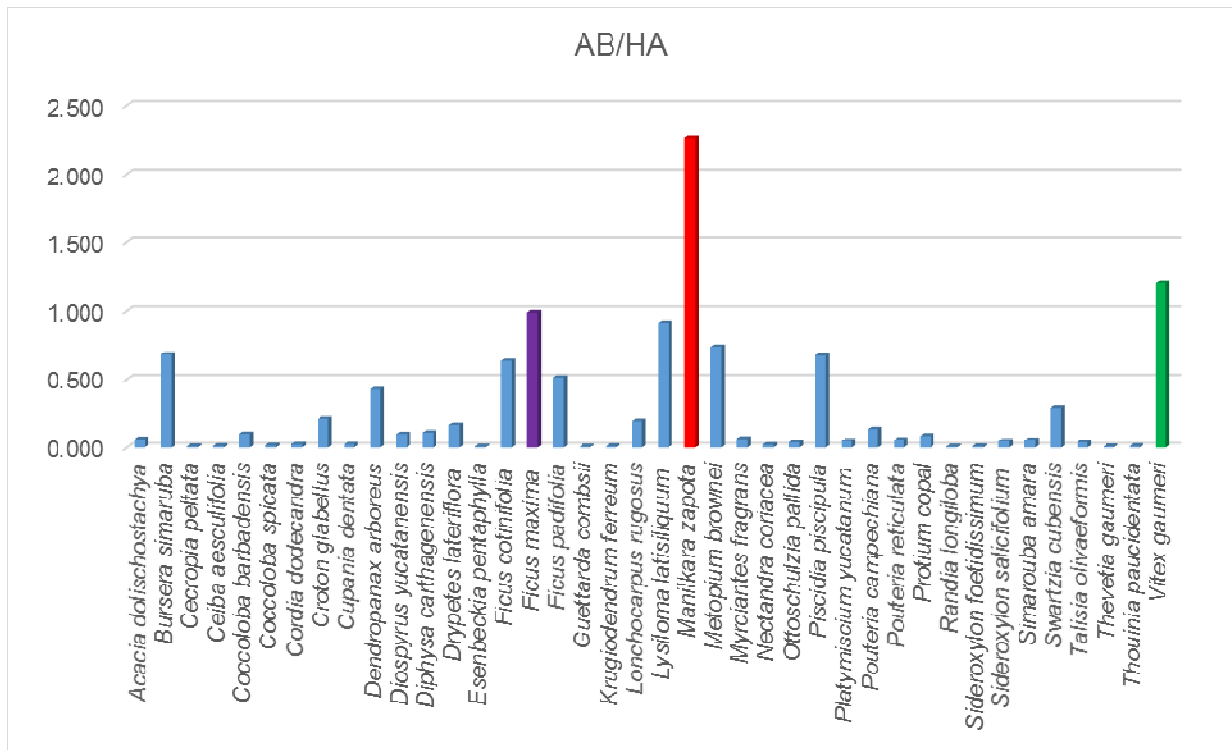
Por área basal: *Manilkara zapota* (Zapote), *Vitex gaumeri* (Ya'ax nik) y *Ficus maxima* (Higo mata palo).

Por volumen rolo total árbol: *Metopium brownei* (Chechen), *Ficus padifolia* (Amatillo) y *Manilkara zapota* (Zapote).

Lo antes mencionado puede observarse en los gráficos siguientes:



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



CAPÍTULO 7. PLAZO Y FORMA DE EJECUCIÓN DEL CUSTF

7.1. PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DEL CUSTF

Para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales solicitado en una superficie de 375,106.31 m² (37.51 ha), que corresponden al 100% de la superficie total del predio, se estima un plazo de 5 años (60 meses), mismo que de acuerdo con el cronograma de actividades, implicará la ejecución del cambio de uso de suelo por etapas, con los trabajos que se indican en la tabla siguiente.

ACTIVIDADES	CRONOGRAMA (MESES)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Aviso de inicio de las actividades												
Trazo y delimitación de la superficie de CUSTF												
Rescate de vegetación												
Rescate de fauna silvestre												
Instalación y operación del vivero rústico temporal												
Remoción de la vegetación												
Despalme y rescate de la tierra vegetal												
Trituración del material vegetal												
Reforestación												
Informes de avances y Finiquito												

De acuerdo con el programa de trabajo presentado, se tiene que el proyecto, en lo que se refiere exclusivamente al cambio de uso de suelo, se realizará en 5 años, divididos en 60 meses.

7.2. FORMA DE EJECUCIÓN DEL CUSTF

Las actividades requeridas durante el cambio de uso de suelo, consistirán básicamente en el rescate de flora y fauna silvestre de lento desplazamiento; trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento; acondicionamiento del vivero; seguido del desmonte total y posterior despalme e informe de finiquito, entre otras. A continuación se describen las actividades más importantes que se llevarán a cabo.

7.2.1. Aviso de inicio de actividades

Se dará aviso a las autoridades ambientales del inicio de las actividades del área sujeta al cambio de uso de suelo contemplado para el desarrollo del proyecto.

7.2.2. Trazo y delimitación de las áreas de aprovechamiento

Se efectuará el trazo, delimitación y marcaje de las áreas destinadas a desmontar a través del método de levantamiento directo denominado Geodésico o Topográfico, el cual consiste en el levantamiento geodésico y/o topográfico que comprende una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática para levantamientos geodésicos.

7.2.3. Rescate de flora silvestre

Esta actividad se basa en el Programa de Rescate de Flora Silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el rescate.

7.2.4. Rescate de fauna silvestre

Esta actividad se basa en el Programa de Rescate de Fauna Silvestre propuesto para el proyecto, el cual se anexa al presente estudio, y en donde se describe cada una de las actividades implicadas en el rescate.

7.2.5. Vivero rústico provisional

Para acopiar y resguardar las plantas provenientes de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio de suelo y material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en las áreas ajardinadas y en la zona que se pretende restaurar. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de seis personas que laboraran en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

En las imágenes siguientes se muestran actividades de mantenimiento de plantas rescatadas en vivero, de acuerdo con experiencias previas en campo.



7.2.6. Desmonte del sitio

El desmonte de la vegetación se realizará una vez que sean liberadas las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre. Hay que considerar que el desmonte se realizará en forma gradual y por etapas, lo que permitirá ajustar el desplante para evitar afectaciones directas a la flora y fauna silvestre. Previo al desmonte, se identificarán los árboles que serán respetados y que no interfieran con el proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.

El desmonte se realizará con la ayuda de herramientas mecánicas y manuales como motosierra, hacha y machete, así como el empleo de maquinaria (tipo bulldozer y retroexcavadoras), y vehículos de 3 toneladas de carga. Esta actividad implica el siguiente proceso:

- ▀ Corte o talado de individuos de porte arbustivo y altura considerable (árboles), por una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm). Esta operación se ejecuta por medio de motosierra.

- ▶ Separación del fuste y el follaje. Se ejecuta por medio de motosierras.
- ▶ Acopio de los fustes con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.
- ▶ Desbroce a través de la separación de los brazos del follaje y se ejecuta por medio de motosierras.
- ▶ Retiro de tocones y raíces con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.
- ▶ Desmonte total. La superficie de CUSTF que será intervenida a través de la remoción total de la vegetación forestal, perderán su cobertura vegetal a nivel de todos los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), por lo que no se conservarán elementos de flora dentro de dicha superficie. Estos polígonos estarán destinados a la construcción de obras permanentes como viviendas, vialidades y banquetas.

7.2.7. Despalme

El despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de edificios. El espesor de la capa a despallar por lo general será de 20 cm o el que especifique el proyecto para cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan material tipo I o II.

- ▶ **Material tipo I.** Son los materiales fácilmente excavables con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico, aunque esto se use para aumentar los rendimientos. También los que son fácilmente excavables con equipo mecánico ligero, como draga de arrastre, cargador frontal o retroexcavadora montados en tractores de orugas con cuchillas angulables o arado desgarrador para aflojar el material.
- ▶ **Material tipo II.** Son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico; con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos.

El despalme desalojará vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos será del tipo tractor de orugas y/o trascabo. Se despallará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado.

El retiro de la tierra vegetal consistirá en extraer toda la capa de la misma que contenga material orgánico. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior.

7.2.8. Informe de avances y de finiquito

Concluida las actividades implicadas en el desarrollo del proyecto, se dará aviso a las autoridades ambientales con el informe final y conclusión del cambio de uso de suelo; y también se realizarán reportes semestrales sobre los avances en las obras de cambio de uso de suelo en el predio, de ser necesario.

CAPÍTULO 8: VEGETACIÓN QUE DEBA RESPETARSE O ESTABLECERSE PARA PROTEGER LAS TIERRAS FRÁGILES

8.1. TIERRAS FRÁGILES

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, **Tierras frágiles** son “*aquellas 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*” (Artículo 2, Fracción XXXV).

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

Por su parte, en un artículo publicado por la FAO, se menciona que **la degradación de las tierras productivas, aunque frágiles**, ocurre en aquellas que reciben de 100 a 1 000 milímetros anuales de lluvia (en: www.fao.org/noticias/2002/020205-s.htm).

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

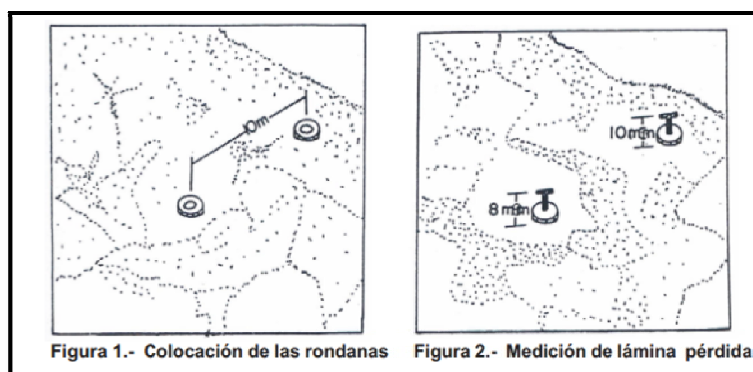
No obstante lo anterior, a continuación se realiza un análisis del grado de erosión que presenta el predio de estudio sin la implementación del proyecto y con el desarrollo de

este, a fin de demostrar que las tierras que se encuentran presentes, no pueden ser consideradas como frágiles.

8.2. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA ACTUAL DE SUELO A NIVEL DEL PEDIO

8.2.1. Descripción del método utilizado

Para evaluar la pérdida actual del suelo que ocurre a nivel del predio, se utilizó el método de “clavos y rondanas”, dado que se trata de un método sencillo, práctico y de bajos costos. El método consiste en utilizar clavos con rondanas, colocados a lo largo de un transecto a intervalos regulares (Fig. 1). La rondana se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, tocando ligeramente la cabeza del clavo. El propósito de la rondana es marcar cortes en el terreno ocasionados por erosión y de esta forma medir el espesor de la capa de suelo perdido (Fig. 2).



8.2.2. Materiales y equipo utilizado en el muestreo

Para poder "leer" los cambios en el nivel de la superficie del suelo con mayor precisión, se utilizaron clavos estándar de 5 pulgadas, y rondanas planas de acero inoxidable de 2 pulgadas (figuras 1 y 2).



Fig. 1.- Clavos



Fig. 2.- Rondanas

Para ubicar los puntos de muestreo se utilizó un GPS de la marca Garmin calibrado en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS84 y a la Zona 16Q Norte. Por otro lado, se utilizó cinta métrica graduada en milímetros para medir los cortes en el terreno; y una cámara fotográfica para el registro de las actividades en campo.

Así mismo, se utilizó un tubo de PVC de 4 cm de altura y 5.08 cm o 2 pulgadas de diámetro, que permitió recolectar un volumen de 81 cm^3 ($V=\pi*r^2*h$), por cada muestra tomada del suelo utilizada para el cálculo de la densidad aparente (figuras 3).

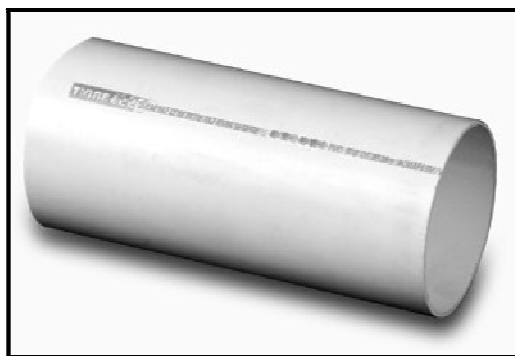


Fig. 3.- Tubo de PVC

8.2.3. Diseño del muestreo

Para la aplicación del método propuesto se llevó a cabo un muestreo por parcelas, utilizando los sitios de muestreo del inventario forestal, muestreando una parcela por sitio del inventario, lo que nos dio un total de 10 parcelas de muestreo para el suelo en estudio.

Es importante mencionar que en cada punto de muestreo se llevó a cabo una limpieza a matarrasa, en un radio de 1 metro alrededor del clavo, dejando expuesto el suelo a las condiciones climáticas, con el fin de que la materia orgánica en descomposición no afecte o altere las mediciones en campo. Los sitios permanecieron expuestos a las condiciones del medio, en un período de 15 días y al día 16, se llevó a cabo la toma de datos en campo.

8.2.4. Registro de datos en campo

Para la toma de datos se utilizó una cinta métrica extensible o flexómetro, graduado en centímetros y milímetros, por medio de la cual se midió el corte del terreno por la pérdida del suelo.

Con la ayuda del tubo de PVC se recogieron muestras del suelo (81 cm³ por cada muestra), el cual se enterró en la capa superficial del suelo con la ayuda de un mazo pequeño, eliminando únicamente la hojarasca que había en el sitio de la muestra. Posteriormente con ayuda de una pala se sacó el cilindro enterrado y con la ayuda de una navaja se enrasaba el suelo sobresaliente del cilindro para garantizar un volumen definido de suelo en cada muestra. Las muestras obtenidas del suelo fueron secadas en una estufa con horno a 105 °C hasta obtener un peso constante. Para cada sitio o punto de muestreo, se tomaron cinco repeticiones; una en el centro de cada sitio (cerca del clavo) y una muestra a diez metros del centro, en cada uno de los puntos cardinales, para finalmente obtener un promedio de densidad aparente por sitio de muestreo.

8.2.5. Pérdida y deposición de suelo

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos para la pérdida y deposición de suelo en cada sitio de muestreo, considerando el período de 15 días en el que permanecieron “in situ”.

REGISTRO DE PÉRDIDA Y DEPOSICIÓN DE SUELO											Σ Promedio
PARÁMETRO	SITIOS O PUNTOS DE MUESTREO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pérdida (mm)	0	0	-2	0	0	-1	0	0	0	0	-0.3 mm
Deposición (mm)	0	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	0	+0.4 mm

8.2.6. Densidad aparente

Para la estimación de la densidad aparente del suelo, se utilizó el método denominado “determinación gravimétrica de la densidad aparente en muestra no alterada”, para lo cual fueron útiles los cilindros o tubos de PVC.

Extraída la muestra de suelo con los cilindros extractores y cubiertos con las tapas para evitar pérdidas de material, se colocó en una estufa con horno a 105-110 °C hasta peso constante (aproximadamente 24 hs). La densidad aparente (kg/m³) se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$DA \text{ (kg/m}^3\text{)} = (A-B) / V$$

Donde:

A= peso seco del suelo

B= tara del cilindro (10 gr)

V= volumen de la muestra

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la densidad aparente, para cada muestra obtenida en los sitios de muestreo.

REGISTRO DE DENSIDAD APARENTE			
SITIO/MUESTRA	PESO SECO (gr)	TARA DEL CILINDRO (gr)	VOL. DE SUELO (cm ³)
1	435	10	405
2	605	10	405
3	695	10	405
4	597	10	405
5	480	10	405
6	474	10	405
7	496	10	405
8	511	10	405
9	620	10	405
10	642	10	405
Acumulación (Σ)	5,555 gr	100 gr	4,050 cm³
Acumulación (Σ)	5.55 kg	0.1 kg	4.05 m³
DENSIDAD APARENTE = (5.55 kg - 0.1 kg) / 4.05 m³			
DENSIDAD APARENTE = 1.35 kg/m³			

Los resultados obtenidos expresados en gramos por centímetro cúbico, fueron transformados a toneladas por metro cúbico (Ton/m³), lo que nos arroja un resultado de 0.00135 Ton/m³ para la unidad edáfica.

8.2.7. Cuantificación de pérdidas

1) **Tasa media de erosión.** Para la cuantificación de la tasa se erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la siguiente fórmula (Pizarro y Cuitiño, 2002):

$$X = Y * Da * 10$$

Donde:

X= pérdida de suelo o suelo erosionado

Y= altura media de suelo erosionado (mm)

Da= densidad aparente (Ton/m³)

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$X = Y * Da * 10$$

$$P = 0.3 * 0.00135 * 10$$

$$P = 0.000405 \text{ Ton/ha/año}$$

2) Tasa media de deposición. Para la cuantificación de la tasa de erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la misma fórmula citada anteriormente (Pizarro y Cuitiño, 2002), pero considerando los valores de deposición obtenidos en campo, de tal manera que la variable “Y” ahora corresponde al valor de deposición promedio del suelo, quedando de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X &= Y * Da * 10 \\ P &= 0.4 * 0.00135 * 10 \\ P &= 0.0054 \text{ Ton/ha/año} \end{aligned}$$

3) Erosión neta. Se denomina como erosión neta (En) a la diferencia entre la erosión y la sedimentación ocurrida, expresada en metros cúbicos por hectárea o toneladas por hectárea (Cuitiño, 1999). Se expresa como:

$$En = E - S$$

Donde:

En = Erosión neta (ton/ha).

E = Erosión media del estrato (ton/ha).

S = Sedimentación media del estrato (ton/ha).

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} En &= 0.000405 \text{ Ton/ha/año} - 0.0054 \text{ Ton/ha/año} \\ En &= -0.005 \text{ Ton/ha/año} \end{aligned}$$

De acuerdo con el resultado anterior, tenemos una erosión neta para el predio del proyecto de **-0.005 Ton/ha/año**; lo que significa que anualmente se repone (el resultado fue negativo y a favor de la deposición de suelo) una lámina de suelo de 0.0005 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005); y en ese sentido podemos concluir que en la superficie de CUSTF no existe erosión, pues la tasa media de deposición del suelo es superior a la tasa media de erosión.

Considerando lo señalado en el párrafo que antecede, podemos concluir categóricamente que dadas las condiciones en las que se encuentra actualmente el predio del proyecto, no existen tierras frágiles, pues no presentan evidencias de degradación o pérdida de su capacidad productiva natural, al contrario, existe una deposición anual de 0.005 mm de suelo.

8.3. ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DEL SUELO CON EL CUSTF

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

Ep = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

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

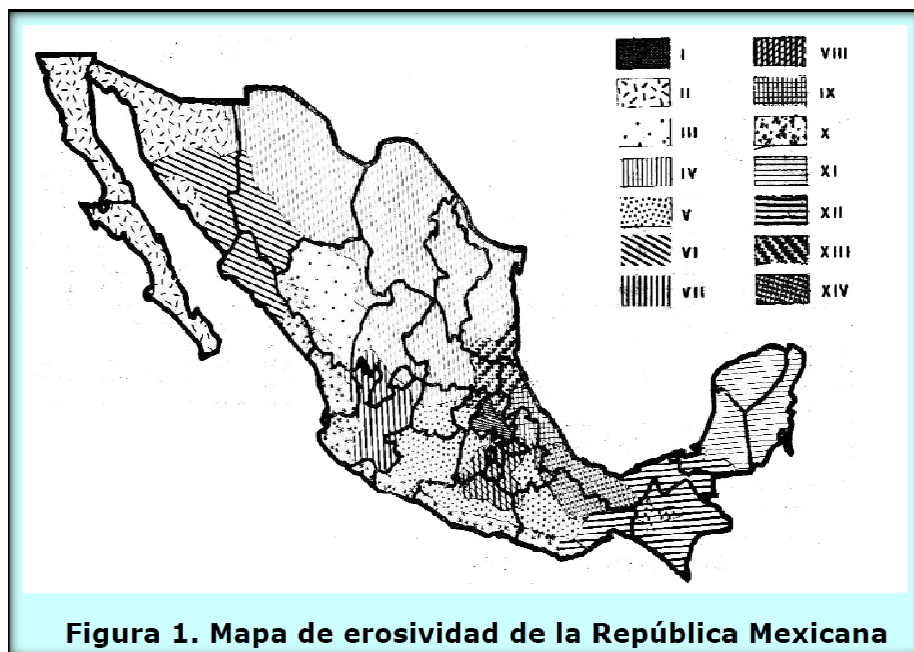
K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizarse dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:

a) **La erosividad (R)** se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio.

Se selecciona la región bajo estudio en el mapa de la República donde existen 14 regiones (Figura 1). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el **valor de R** (Cuadro 1).



Cuadro 1. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país .

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

De acuerdo con los datos de la figura 1 y el cuadro 1, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación: $R = 3.7745P + 0.004540P^2$. Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de 1,100 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

$$R = 3.7745 (1,100) + 0.004540 (1,100)^2$$

$$R = 4,151.95 + 0.004540 (1'210,000)$$

$$R = 4,151.95 + 5,493.4$$

$$\mathbf{R = 9,645.35 \text{ Mj/ha mm/hr}}$$

b) Erosionabilidad (K). La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Permeabilidad.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Erosionabilidad de los suelos (K) en función de la textura y el contenido de materia orgánica

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

Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1 a 250,000 del INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO, se advierte que el predio se encuentran dentro de la siguiente unidad edafológica (ver capítulo 5):

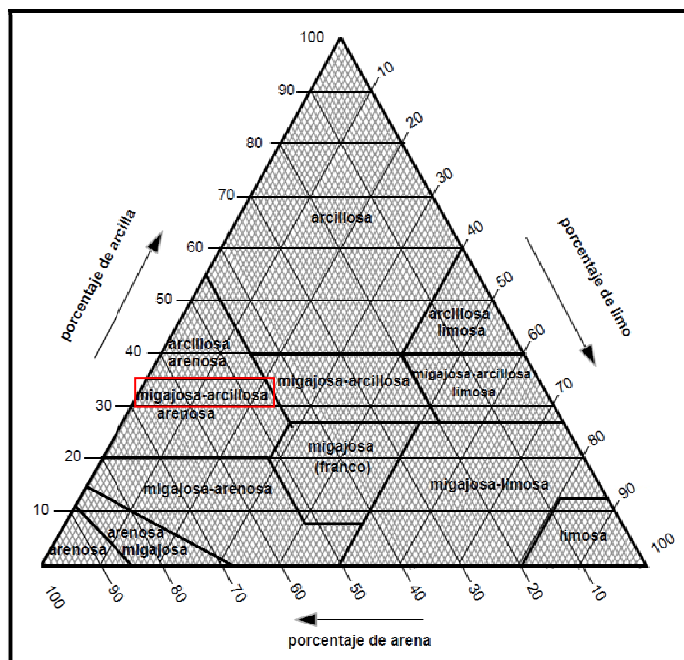
- **E+I/2/L.** Rendzina como suelo predominante más Litosol como suelo secundario; con clase textural media.

El tipo de suelo citado anteriormente, presentan una clase textural media y distinto contenido de materia orgánica. De acuerdo con el INEGI (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), las clases texturales del suelo indican cuál de las partículas de suelo (arena, limo o arcilla) domina en los 30 cm superficiales del suelo, a saber:

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.
- Textura fina. Más del 35% de arcilla.

Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa arcillosa, de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI

con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), el cual se muestra en la siguiente imagen.



En cuanto a la materia orgánica en los suelos predominantes, tenemos que la **Rendzina** es predominante por ser la unidad edáfica primaria, y son ricos en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%); mientras que el **Litosol** se presenta como suelo secundario, pero también es rico en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%).

Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arcilloso y el contenido de materia orgánica de más del 2.0%, por lo tanto el valor de K sería 0.021 de acuerdo con los datos del cuadro 2 presentado anteriormente.

c) Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente se estima como:

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

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Ha = Altura de la parte alta del terreno (m).

Hb = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en la superficie de cambio de uso de suelo (se anexa plano topográfico en el CD-R):

- ▶ La altura de la parte alta del terreno es de 8.97 msnm;
- ▶ La altura de la parte baja del terreno es de 6.37; y
- ▶ La longitud del terreno analizada de 905 m (equivalente al largo aproximado del predio).

Entonces la pendiente seria de:

$$S = 8.97 - 6.37 / 905$$

$$S = 2.6 / 905$$

$$S = 0.0028 (100)$$

$$S = 0.29 \%$$

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

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

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

▶ Longitud de la pendiente de 905 m

▶ Pendiente media del terreno 0.29%

▶ Valor constante de "m" = 0.5

LS se calcula como:

$$LS = (905)^{0.5} [0.0138 + 0.00965 (0.29) + 0.00138 (0.29)^2]$$

$$LS = (30.08) (0.0138 + 0.0027985 + 0.0001160)$$

$$LS = (30.08) (0.018)$$

$$LS = 0.54$$

d) Finalmente calculamos la **Erosión Potencial** como:

$$E_p = R * K * LS$$
$$E = (9,645.35) (0.021) (0.54)$$
$$E = 109.38 \text{ ton/ha/año}$$

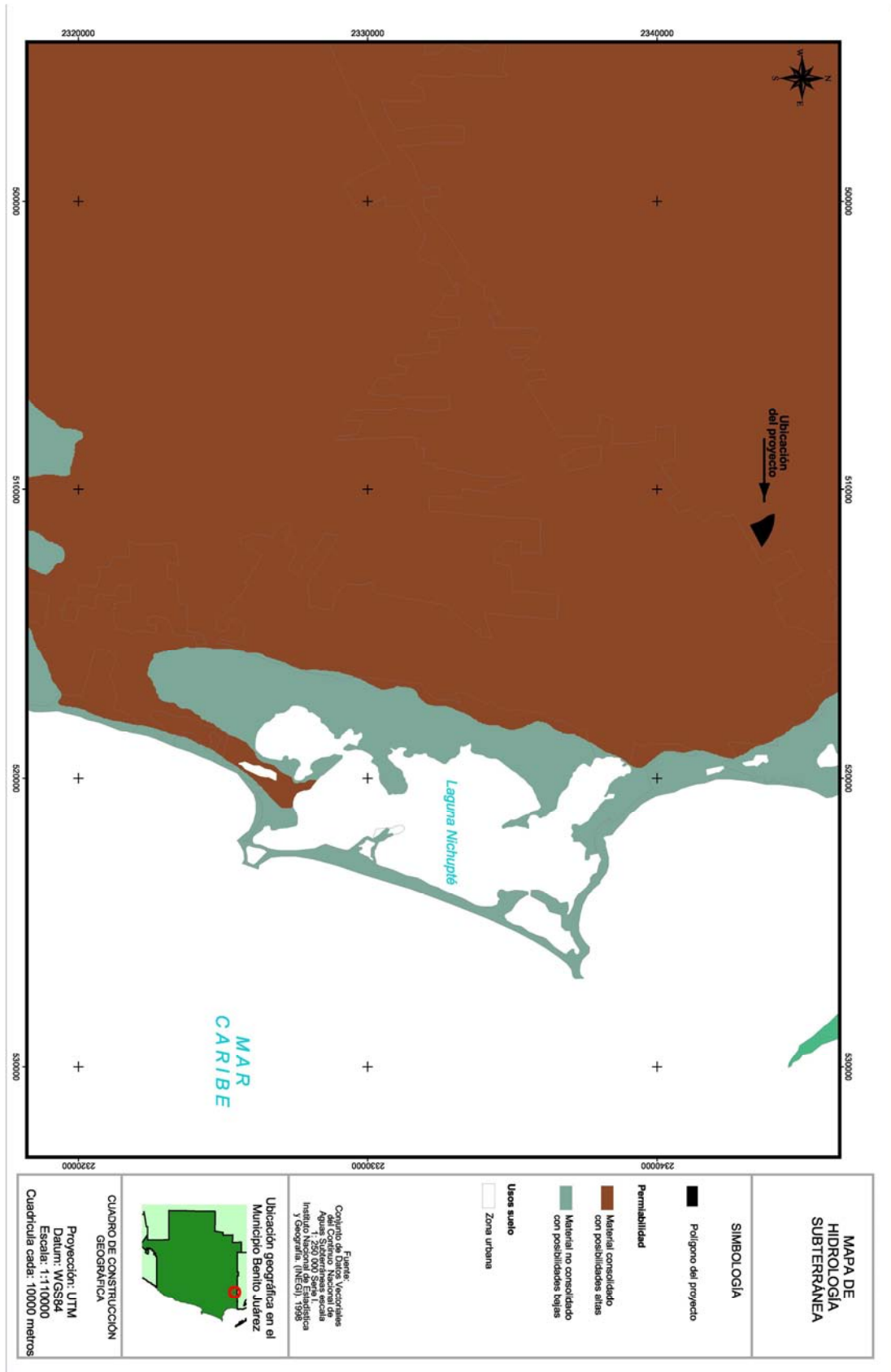
La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 109.38 t/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 10.94 mm (1.09 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 17.5 cm en promedio⁽⁴⁾, podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 16 años, si consideramos que se estima una pérdida de 1.09 cm anuales (según los resultados obtenidos del cálculo de erosión potencial), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no posee tierras frágiles; sumado a que la regeneración natural del ecosistema a nivel del sotobosque ocurriría en un plazo estimado de 1 a 2 años, por lo tanto, se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal.

En conclusión, podemos determinar que las tierras donde se realizará el proyecto no están catalogadas como zonas frágiles, aun cuando se pretende eliminar la vegetación, pues no existe degradación hídrica o eólica y no presenta pendientes, ni condiciones climáticas extremas (precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas), y sus suelos son altamente permeables, pues se ubican en una zona con posibilidades altas de funcionar como acuíferos, tal como puede observarse en el plano de la página siguiente, basado en la carta de hidrología subterránea del INEGI (escala 1:250000).

⁴ Rendzinas (suelo predominante en el predio) con espesor por debajo de los 25 cm; litosoles (suelo secundario en el predio) con espesor menor a 10 cm. INEGI, capítulo 5 del presente estudio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



CAPÍTULO 9: IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

5.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la evaluación del impacto ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

5.2. JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

5.3. INDICADORES DE IMPACTO

De manera previa a la construcción de la Matriz de Causa-Efecto, se realizó una selección de indicadores de impacto, los cuales servirán para obtener una aproximación cercana a la realidad respecto de las interacciones que se establecerán en la matriz.

Una definición genéricamente utilizada del concepto *indicador*, establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio” (Ramos, 1987); es por ello que se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Para fines prácticos y metodológicos, los indicadores de impacto fueron seleccionados con base en las siguientes características:

Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto del impacto global de la obra.

Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.

Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

5.4. LISTADO DE LOS INDICADORES DE IMPACTO

En la siguiente tabla se presenta la lista de los indicadores de impacto seleccionados para el proyecto de acuerdo con sus características de representatividad, relevancia y por ser excluyentes, cuantificables y de fácil identificación.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

COMPONENTE DEL MEDIO	INDICADORES DE IMPACTO
Clima	No se identificaron indicadores de impacto.
Aire	Número de fuentes móviles
	Tiempo de operación de las fuentes móviles
	Voluen de partículas suspendidas
Edafología	Volumen del recurso removido
	Superficie de aprovechamiento
	Superficie de despalme
	Volumen de residuos sólidos y líquidos generados
Hidrología superficial	No se identificaron indicadores de impacto.
Hidrología subterránea	Volumen de aguas residuales generadas
Geología	No se identificaron indicadores de impacto.
Fisiografía	No se identificaron indicadores de impacto.
Paisaje	Superficie modificada
Flora	Superficie de desmante
	Superficie de áreas verdes
Fauna	Superficie de desmante
	Superficie de áreas verdes
	Tiempo de vida útil del proyecto
Socioeconómico	Número de empleos temporales o permanentes
	Maquinaria y equipo requerido
	Inversión del proyecto
	Tiempo de vida útil del proyecto
	Tiempo de duración del cambio de uso de suelo

5.5. VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL A NIVEL CUALITATIVO

Una vez definidos los indicadores de impacto, a continuación se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales. En dicha matriz se establecerán las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de los mismos es de tipo cualitativa, y servirá de base para establecer la valoración a nivel cuantitativo que se presenta en apartados posteriores.

CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES									
MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO									
<p>En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una “x”.</p>	ACTIVIDADES								
	Contratación de personal Compra y renta de materiales y equipo Trazo y delimitación Rescate de flora y fauna Desmonte Despalme Triturado del material vegetal Mantenimiento de plantas en vivero								
COMPONENTES DEL MEDIO									
Abiótico	Aire	-	-	-	-	-	x	x	-
	Edafología (suelo)	-	-	-	-	x	x	-	-
	Hidrología subterránea	-	-	-	-	x	-	-	-
Biótico	Flora	-	-	-	x	x	-	-	x
	Fauna	-	-	x	x	x	x	x	-
Perceptual	Paisaje	-	-	-	-	x	-	-	-
Socioeconómico	Sector social	x	-	-	-	-	-	-	-
	Sector económico	-	x	-	-	-	-	-	-

En la matriz de causa-efecto, el signo negativo (-) indica que no se identificaron interacciones entre la actividad del proyecto y el componente del medio en cuestión. Así mismo, a partir de dicha matriz se identificaron 16 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las obras y actividades implicadas durante el cambio de uso del suelo. De los componentes del medio la flora y la fauna serán los elementos que tendrá mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos naturales que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

5.6. VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL A NIVEL CUANTITATIVO

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración (descritos más adelante). A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el

algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: **Valor de importancia (VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)**. El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo, permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

5.6.1. Criterios seleccionados para la valoración de los impactos

En el siguiente cuadro se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	CRITERIO	ATRIBUTOS
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -).- Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo **positivo** (+) o **negativo** (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In).- Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a éste criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

Relación-causa efecto (Ce).- Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex).- La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

Momento (Mo).- Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre un mes después de que se produzca el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

Persistencia (Pe).- Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará

como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse en un período que abarca de un día a un mes después de haber desaparecido el factor que lo genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta en un período de tiempo mayor a un mes pero sólo durante el cambio de uso de suelo, que se estima, durará 24 meses.
- Permanente: si el impacto se manifiesta en forma posterior a la finalización del cambio de uso de suelo, es decir, durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr).- Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv).- En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

Recuperabilidad (Rc).- No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para

remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

5.6.2. Asignación de rangos para los criterios de evaluación

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al cambio de uso de suelo (ver tabla siguiente).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

5.6.3. Cálculo del valor de importancia de los impactos ambientales

A continuación se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados (nivel cuantitativo), utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

$$\text{VIM} = +/- (3\text{In} + 2\text{Ex} + \text{Ce} + \text{Mo} + \text{Pe} + \text{Pr} + \text{Rv} + \text{Rc})$$

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

In = Intensidad

Ex = Extensión

Ce = Causa-efecto

Mo = Momento

Pe = Persistencia

Pr = Periodicidad

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, descrita anteriormente.

- *Impacto ambiental identificado: Generación de empleos*

Elementos del medio que serán impactados: Socioeconómico (sector social)

Descripción del impacto ambiental: Según la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el cambio de uso del suelo, será la contratación de personal especializado para realizar los trabajos involucrados. La acción de contratar personal, influye de forma directa en el sector social al ofrecer fuentes de empleo, de carácter temporal y permanente.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Positivo (+)

El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos.

Intensidad (In).....Moderado (2)

La cantidad de personal requerido para el desarrollo del cambio de uso de suelo es moderada, ya que se requieren 100 trabajadores para llevarlo a término, incluyendo al responsable de supervisar la ejecución del CUSTF.

Extensión (Ex).....Parcial (2)

El personal que será contratado, será aquel que radique en la Localidad de Cancún; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos, rebasará los límites de la superficie de CUSTF, pero no del sistema ambiental.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución del proyecto en sus distintas etapas.

Momento (Mo).....Corto plazo (1)

La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio al cambio de uso del suelo.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

Al finalizar el cambio de uso del suelo, también cesará el contrato de los trabajadores involucrados en el proyecto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice el cambio de uso del suelo, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso; sin embargo, al finalizar el cambio de uso del suelo, también cesará el contrato de los trabajadores involucrados en el proyecto, por lo que no será continuo.

Reversibilidad (Rv).....No aplica (0)

Consultar apartado 9.6.1.

Recuperabilidad (Rc).....No aplica (0)

Consultar apartado 9.6.1.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0)$$

$$VIM = +17$$

- *Impacto ambiental identificado: Activación de la economía local*

Elementos del medio que serán impactados: Socioeconómico (sector económico)

Descripción del impacto ambiental: De acuerdo con la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el cambio de uso del suelo, será la compra de material y equipo, así como la renta de maquinaria, necesarios para el desarrollo del proyecto. Esta actividad influye de forma directa en el sector económico al activar la economía de la localidad donde serán adquiridos.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Positivo (+)

El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir fuentes de ingresos mercantiles.

Intensidad (In).....Alta (3)

La inversión que se tiene estimada para la ejecución del cambio de uso de suelo, es mayor que el valor económico de los recursos biológicos forestales del predio, por lo que se considera un impacto alto (ver capítulo 12 del presente estudio).

Extensión (Ex).....Parcial (2)

El material, equipo y maquinaria que se requiere para el cambio de uso del suelo, podrá ser adquirido en los comercios locales, que sin embargo, se encuentran fuera de los límites de la superficie de CUSTF pero dentro del sistema ambiental.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

Sin la compra de material y equipo, y la renta de maquinaria para llevar a cabo el cambio de uso del suelo, resulta imposible la ejecución del proyecto en sus etapas iniciales.

Momento (Mo).....Largo plazo (3)

La inversión total del proyecto se verá reflejada hasta finalizar el cambio de uso de suelo, que se estima, será en 5 años.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

La inversión del proyecto se verá reflejada a lo largo de los dos años que se requieren para su ejecución, pero cesará al término del cambio de uso de suelo.

Periodicidad (Pr).....Permanente (3)

Los beneficios económicos que generará el proyecto, se mantendrán a lo largo del tiempo, pues permearán a distintos sectores de la sociedad y seguirán generando activos de manera indirecta.

Reversibilidad (Rv).....No aplica (0)

Consultar apartado 9.6.1.

Recuperabilidad (Rc).....No aplica (0)

Consultar apartado 9.6.1.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + (3(3) + 2(2) + 2 + 3 + 2 + 3 + 0 + 0)$$

$$VIM= +23$$

- *Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat*

Elementos del medio que serán impactados: Biótico (fauna)

Descripción del impacto ambiental: De acuerdo con la matriz de causa y efecto, todos los trabajos que se realizarán en las zonas de aprovechamiento, tendrán una interacción directa con la fauna del sitio. Al realizarse dichos trabajos, se estarán produciendo factores de perturbación del hábitat, además que se prevé que en esta fase del proyecto se realizará el rescate selectivo de fauna silvestre.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

Los trabajos a realizar en las áreas de aprovechamiento, y las actividades de rescate de fauna, al ser actividades de tipo antrópica, producirá un elemento de alteración (perturbación) en el hábitat de la fauna en sentido negativo.

Intensidad (In).....Baja (1)

Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración estimado de 5 años, sin embargo, se realizarán en forma gradual, aunado a que la mayor parte de las especies de fauna que fueron identificadas en el predio, se caracterizan por estar adaptas a los

ambientes perturbados, por lo que se anticipa que el impacto no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio.

Extensión (Ex).....Puntual (1)

Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de cambio de uso del suelo.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

Las actividades a realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación, forman parte directa del cambio de uso del suelo.

Momento (Mo).....Corto plazo (1)

La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos, puesto que involucran la presencia humana en el medio desde su comienzo.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 5 años, por lo que a su término, también cesará el impacto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

La perturbación del hábitat ocurrirá en forma continua pero intermitente, considerando que el cambio de uso del suelo se realizarán en forma gradual a los largo de los 48 meses.

Reversibilidad (Rv).....Irreversible (2)

Al cesar el cambio de uso del suelo en las áreas de aprovechamiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna no se podrán restablecer en forma natural, ya que requiere medidas de restauración.

Recuperabilidad (Rc).....Mitigable (2)

Se mantendrán áreas verdes que albergarán especies nativas producto del rescate de vegetación, y que en su caso, servirán como zona de refugio o hábitat para las especies de fauna que serán desplazadas; sin embargo, esta medida sólo reduce el efecto del impacto, en magnitud.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -16$$

- *Impacto ambiental identificado: Reducción de la cobertura vegetal*

Elementos del medio que serán impactados: Biótico (flora y fauna)

Descripción del impacto ambiental: El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante el cambio de uso de suelo, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna, la pérdida de la cobertura vegetal y por lo tanto de las poblaciones de flora silvestre existentes.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

El impacto ocasiona la pérdida del recurso.

Intensidad (In).....Alta (3)

Se aprovechará 100 % del predio.

Extensión (Ex).....Puntual (1)

Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

El proyecto implica el cambio de uso de suelo a través de la remoción de vegetación forestal.

Momento (Mo).....Mediano plazo (2)

El desmonte se llevará a cabo en forma gradual, con un tiempo de duración de 24 meses; por lo tanto, el efecto del impacto en toda su magnitud o intensidad, se verá reflejado hasta el último mes.

Persistencia (Pe).....Permanente (3)

La pérdida de la cobertura vegetal del predio será permanente durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

Se considera periódico, ya que el desmonte se realizará de manera paulatina durante el plazo establecido en el calendario de actividades.

Reversibilidad (Rv).....Irreversible (2)

En caso de cesar la actividad, la vegetación removida no puede recuperar su estado original por medios propios, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.

Recuperabilidad (Rc).....Mitigable (2)

Se llevará a cabo un rescate de vegetación y fauna, así como la conformación de áreas verdes, dirigido a recuperar un porcentaje de la población de aquellas especies que serán afectadas; contribuyendo con ello a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas, en especial de aquellas listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(3) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -24$$

- *Impacto ambiental identificado: Reducción y pérdida del hábitat*

Elementos del medio que serán impactados: Biótico (flora y fauna)

Descripción del impacto ambiental: El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante el cambio de uso de suelo, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto (pérdida del hábitat); superficies que actualmente fungen como hábitat para la flora y la fauna asociada, el cual se verá reducido en superficie.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

El impacto ocasiona la pérdida del recurso.

Intensidad (In).....Alta (3)

Se perderá el hábitat en el 100 % de la superficie total del predio.

Extensión (Ex).....Puntual (1)

Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

El cambio de uso de suelo que implica el proyecto a través de la remoción de la vegetación, se relaciona en forma directa con la pérdida del hábitat.

Momento (Mo).....Largo plazo (3)

El desmonte corresponde a la etapa del proyecto donde se perderá el hábitat. No obstante, la magnitud total del impacto se manifestará al término de dicha actividad, es decir, hasta los 24 meses de iniciado el proyecto, considerando que el desmonte se realizará en forma gradual.

Persistencia (Pe).....Permanente (3)

La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

Se considera periódico, ya que el desmonte, y por ende la pérdida del hábitat, ocurrirá de manera paulatina, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.

Reversibilidad (Rv).....Irreversible (2)

El hábitat para la flora y la fauna no podrá recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.

Recuperabilidad (Rc).....Mitigable (2)

Se mantendrán áreas verdes que albergarán vegetación nativa, la cual podrá fungir como hábitat para la flora y la fauna.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(3) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -25$$

- *Impacto ambiental identificado: Pérdida del suelo*

Elementos del medio que serán impactados: Abiótico (suelo)

Descripción del impacto ambiental: Éste impacto será producido durante los trabajos de preparación del sitio, cuando se realicen las actividades de despalme, ya que ello implica la remoción del suelo dentro de la zona de aprovechamiento.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

El impacto ocasiona la pérdida del recurso.

Intensidad (In).....Alta (3)

La pérdida del suelo ocurrirá en el 100 % de la superficie total del predio.

Extensión (Ex).....Puntual (1)

Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

La pérdida del suelo ocurrirá durante el despalme, por lo que se relaciona en forma directa con el proyecto por tratarse de una actividad propia del cambio de uso del suelo.

Momento (Mo).....Largo plazo (3)

El despalme corresponde a la etapa del proyecto donde se removerá el suelo. No obstante, la magnitud total del impacto se manifestará al término de dicha actividad, es decir, hasta los 24 meses de iniciado el proyecto, considerando que se realizará en forma gradual y a la par del desmonte.

Persistencia (Pe).....Permanente (3)

El suelo que será removido de su sitio natural en forma permanente.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

Se considera periódico, ya que el despalme, y por ende la pérdida del suelo, ocurrirá de manera paulatina, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.

Reversibilidad (Rv).....Irreversible (2)

El suelo no podrá restablecerse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.

Recuperabilidad (Rc).....Mitigable (2)

La tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) será rescatada y reincorporada al predio en las áreas verdes del proyecto, y una mínima fracción se utilizará para el rescate de las plantas y su mantenimiento en vivero. La capa de suelo sin materia orgánica, será utilizada en trabajos futuros para la nivelación del terreno, por lo que será aprovechado en el mismo sitio, aunque cabe aclarar que esta última actividad no forma parte de la etapa que se somete a evaluación.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(3) + 2(1) + 2 + 3 + 3 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -25$$

- *Impacto ambiental identificado: Suspensión de sedimentos*

Elementos del medio que serán impactados: Abiótico (Aire)

Descripción del impacto ambiental: Durante el desmonte, despalme y triturado del material vegetal, se prevé la generación de sedimentos y partículas que podrían quedar suspendidas en el aire debido a la acción del viento, lo que en su caso, podría ocasionar afectaciones al medio circundante.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

Se considera un impacto negativo, debido a la afectación que podría ocasionar la suspensión de sedimentos y partículas sobre el medio circundante.

Intensidad (In).....Media (2)

El volumen de sedimentos que podrían generarse es considerable, tomando en cuenta que la remoción total de la vegetación, se llevará a cabo en el 100% de la superficie total del predio.

Extensión (Ex).....Parcial (2)

La acción del viento podría aislar las partículas y sedimentos suspendidos y transportarlas a zonas lejanas al predio del proyecto, considerando que en las inmediaciones la cobertura vegetal es escasa y aislada; sin embargo las partículas suspendidas pueden ser retenidas por los elementos antrópicos que predominan en el medio, evitando que se extiendan más allá de los límites del sistema ambiental, por lo tanto, el efecto del impacto podrá ocurrir fuera del predio del proyecto pero dentro de la zona de influencia.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

El desmonte, despalme y triturado del material vegetal, forman parte de las fases de desarrollo del proyecto.

Momento (Mo).....Corto plazo (1)

El desmonte, despalme y triturado del material vegetal, ocurrirán en forma inmediata cuando se inicié con el cambio de uso de suelo.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

Los trabajos de desmonte, despalme y triturado, tendrán un tiempo de duración equivalente al tiempo que dure el cambio de uso de suelo, puesto que se llevarán a cabo en forma paralela; sin embargo, al término de estas actividades, también cesará el impacto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

El desmonte, despalme y excavaciones, se llevarán a cabo en forma gradual, por lo tanto, la suspensión de sedimentos también ocurrirá en forma gradual, es decir, el impacto se manifestará en forma periódica.

Reversibilidad (Rv).....Reversible (1)

Las partículas suspendidas en el aire, debido a su peso molecular, podrán precipitarse al suelo, cuando cese la acción del viento, o en su caso pueden llegar a precipitarse por la acción de la lluvia, o ser retenidos en el follaje de la vegetación circundante, por lo que éste impacto puede ser revertido.

Recuperabilidad (Rc).....Preventivo (0)

Se aplicarán acciones específicas encaminadas a suprimir el efecto del impacto, con la finalidad de evitar la alteración del medio por suspensión de sedimentos.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)$$

$$VIM = -18$$

- ▀ *Impacto ambiental identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje*

Elementos del medio que serán impactados: Perceptual (Paisaje)

Descripción del impacto ambiental: Durante los distintos trabajos involucrados en el desarrollo del proyecto, y principalmente durante la remoción de la vegetación, así como la presencia de trabajadores en el predio del proyecto y su área de influencia, se agregarán elementos de perturbación en el paisaje, lo que reducirá su calidad visual.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

Se considera un impacto negativo, debido a que produce una alteración del medio (perturbación), que reduce la calidad visual del paisaje.

Intensidad (In).....Media (2)

La remoción de vegetación total se llevará a cabo en el 100% de la superficie del predio; y el número de trabajadores que serán empleados, es alto; no obstante, la intensidad del impacto se considera media, pues en el sistema ambiental aún se conservan elementos naturales importantes.

Extensión (Ex).....Parcial (2)

La alteración de la calidad visual del paisaje se extenderá hasta los límites del área de influencia del proyecto, pero dentro del sistema ambiental.

Causa-efecto (Ce).....Directo (2)

El impacto está directamente relacionado con la percepción que tenga el observador en relación a las unidades que integran el paisaje, que en su caso, se podría ver afectada por la presencia de los trabajadores y la eliminación de la vegetación, por lo que se trata de un impacto ambiental que se generará por el proyecto mismo.

Momento (Mo).....Largo plazo (3)

La contaminación visual ocurrirá desde el inicio de los trabajos implicados en el cambio de uso del suelo. No obstante, la magnitud total del impacto se manifestará al término de dicha actividad, es decir, hasta los 24 meses de iniciado el proyecto, considerando que la remoción de la vegetación (principal factor que da origen al impacto), se llevará a cabo en 24 meses.

Persistencia (Pe).....Permanente (3)

Al término del cambio de uso del suelo, los efectos sobre el paisaje derivados del desmonte, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.

Periodicidad (Pr).....Continuo (3)

Al término del cambio de uso del suelo, los efectos sobre el paisaje derivados del desmonte, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.

Reversibilidad (Rv).....Reversible (1)

Al cesar el cambio de uso del suelo, el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno en forma predominante, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.

Recuperabilidad (Rc).....Recuperable (1)

Al cesar el cambio de uso del suelo, el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno en forma predominante, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(2) + 2(2) + 2 + 3 + 3 + 3 + 1 + 1)$$

$$VIM = -23$$

- *Impacto ambiental identificado: Contaminación del medio*

Elementos del medio que serán impactados: Abiótico (suelo e hidrología subterránea)

Descripción del impacto ambiental: Un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante el cambio de uso del suelo, podría traducirse en la contaminación del suelo y del acuífero subterráneo, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

Ocasiona la contaminación del recurso.

Intensidad (In).....Baja (1)

La contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos.

Extensión (Ex).....Extenso (3)

La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante el cambio de uso de suelo, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido al flujo hidrológico subterráneo.

Causa-efecto (Ce).....Indirecto (1)

Los trabajos de preparación del sitio no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen.

Momento (Mo).....Mediano plazo (2)

Una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo mayor a tres meses, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

Un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos (aguas residuales), podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias y plantas.

Periodicidad (Pr).....Irregular (1)

Se considera irregular, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo.

Reversibilidad (Rv).....Reversible (1)

Los agentes contaminantes podrían llegar a ser biodegradados con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio.

Recuperabilidad (Rc).....Preventivo (0)

Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto de manifieste (ver capítulo 10).

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(3) + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 + 0)$$

$$VIM = -16$$

- *Impacto ambiental identificado: Reducción de los servicios ambientales*

Elementos del medio que serán impactados: Abiótico (regulación climática, captura de carbono, protección del suelo, generación de oxígeno); Biótico (protección de la biodiversidad).

Descripción del impacto ambiental: La eliminación de la cobertura vegetal del predio en el 100% de su superficie, ocasionará una pérdida total de los servicios ambientales que presta actualmente el ecosistema que se verá afectado.

Análisis del impacto ambiental:

Carácter (+/-).....Negativo (-)

Ocasiona la pérdida del recurso.

Intensidad (In).....Baja (1)

Se considera que la reducción de los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio, ocurrirá en el 100% de la superficie total del predio, no obstante, esa misma superficie tan sólo representa el 0.19% de la superficie del sistema ambiental que presenta cobertura vegetal (19,783.86 hectáreas), que a su vez presta servicios ambientales.

Extensión (Ex).....Parcial (2)

La reducción de los servicios ambientales se verá reflejada más allá del predio, pues se trata de recursos cuya influencia no es de carácter puntual; sin embargo, considerando que la zona de influencia del proyecto, se trata de una zona totalmente urbanizada, se puede afirmar que los servicios ambientales ya fueron seriamente afectados dentro del sistema ambiental.

Causa-efecto (Ce).....Indirecto (1)

La reducción de los servicios ambientales está directamente relacionada con las actividades que se llevarán a cabo durante la ejecución del cambio de uso de suelo, principalmente por el desmonte.

Momento (Mo).....Largo plazo (3)

La magnitud total en la reducción de los servicios ambientales se manifestará al término del desmonte, es decir, hasta los 24 meses de iniciado el proyecto, considerando que dicha actividad se realizará en forma gradual.

Persistencia (Pe).....Temporal (2)

La reducción de los servicios ambientales será permanente durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr).....Periódico (2)

Se considera periódico, ya que la reducción de los servicios ambientales ocurrirá de manera paulatina, durante el plazo establecido en el calendario de actividades para el desmonte.

Reversibilidad (Rv).....Irreversible (2)

Los servicios ambientales no podrán recuperarse por medios propios en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.

Recuperabilidad (Rc).....Mitigable (2)

La tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) será rescatada y reincorporada al sitio del proyecto en las áreas verdes, y una mínima fracción se utilizará para el rescate de las plantas y su mantenimiento en vivero. La capa de suelo sin materia orgánica, será utilizada en trabajos futuros para la nivelación del terreno. Se llevará a cabo el rescate de la flora y la fauna. Se mantendrá el 40% del predio como área permeable, entre otras medidas que se citan en el capítulo 10 del presente estudio.

Cálculo del valor de importancia:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = - (3(1) + 2(2) + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 + 2)$$

$$VIM = -21$$

5.7. JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales para la etapa de cambio de uso del suelo que se somete a evaluación, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos; como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) **significativo o relevante**, 2) **moderado** y 3) **bajo o nulo**, las cuales se describen a continuación.

Impacto significativo o relevante.- Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable).

De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia

$$Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$Vim = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$\mathbf{Vim = +/- 31}$$

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

Impacto moderado.- Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia:

$$Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$Vim = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\mathbf{Vim = +/- 20}$$

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

Impacto bajo o nulo.- Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo,

será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia

$$Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$Vim = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$Vim = +/- 10$$

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA DE JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA	VALOR
Bajo o nulo	de 10 a 19
Moderado	de 20 a 30
Significativo o relevante	= ó > 31

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales, se describe como sigue:

Significativo o relevante.- Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en

la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Moderado.- Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras. En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

Bajo o nulo.- Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en las siguientes tablas se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental.

JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS				
No.	IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTO DEL MEDIO	VALOR DE IMPORTANCIA	CATEGORÍA
A	Generación de empleos	Socioeconómico	+17	Bajo
B	Activación de la economía local	Socioeconómico	+23	Moderado
C	Perturbación del hábitat	Biótico	-16	Bajo
D	Reducción de la cobertura vegetal	Biótico	-24	Moderado
E	Reducción y pérdida del hábitat	Biótico	-25	Moderado
F	Pérdida del suelo	Abiótico	-25	Moderado
G	Suspensión de sedimentos	Abiótico	-18	Bajo
H	Reducción de la calidad visual del paisaje	Perceptual	-23	Moderado
I	Contaminación del medio	Abiótico	-16	Bajo
J	Reducción de los servicios ambientales	Abiótico y biótico	-21	Moderado

5.8. CONCLUSIONES

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 10 impactos ambientales, de los cuales 8 serán negativos: 5 con categoría media o moderados y 3 de categoría baja; así mismo, se prevé la generación de 2 impactos positivos: uno con categoría de bajo o nulo y otro con categoría de impacto moderado.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- ▶ A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- ▶ No representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, puesto que sólo se identificaron dos ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*), única especie protegida que fue registrada en el predio, los cuales serán rescatados y reubicados en las áreas verdes del proyecto.
- ▶ No implica aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra aislado en la actualidad, por el desarrollo urbano de la zona.
- ▶ Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- ▶ No se determinó la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; y no se esperan daños graves al ecosistema, esto en virtud de que la zona ya se encuentra perturbada por diferentes proyectos actualmente en operación y dado que el entorno se encuentra completamente modificado.
- ▶ Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, que deriven en impactos acumulativos, sinérgicos o residuales, que en su caso ocasionen la destrucción o aislamiento de los ecosistemas.
- ▶ Finalmente, por la dimensión de la obra y por los alcances asociados, no se anticipa la pérdida del valor ambiental para la zona, y no obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, ni de la continuidad de los procesos naturales.

CAPÍTULO 10: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES, LA FLORA Y FAUNA SILVESTRE, APLICABLES DURANTE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

De los impactos ambientales identificados en el capítulo 9 del presente estudio, se concluye lo siguiente:

10.1. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales, presentada en el capítulo 9 del presente estudio, se concluye que los impactos que incidirán sobre la biodiversidad son los siguientes:

- C. Perturbación del hábitat
- D. Reducción de la cobertura vegetal
- E. Reducción y pérdida del hábitat

Por lo tanto, el proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida de la biodiversidad, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos ambientales sobre dicho componente a fin de no ponerlo en riesgo.

10.1.1. Rescate de fauna silvestre

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar la pérdida de las micropoblaciones de los diferentes grupos faunísticos asociados al ecosistema que subsiste en el predio del proyecto. Con esta acción se suprime la reducción y pérdida del hábitat, pues los ejemplares rescatados serán reubicados a un sitio que posee las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF.

Eta de aplicación: De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre, por lo tanto, en él se contemplarán acciones que favorezcan el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada uno de los procesos que implica el cambio de uso de suelo; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y traslado de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados a un grupo faunístico en particular, para evitar que el cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos de construcción y/u operación.

Acción de la medida: Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso de suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento. Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas de acuerdo con lo propuesto en el programa anexo correspondiente.

Eficacia de la medida: El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

10.1.2. Rescate de flora silvestre

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Reducir la pérdida de las micropoblaciones de flora silvestre nativa que subsiste en el predio del proyecto. Con esta acción se reduce el impacto por la reducción de la cobertura vegetal, pues los ejemplares rescatados serán reubicados a un sitio que posee las mismas características que el ecosistema que será afectado con el CUSTF.

Etapas de aplicación: De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Consiste en la extracción, previo al inicio del desmonte, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterio como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo, afecte en forma directa a la flora asociada al predio.

Acción de la medida: Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento, poniendo particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Eficacia de la medida: El rescate de flora en una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.

10.1.3. Instalación de letreros

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre fuera de las áreas de aprovechamiento proyectadas.

Etapas de aplicación: De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo, constituyéndose como un medio de difusión de las acciones de conservación de la flora y la fauna que propone el proyecto. Con esta medida se suprime el impacto por la perturbación del hábitat.

Descripción de la medida: Esta medida de carácter preventivo, consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del cambio de uso de suelo, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

Acción de la medida: Se instalarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna. Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en el cambio de uso de suelo. Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.
- No extraer flora silvestre.
- Respetar las áreas con vegetación natural.
- Respetar la flora y la fauna.

Eficacia de la medida: La sola instalación de los letreros no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con las pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo.

10.1.4. Colocación de cinta precautoria

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Delimitar las áreas que no serán aprovechadas con el cambio de uso de suelo, a fin de evitar la afectación de la flora y la fauna que se encuentre dentro de las mismas. Con esta medida se suprime el impacto por la perturbación del hábitat.

Etapas de aplicación: De manera previa al inicio de cualquier trabajo o actividad relacionada con el cambio de uso de suelo, constituyéndose como un medio para suprimir el impacto por la perturbación del hábitat.

Descripción de la medida: Se colocará cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso” en el perímetro de las zonas que no estarán sujetas al cambio de uso de suelo, con la finalidad de que sean respetadas en todo momento.

Acción de la medida: Promover y hacer obligatorio el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas que no serán aprovechadas; y

establecer los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

Eficacia de la medida: La eficacia de la medida depende del grado de disciplina y conciencia ambiental que tenga el personal al momento de llevar a cabo sus actividades; por lo que esta medida será reforzada con pláticas ambientales dirigidos al todo el personal que labore dentro del proyecto y con la permanencia de la cinta hasta finalizar el cambio de uso de suelo.

10.1.5. Conformación de áreas verdes

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Reincorporar al predio un porcentaje de las plantas que serán rescatadas, así como el mantenimiento de espacios con vegetación nativa para el refugio o hábitat de la fauna silvestre. Con esta medida se reduce el impacto por la reducción y pérdida del hábitat.

Etapas de aplicación: Al finalizar el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en el mantenimiento de áreas verdes dentro del proyecto, las cuales albergarán un porcentaje de las plantas que se obtendrán del rescate, y a su vez cumplirán la función de reservorios para el germoplasma genético de las especies objeto del rescate.

Acción de la medida: Se mantendrán espacios verdes que podrán albergar un porcentaje de las especies de flora que serán rescatadas; así mismo, la cobertura vegetal que permanecerá dentro de las áreas verdes, fungirá como hábitat para la fauna silvestre asociada al medio.

Eficacia de la medida: Las áreas verdes se mantendrán incluso durante la operación del proyecto (etapa que no se somete a evaluación), por lo que se garantiza la permanencia de la vegetación que será establecida, así como su función como sitio de descanso, refugio o alimentación para la fauna silvestre.

10.2. MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LOS SUELOS

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales, presentada en el capítulo 9 del presente estudio, se concluye que los impactos que incidirán sobre la protección de los suelos son los siguientes:

- D. Reducción de la cobertura vegetal.
- F. Pérdida del suelo.
- G. Suspensión de sedimentos.
- I. Contaminación del medio.

Por lo tanto, el proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida del recurso, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos ambientales sobre dicho componente a fin de no ponerlo en riesgo.

10.2.1. Humedecimiento de las áreas de aprovechamiento

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar que las partículas de polvo o aquellas que resulten del desmonte, sean dispersadas por el viento y afecten superficies adicionales a las que están siendo aprovechadas en su momento. Con esta medida se suprime el impacto por la suspensión de sedimentos.

Etapas de aplicación: Durante el desmonte y despalme.

Descripción de la medida: Consiste en el humedecimiento de las zonas que serán desmontadas y despalmadas, con la finalidad de evitar la suspensión de sedimentos o partículas, y en su caso, la erosión del suelo por acción eólica.

Acción de la medida: Evitará que la acción del viento suspenda sedimentos y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de sedimentos, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.

10.2.2. Rescate de la capa fértil del suelo

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Evitar que el proyecto ocasione la pérdida de la capa fértil del suelo (sustrato con materia orgánica). Con esta medida se reduce el efecto del impacto por la pérdida del suelo.

Etapa de aplicación: Durante el despalme.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en el retiro de la capa de suelo fértil (sustrato con materia orgánica) durante el despalme; y su posterior resguardo dentro del vivero provisional.

Acción de la medida: La capa de suelo fértil (tierra vegetal), proporcionará un sustrato rico en nutrientes que beneficiará a la vegetación que se establecerá en las áreas verdes y de aquella que será rescatada, favoreciendo también el proceso de regeneración natural del ecosistema.

Eficacia de la medida: La cantidad de materia orgánica en una comunidad vegetal, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material dentro del mismo sitio, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, al enriquecer las áreas que se mantendrán con vegetación nativa, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

10.2.3. Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizada durante la ejecución del cambio de uso de suelo, suprimiendo de esta manera, el impacto al suelo por contaminación del medio.

Etapa de aplicación: Durante el desmonte y despalme.

Descripción de la medida: Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere

durante el cambio de uso de suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

Acción de la medida: Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante el cambio de uso de suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria, cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

Eficacia de la medida: Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

10.2.4. Plan de manejo de residuos

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar la contaminación del suelo durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera, el impacto a dicho recurso por contaminación del medio.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas que implica el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la aplicación de un plan de manejo de residuos.

Acción de la medida: Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para alcanzar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos sólidos y líquidos que se generen, acorde al programa propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se

pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

10.2.5. Aprovechamiento del material triturado

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Establecer una capa protectora compuesta por material vegetal producto del triturado, a fin de evitar que la acción del viento provoque la erosión del suelo durante el establecimiento de la vegetación en las áreas verdes del proyecto. Con esta medida se suprime el impacto por suspensión de sedimentos.

Etapas de aplicación: Durante la conformación de las áreas verdes del proyecto.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en el uso del material vegetal triturado producto del desmonte, para ser utilizado en las áreas verdes del proyecto, a manera de una capa protectora para evitar la erosión del suelo por acción eólica.

Acción de la medida: La capa de material vegetal que se formará con el material triturado, será suficiente para evitar que el suelo quede expuesto a la influencia de la lluvia o del viento.

Eficacia de la medida: La cantidad de materia orgánica en una selva, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.

10.2.6. Conformación de áreas verdes

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Reincorporar a las áreas verdes del proyecto, un porcentaje del suelo rescatado con materia orgánica, a fin de reducir el impacto producido por la pérdida del recurso.

Etapas de aplicación: En las etapas finales del cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en el mantenimiento de áreas verdes dentro del proyecto, las cuales albergarán un porcentaje del suelo rescatado, y a su vez cumplirán la función de protección del recurso, propiciando su regeneración natural, aunque en menor escala.

Acción de la medida: Se mantendrán áreas verdes que podrán albergar un porcentaje del suelo rescatado; así mismo, la cobertura vegetal que permanecerá dentro de las áreas verdes, fungirá como fuente promotora de la regeneración natural del suelo y la protección de dicho recurso.

Eficacia de la medida: Las áreas verdes serán respetadas como tales, incluso durante la operación del proyecto (etapa que no se somete a evaluación), por lo que se garantiza la permanencia de la vegetación que será establecida, así como su función como barrera protectora del suelo y promotora de su regeneración natural.

10.3. MEDIDAS EN BENEFICIO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA EN CANTIDAD Y CALIDAD

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales, presentada en el capítulo 9 del presente estudio, se concluye que los impactos que incidirán sobre la captación del agua en calidad y cantidad, son los siguientes:

- D. Reducción de la cobertura vegetal
- I. Contaminación del medio

Por lo tanto, el proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la afectación a la captación de agua en calidad, y en su caso, medidas de mitigación para minimizar la reducción en la captación del agua en cantidad.

10.3.1. Áreas permeables

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Mantener el 40% de la superficie del predio como área permeable, a fin de favorecer la captación de agua al subsuelo. Con esta medida se reduce la afectación a la captación de agua en cantidad derivado de la reducción de la cobertura vegetal del predio.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la conservación del 40% del predio como área permeable.

Acción de la medida: La superficie del predio que permanecerá como área permeable (40%), permitirá la captación de agua hacia el subsuelo alimentando los mantos acuíferos, lo que beneficia la captación de agua en calidad, máxime si consideramos que la zona en la que se ubica el predio se clasifica como material consolidado con posibilidades altas de funcionar como acuífero.

Eficacia de la medida: Las áreas permeables que propone el proyecto, serán respetadas como tales, incluso durante la operación del proyecto (etapa que no se somete a evaluación), por lo que se garantiza que el 40% del predio será permeable.

10.3.2. Instalación de sanitarios móviles

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Previo a cualquier actividad implicada en el cambio de uso de suelo, se instalarán sanitarios portátiles (tipo Sanirent) a razón de 1 por cada 20 trabajadores.

Acción de la medida: Evitará la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de aguas residuales al medio. Con la medida se evitará que dichos residuos penetren al subsuelo y alcancen el acuífero; por lo que se evitará el deterioro de la calidad del agua pluvial que será captada.

Eficacia de la medida: El uso de sanitarios móviles dentro de las obras, es una práctica común en el desarrollo de cualquier proyecto, y el uso adecuado de los mismos permite alcanzar el 100% de efectividad de la medida; sin embargo, ello depende del grado de disciplina y conciencia ambiental del personal de la obra, por lo que será reforzada con capacitación a través de pláticas ambientales y reglamentos que indiquen la restricción y sanciones de quienes incumplan con la medida aquí citada.

10.3.3. Instalación de contenedores para residuos

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar el impacto originado por la contaminación del medio, para no comprometer la calidad del agua captada en el sistema.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas del cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Se instalarán contenedores debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo que se genere (residuos orgánicos, inorgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables.

Acción de la medida: Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores, evitando también que sean arrojados directamente al medio, impidiendo que se conviertan en residuos potencialmente contaminantes para el acuífero subterráneo.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende de la cultura ambiental que tengan los trabajadores que serán contratados; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales como la capacitación constante en materia de manejo de residuos, así como el establecimiento de un reglamento de obra que incluya puntos específicos sobre el manejo de residuos generados, sin dejar de fuera las sanciones a que se harán acreedores los que lo incumplan; lo anterior a efecto de poder alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

10.3.4. Plan de manejo de residuos

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar la contaminación del suelo durante la ejecución del CUSTF, suprimiendo de esta manera, el impacto a dicho recurso por contaminación del medio.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas que implica el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la aplicación de un plan de manejo de residuos.

Acción de la medida: Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para alcanzar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo.

Eficacia de la medida: El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos sólidos y líquidos que se generen, acorde al programa propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.

10.3.5. Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos provenientes de la maquinaria que será utilizada durante la ejecución del cambio de uso de suelo, suprimiendo de esta manera, el impacto por contaminación del medio para no comprometer la calidad del agua que es captada en el sistema.

Etapas de aplicación: Durante el desmonte y despalme.

Descripción de la medida: Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante el cambio de uso de suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

Acción de la medida: Se verificará que la maquinaria que entre en funcionamiento durante el cambio de uso de suelo, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria, cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

Eficacia de la medida: Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.

10.4. MEDIDAS PARA NO PONER EN RIESGO LOS SERVICIOS AMBIENTALES

De acuerdo con la evaluación de los impactos ambientales, presentada en el capítulo 9 del presente estudio, se concluye que los impactos que incidirán sobre los servicios ambientales que presta el ecosistema, son los siguientes:

- D.** Reducción de la cobertura vegetal
- E.** Reducción y pérdida del hábitat
- F.** Pérdida del suelo
- H.** Reducción de la calidad visual del paisaje
- I.** Contaminación del medio
- J.** Reducción de los servicios ambientales

Por lo tanto, el proyecto propone las siguientes medidas preventivas para evitar la pérdida de los servicios ambientales, y en su caso, medidas de mitigación para reducir el efecto de los impactos sobre dichos recursos a fin de no ponerlos en riesgo.

10.4.1. Desmonte gradual

Tipo de medida: Mitigación

Objetivo de la medida: Reducir la magnitud de los impactos sobre la protección de los suelos y la protección de la biodiversidad.

Etapas de aplicación: Durante el desmonte.

Descripción de la medida: Esta medida es de carácter mitigante, y consiste en realizar el desmonte de manera paulatina para evitar que la acción del viento o de la lluvia afecte las zonas de aprovechamiento y en su caso, origine la erosión del suelo; así como evitar la pérdida de especies de flora y fauna debido a un avance descontrolado del desmonte.

Acción de la medida: Consiste en la remoción de la vegetación de tal manera que se brinde el tiempo necesario para que la acción del viento y de la lluvia no afecte las zonas de aprovechamiento, mientras se aplican las medidas de conservación de suelos; así como el tiempo necesario para llevar a cabo las acciones de recate de flora y fauna que se proponen en el presente estudio.

Eficacia de la medida: El desmonte gradual de la vegetación permite que no queden expuestas a las condiciones del medio (viento o lluvia), grandes extensiones de terreno, lo que en su caso podría ocasionar la erosión del suelo. Así mismo, permite llevar a cabo todas las acciones en los tiempos previsto, incluyendo el rescate de la flora y la fauna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida

10.4.2. Pláticas ambientales

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad.

Etapas de aplicación: Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el cambio de uso de suelo, los términos y condiciones bajo los

cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las prácticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

Acción de la medida: La ejecución de las prácticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una práctica ambiental dirigida al personal involucrado en el cambio de uso de suelo; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las prácticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos, sanitarios móviles y programas diversos.

10.4.3. Supervisión del cambio de uso de suelo

Tipo de medida: Preventiva

Objetivo de la medida: Evitar que el desarrollo del proyecto ocasione impactos que pongan en riesgo la protección de los suelos y de la biodiversidad, así como aquellos que comprometan la captación de agua en calidad y cantidad.

Etapas de aplicación: Durante todas las etapas implicadas en el cambio de uso de suelo.

Descripción de la medida: Se contratarán los servicios de un Ingeniero Forestal que cuente con Registro Forestal Nacional, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos forestales del sitio; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta H. Secretaría, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto.

Acción de la medida: El Ingeniero Forestal realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de cambio de uso del suelo, se realice en apego a lo previsto en este estudio; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso. Estas acciones se fundamentan en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental, el cual se anexa al final del presente capítulo.

Eficacia de la medida: La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique el cambio de uso de suelo, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas en éste capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

CAPÍTULO 11: SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO POR EL CAMBIO DE USO DE SUELO PROPUESTO

Los servicios ambientales son los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros;

Este apartado tiene el propósito de realizar una descripción y análisis de los impactos que ocasionará el cambio de uso de suelo propuesto en correlación con cada uno de los servicios ambientales que proporciona el ecosistema donde se ubicada el área sujeta a cambio de uso de suelo.

En principio se presenta una descripción detallada de los servicios ambientales y luego un análisis de su importancia en el contexto del sistema ambiental o área de influencia del proyecto. Posteriormente se analizará, explicará y justificará porque se considera que no se pone en riesgo cada uno de los servicios ambientales, y se indicarán las medidas de prevención y mitigación que según sea el caso corresponda; y finalmente se definirá si el grado de afectación es a nivel del área de influencia del proyecto o del sistema ambiental.

11.1. CAPTURA DE CARBONO

El ciclo de carbono en la vegetación comienza con la fijación del CO₂ por medio de los procesos de fotosíntesis, realizada por las plantas y ciertos microorganismos. En este proceso, catalizado por la energía solar, el CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta, y el CO₂ liberado como producto de este proceso lo hace a través de las hojas, ramas, fuste o raíces. Otra parte de los carbohidratos son consumidos por los animales, que también respiran y liberan CO₂. Las plantas y los animales mueren y son finalmente descompuestos por macro y microorganismos, lo que da como resultado que el carbono de sus tejidos se oxide en CO₂ y regrese a la atmósfera (Schimel 1995 y Smith et al.1993). La fijación de carbono por bacterias y animales contribuye también a disminuir la cantidad de bióxido de carbono,

aunque cuantitativamente es menos importante que la fijación de carbono en las plantas.

Para estimar la cantidad de Carbono almacenado en la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, se utilizó la expresión matemática propuesta por Ricardo O, Russo (2009)⁵, según la cual a partir del volumen se determina el contenido de carbono, quedando de la siguiente manera:

$$\text{Cantidad de C} = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

Para el cálculo, primero se determinó el área basal de cada uno de los árboles con DAP mayor o igual a 10 cm que fueron registrados durante el inventario forestal, considerando que el área basal (AB) es la sumatoria de las áreas transversales (área del tronco a 1,30 m de altura) de todos los árboles con un diámetro mayor o igual a 10 cm existentes en una hectárea (y se expresa en m²/ha).

Luego se determina su altura media. El producto del AB multiplicado por la altura y por un coeficiente de forma (relación entre el volumen real y el volumen aparente de un árbol) es el volumen maderable o volumen de los fustes. En la siguiente tabla se presentan los resultados de la estimación del área basal y del volumen de las especies que serán afectadas con el cambio de uso de suelo, por hectárea.

ESPECIES	ESTIMACIONES POR HECTÁREA (10,000 m ²)		
	# DE IND	AB (m ²)	V.T.A (m ³)
<i>Acacia dolischostachya</i>	4	0.064	0.097
<i>Bursera simaruba</i>	57	0.684	1.016
<i>Cecropia peltata</i>	1	0.010	0.010
<i>Ceiba aesculifolia</i>	1	0.012	0.012
<i>Coccoloba barbadensis</i>	4	0.101	0.223
<i>Coccoloba spicata</i>	2	0.016	0.020
<i>Cordia dodecandra</i>	2	0.024	0.047
<i>Croton glabellus</i>	16	0.210	0.298
<i>Cupania dentata</i>	2	0.024	0.040
<i>Dendropanax arboreus</i>	38	0.428	0.695
<i>Diospyrus yucatanensis</i>	5	0.100	0.224
<i>Diphysa carthagenensis</i>	8	0.111	0.152
<i>Drypetes lateriflora</i>	1	0.165	0.412
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	0.008	0.016
<i>Ficus cotinifolia</i>	43	0.634	1.074
<i>Ficus maxima</i>	42	0.989	0.016
<i>Ficus padifolia</i>	41	0.514	1.946
<i>Guettarda combsii</i>	1	0.008	0.881
<i>Krugiodendrum ferreum</i>	1	0.011	0.012

⁵ <http://es.scribd.com/doc/29369907/Guia-Practica-de-Medicion-de-Carbono-en-la-Biomasa-Forestal>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ESPECIES	ESTIMACIONES POR HECTÁREA (10,000 m ²)		
	# DE IND	AB (m ²)	V.T.A (m ³)
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	18	0.193	0.006
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	42	0.916	0.310
<i>Manilkara zapota</i>	25	2.264	1.513
<i>Metopium brownei</i>	50	0.737	5.157
<i>Myrciastes fragrans</i>	2	0.066	1.409
<i>Nectandra coriacea</i>	1	0.021	0.066
<i>Ottoschulzia pallida</i>	2	0.040	0.059
<i>Piscidia piscipula</i>	46	0.673	0.090
<i>Platymiscium yucatanum</i>	3	0.051	1.309
<i>Pouteria campechiana</i>	3	0.136	0.078
<i>Pouteria reticulata</i>	5	0.058	0.320
<i>Protium copal</i>	3	0.088	0.124
<i>Randia longiloba</i>	1	0.008	0.160
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	1	0.010	0.012
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	4	0.049	0.020
<i>Simarouba amara</i>	4	0.055	0.099
<i>Swartzia cubensis</i>	24	0.295	0.100
<i>Talisia olivaeformis</i>	2	0.039	0.466
<i>Thevetia gaumeri</i>	1	0.009	0.059
<i>Thouinia paucidentata</i>	1	0.012	0.013
<i>Vitex gaumeri</i>	80	1.205	0.012
TOTALES	588	11.04	18.58

Luego, a partir del volumen se determina el contenido de carbono, que es el producto del volumen multiplicado por el contenido de materia seca (%MS, para este estudio se consideró 50%) y por el contenido de Carbono (C) en la MS (%C= 50% aceptado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés),

A esta cantidad de C se le aplica el Factor de Extensión de la Biomasa (FEB) igual a 1,6 considerando un 60% adicional contenido en ramas y follaje (en la literatura este factor se menciona con rango entre el 60% y el 90%); al final el resultado obtenido se multiplica por la superficie de cambio de uso de suelo.

El Factor de Expansión de la Biomasa (FEB) es un coeficiente que permite añadir a la biomasa de los fustes, obtenida a partir del volumen inventariado en campo, la biomasa correspondiente a las ramas, hojas y raíces. Es decir, los FEB expanden el peso seco del volumen calculado de existencias para incluir los componentes no maderables del árbol o el bosque. Antes de aplicar dichos FEB, el volumen maderable (m³) debe convertirse a peso en seco (ton), multiplicando por un factor de conversión conocido como densidad básica de la madera (D) en (t/m³). Los BEF no tienen dimensión, dado que convierten entre unidades de peso.

En sentido de lo anterior tenemos lo siguiente:

$$C = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

$$C = (18.58 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 4.65 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (4.65 /\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 7.43 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (7.43 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{Superficie de CUSTF} = 37.51 \text{ ha})$$

$$C = 278.77 \text{ ton}/\text{ha}$$

Por otra parte, si consideramos que el Sistema Ambiental posee una superficie de 19,783.86 hectáreas con cobertura vegetal (19,748 hectáreas en la UGA 21 y 35.86 hectáreas en la UGA 23, de acuerdo con las fichas técnicas contenidas en el POEL BJ vigente), entonces podemos inferir que en dicha superficie la captura de carbono es de 57,582.90 ton/ha al año, de acuerdo con la aplicación de la fórmula antes descrita, como se indica a continuación

$$C = \text{Vol.} \times 0,5 \times 0,5$$

$$C = (18.58 \text{ m}^3/\text{ha}) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3) (0.5 \text{ ton}/\text{m}^3)$$

$$C = 4.65 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (4.65 /\text{ha}) (\text{FEB} = 1.6 \text{ ton}/\text{ha})$$

$$C = 7.43 \text{ ton}/\text{ha}$$

$$C = (7.43 \text{ ton}/\text{ha}) (\text{Superficie del SA con cobertura vegetal} = 19,783.86 \text{ ha})$$

$$C = 146,994.08 \text{ ton}/\text{ha}$$

Entonces si comparamos la captura de carbono que provee la superficie de cambio de uso de suelo, con la cantidad de carbono que captura el sistema ambiental, obtenemos que la pérdida anual de captura de carbono al eliminar la vegetación por la implementación del proyecto, sólo representa el 0.19% ($278.77 * 100 / 146,994.08$), de la captura total estimada para el sistema ambiental; por lo tanto, se puede asumir categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo el servicio ambiental a nivel del sistema ambiental; de igual forma, podemos concluir que la cobertura vegetal que subsiste en el sistema ambiental, es más importante que aquella que se desarrolla en el predio del proyecto, en lo que a captura de carbono se refiere.

11.2. PROVISIÓN DE AGUA EN CANTIDAD

Para poder determinar que no se pone en riesgo el servicio ambiental hidrológico relacionado con la provisión de agua en cantidad, a continuación se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en el predio testigo del sistema ambiental.

11.2.1. Cantidad de agua captada en la superficie de cambio de uso de suelo

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (C_e) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 que se presenta en la página siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE K PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.			
COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).

FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, el modelo da por sentado que los suelos de bosque templado son suelos tipo A y los suelos tropicales con suelos tipo C (Torres y Guevara, 2002).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,100 mm y el valor de **K** es de 0.30, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona tropical y por ende, los suelos tropicales son de tipo C; y dado que el volumen de la masa forestal del área sujeta al cambio de uso de suelo es de 18.58 m³ (cobertura con menos del 25%).

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es superior a 0.15)}$$

$$C_e = (0.30) (1,100 - 250) / 2000 + (0.30-0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.30) (850 / 2000) + (0.15 / 1.5)$$

$$C_e = (0.30) (0.425 + 0.1)$$

$$C_e = (0.30) (0.525)$$

$$C_e = 0.16$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C_e**) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal menor al 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.16.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$

Donde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m²)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m³)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1000 litros de agua equivalen a 1 m³, por lo tanto, tenemos que 1,100 litros equivalen a 1.1 m³ de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$
$$Ve = 1.1 \text{ m}^3 * 375,106.31 \text{ m}^2 * 0.16$$
$$Ve = 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - Ve$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³) * superficie de cambio de uso de suelo (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³/m²)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = P - Ve$$
$$I = (1.1 \text{ m}^3) (375,106.31 \text{ m}^2) - 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$
$$I = 412,616.94 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$
$$I = 346,598.23 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 346,598.23 m³/m² anuales, y se pierden 66,018.71 m³/m² anuales por escurrimiento.

11.2.2. Cantidad de agua captada en el sistema ambiental

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el sistema ambiental, se consideraron los datos presentados en las fichas técnicas de las UGAS 21 y 23 del POEL de Benito Juárez (modificación 2014), definidas como el sistema ambiental del proyecto, las cuales indican que dichas UGAS poseen una superficie total de 34,975.23 hectáreas; y una cobertura vegetal actual de 19,783.86 hectáreas (56.57% del total); por lo tanto se trata de un sistema con 50-75% de cobertura. En ese sentido el valor de **K** es de 0.26, considerando que el predio se ubica en una zona tropical y por ende, los suelos tropicales son de tipo C (Torres y Guevara, 2002).

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es superior a 0.15)}$$

$$C_e = (0.26) (1,100 - 250) / 2000 + (0.26 - 0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.26) (850 / 2000) + (0.11 / 1.5)$$

$$C_e = (0.26) (0.425 + 0.073)$$

$$C_e = (0.26) (0.498)$$

$$C_e = 0.13$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C_e**) en el sistema ambiental es de 0.13.

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$Ve = P * At \text{ (superficie del SA con cobertura vegetal)} * Ce$$

$$Ve = P * At * Ce$$
$$Ve = 1.1 \text{ m}^3 * 197'838,600 \text{ m}^2 * 0.13$$
$$Ve = 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen de infiltración anual: $I = P - Ve$

$$I = P - Ve$$
$$I = (1.1 \text{ m}^3) (197'838,600 \text{ m}^2) - 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$
$$I = 217'622,460 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$
$$I = 189'331,540.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie del sistema ambiental, se capta un volumen de 189'331,540.2 m³/m² anuales, y se pierden 28'290,919.8 m³/m² anuales por escurrimiento.

11.2.3. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (346,598.23 m³/m² anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para el sistema ambiental (189'331,540.2 m³/m²), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.18% de la captación total que ocurre en el sistema ambiental. Y si a esto le sumamos que el predio conservará el 40% de su superficie como área permeable, entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en el SA, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel del sistema ambiental, que aquella que ocurre a nivel del predio, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

11.3. PROVISIÓN DE AGUA EN CALIDAD

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** En ninguna etapa del proyecto se promoverá el uso de pozos domésticos para la extracción de agua subterránea, lo cual evitará que se descompense la recarga del acuífero por la extracción de agua “dulce”.
- **Medida 2.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 3.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo “Sanirent” durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- **Medida 4.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 10 del presente estudio, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero, y no ocasionará la intrusión de la cuña salina; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

11.4. GENERACIÓN DE OXÍGENO

La fotosíntesis en las plantas, a partir del dióxido de carbono y el agua, y usando energía, produce sustancia orgánica y oxígeno.

dióxido de carbono + agua + energía = sustancia orgánica y oxígeno

Inversamente, la respiración en las plantas usa la sustancia orgánica y el oxígeno para producir dióxido de carbono, agua y energía.

sustancia orgánica + oxígeno = dióxido de carbono + agua + energía

Durante el día, la fotosíntesis es más intensa que la respiración. Por eso, las plantas producen más oxígeno que el que consumen y toman del aire más dióxido de carbono

que el que producen. El oxígeno producido es utilizado por los animales para respirar. Estos devuelven dióxido de carbono, que es reciclado nuevamente por las plantas. Durante la noche, como no hay luz solar, no hay fotosíntesis y las plantas sólo respiran (FAO).

Se estima que un kilómetro cuadrado de bosque genera mil toneladas de oxígeno al año, sin embargo, no se sabe con exactitud cuánto oxígeno genera una planta durante la fotosíntesis, ni cuanto oxígeno necesita durante la respiración, ya que ello depende de los procesos fisiológicos de cada especie, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para dichos procesos. En ese sentido, sólo podemos hablar de una reducción en el servicio ambiental a nivel de superficie, por lo tanto, considerando que en el sistema ambiental, aún se conservarían 19,783.86 hectáreas con cobertura vegetal que seguirán prestando dicho servicio, se puede concluir categóricamente que el servicio ambiental por generación de oxígeno, no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto a nivel del sistema ambiental, pues la superficie de cobertura vegetal que se perdería a nivel del predio, representa sólo el 0.007% de la superficie que aún se conservaría prestando el servicio ambiental en comento.

11.5. AMORTIGUAMIENTO DE IMPACTO DE LOS FENÓMENOS NATURALES

Como se mencionó en el capítulo 5 del presente estudio, los fenómenos naturales más recurrentes en la zona donde se ubica el predio del proyecto, son los huracanes, tormentas tropicales y Nortes, los cuales acarrean fuertes cantidades de lluvia y se acompañan de vientos intensos; tal es el caso del huracán Wilma que tuvo incidencia en el año 2005 con una fuerza de sus vientos sostenidos que registraron velocidades por encima de los 240 km/h y rachas de hasta 280 km/h y una velocidad de desplazamiento de entre 3 y 5 km/h, con registros de estacionalidad.

La primera impresión que se tiene sobre los efectos de un fenómeno meteorológico de la magnitud de Wilma es de devastación. Al sufrir su embate la vegetación experimenta derribo de árboles arrancados de raíz o por fractura del tronco a distintos niveles, caída de ramas y defoliación total, como lo observaron Sánchez y Herrera (1990) y Sánchez e Islebe (1999) con el paso del huracán Gilberto en 1988 y por lo dicho en este trabajo.

Sin embargo, pasado un tiempo, todo lo que aún queda en pie y aún lo derribado inicia un proceso de recuperación. En este proceso y atendiendo a la fenología de las especies, la recuperación foliar es de lo primero en iniciarse ya que de ello depende la sobrevivencia y funcionalidad de la especie en su interacción con el ambiente⁶.

⁶ Odilón Sánchez Sánchez, Lilia del C. Mendizábal Hernández, Sophie Calmé Recuperación foliar en un acahual después del paso del huracán Wilma por la reserva ecológica el Eden, Quintana Roo Foresta Veracruzana, Vol. 8, Núm. 1, 2006, PP. 37-42, Recursos Genéticos Forestales México.

Es un hecho que la eliminación de la vegetación en una Selva mediana subperennifolia, reduce la capacidad de la vegetación para actuar como una barrera ante la incidencia de un fenómeno natural como los huracanes y tormentas tropicales; sin embargo, resulta relevante señalar que la vegetación que se desarrolla en el predio, se encuentra fuertemente impactada por lo que presenta un estado secundario de desarrollo donde el arbolado adulto (principal elemento que actúa como barrera), es escaso y disperso, por lo que no constituyen un estrato continuo; así mismo, es importante mencionar que la zona en la que se inserta el predio del proyecto, se encuentra completamente urbanizada, destacando los asentamientos humanos como el principal elemento en el entorno. Tales condiciones han ocasionado que la cobertura vegetal pase de ser un factor de protección ante la incidencia de fenómenos meteorológicos, a ser un elemento vulnerable ante la incidencia de ellos, pues se trata de un relicto de vegetación aislado y fragmentado; y en ese sentido, su función como barrera ante la incidencia de tormentas o huracanes, se ha mermado casi en su totalidad debido principalmente al desarrollo urbano de la zona.

Considerado lo señalado en el párrafo que antecede, podemos afirmar que éste servicio ambiental no se pondrá en riesgo con el cambio de uso de suelo propuesto, pues tales afecciones ya han ocurrido con el desarrollo urbano de la zona; así mismo, es importante mencionar que a pesar de la eliminación de la cobertura vegetal del predio, aun se conservarían 19,783.86 hectáreas con cobertura vegetal dentro del sistema ambiental, las cuales continuarán prestando el servicio ambiental como barrera de amortiguamiento, lo que resulta más significativo e importante que la cobertura vegetal que se desarrolla en el predio del proyecto.

11.6. MODULACIÓN O REGULACIÓN CLIMÁTICA

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

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

Los bosques almacenan, sólo en su cobertura vegetal, 300 mil millones de toneladas de bióxido de carbono, lo que equivale a casi 40 veces las emisiones anuales de este gas producidas por la quema de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo.

Cuando un bosque es destruido, el carbono almacenado se libera a la atmósfera mediante la descomposición o la combustión de los residuos vegetales⁷.

La presencia de las plantas en cualquier región del mundo es clave para el ciclo hidrológico en aspectos como almacenamiento de agua, liberación durante la evapotranspiración y condensación del punto de rocío, así como en el balance de radiación y energético y en la dinámica de los vientos. Todos estos elementos en interacción contribuyen al clima de una región. Sin embargo, este complicado y frágil esquema que se da en la naturaleza ha sido afectado por el hombre al modificar el uso de suelo por el desarrollo de grandes ciudades (Irma Rosas P., *et al*)⁸.

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

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

Tomando en consideración lo anterior, estamos ante la posibilidad de poder afirmar que el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo la modulación o regulación climática como un servicio ambiental prestado, puesto que la vegetación que se desarrolla en el predio, se encuentra fuertemente impactada presentando un estado secundario donde el arbolado adulto es escaso y disperso, por lo que no constituyen un

⁷<http://www.greenpeace.org/mexico/es/Campanas/Bosques/Que-relacion-tienen-los-bosques-y-el-cambio-climatico/>

⁸ <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/508/percepcion.pdf>

estrato continuo; así mismo, es importante mencionar que la zona en la que se inserta el predio del proyecto, se encuentra completamente urbanizada, destacando los asentamientos humanos como el principal elemento en el entorno. Tales condiciones han ocasionado que la cobertura vegetal no actúe como un regulador climático, pues se trata de un relicto de vegetación aislado y fragmentado. Así mismo, es más relevante el efecto de isla de calor que se produce en la zona debido al desarrollo urbano predominante, cuyos asentamientos humanos carecen de áreas verdes importantes; y en ese sentido, el cambio de uso de suelo propuesto no pone en riesgo el servicio ambiental en comento, máxime si consideramos que en el sistema ambiental aún se conservarían 19,783.86 hectáreas con cobertura vegetal, que continuarán contribuyendo a la regulación o modulación climática.

11.7. PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Este apartado se analiza en el capítulo 12 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no compromete la biodiversidad.

11.8. PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DE SUELO

Este apartado se analiza en el capítulo 12 del presente estudio, en donde se demuestra que el proyecto no provocará la erosión de los suelos.

11.9. CALIDAD ESCÉNICA (PAISAJE)

Para determinar el cambio que ocurrirá en el paisaje o la modificación de la calidad escénica del mismo, también llamada calidad visual del paisaje, se procedió a realizar un análisis exhaustivo del paisaje con todos sus componentes, tal como se describe a continuación.

11.9.1. Caracterización del paisaje

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, el paisaje se define simplemente como la “Extensión de terreno que se ve desde un sitio”. En el sentido de ésta definición, podemos determinar tres componentes básicos del paisaje, como son: 1) el terreno o la cuenca visual; 2) su extensión; y 3) el punto de observación; entendiéndose como:

- » **Cuenca visual.** Superficie geográfica visible desde un punto concreto, o dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto y constituye el componente fundamental del paisaje, puesto que a partir de él se definen los otros dos

componentes (extensión y punto de observación). Para el presente estudio se definió al área de influencia del proyecto como la cuenca visual.

- » **Extensión.** El área de influencia del proyecto se definió como la cuenca visual del paisaje, por lo tanto se determina como extensión de la misma.
- » **Punto de observación.** Dada la cuenca visual del paisaje y máxime su extensión, se determina como punto de observación, una imagen satelital georreferenciada, tomada del programa Google Earth, con el propósito de poder observar en forma clara, todas y cada una de las unidades que conforman el paisaje.

Es así, que una vez definida la cuenca visual, así como su extensión y el punto desde el cual será observada, a continuación se presenta la caracterización del paisaje basada en tres aspectos importantes: 1) su visibilidad, 2) su calidad paisajística, y 3) su fragilidad visual, entendiéndose como:

- » **Visibilidad.** Conjunto de elementos del paisaje que pueden observarse desde un punto determinado o punto de observación, que se mide desde donde se perciben, cuanto se percibe y como se perciben.
- » **Calidad paisajística.** Incluye tres elementos de percepción: las *características intrínsecas del sitio*, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc; *la calidad visual del entorno inmediato* en él que se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc; y *la calidad del fondo escénico*, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto.
- » **Fragilidad del paisaje.** Es la capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos (visibilidad y calidad paisajística). Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

11.9.2. Análisis de la visibilidad del paisaje

La visibilidad o accesibilidad visual tiene relación directa con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación) presentes en el paisaje, y cómo éstos se transforman en barreras visuales para los usuarios del recurso. A esto se deben sumar las

posibilidades de accesibilidad física (distancia) que tengan los observadores a las distintas porciones del territorio.

El análisis de la visibilidad del paisaje, se define como un análisis espacial del área de estudio, tomando en consideración sus formas, colores, vistas, etc. Esta es la primera etapa en la caracterización y valoración del paisaje con base en su visibilidad, y consiste básicamente en definir **Unidades de Paisaje (UP)**, considerando la agregación ordenada y coherente de las partes elementales del entorno lo más homogénea posible, a través de la repetición de formas y en la combinación de algunos rasgos parecidos (no necesariamente idénticos) en un área determinada.

Para identificar las **UP** se tomó como punto de partida todos y cada uno de los elementos que integran el predio y su área de influencia, a través de un inventario de los recursos presentes en la cuenca visual previamente definida; con base en los siguientes criterios:

- » **Áreas de interés escénico:** se identificaron las zonas o sectores que por sus características (formas, líneas, texturas, colores, etc.) otorgan un importante grado de valor estético al paisaje.
- » **Hitos visuales de interés:** se identificaron los elementos puntuales que aportan belleza al paisaje de forma individual, y que por su dominancia en el marco escénico, adquieren significancia para el observador.
- » **Cubierta vegetal dominante:** se identificaron las zonas con cobertura vegetal visualmente dominante en el área de estudio.
- » **Cuerpos de agua:** se identificaron aquellos cuerpos de agua que poseen una significancia visual en el observador.
- » **Intervención humana:** se identificaron las diversas estructuras realizadas por el hombre, ya sean puntuales, extensivas o lineales (caminos, líneas de alta tensión, urbanización, jardines, edificios, etc.).

Con base en el inventario realizado conforme a los criterios antes descritos, se definieron 2 unidades de paisaje para el área de estudio propuesta, a saber: 1) áreas verdes; y 2) asentamientos humanos. A continuación se describen cada una de las unidades de paisaje definidas previamente:

- 1) **UP vegetación natural.** En el medio terrestre, aunque escasa, es notoria la existencia de áreas verdes, ya que otorga contraste en el paisaje a pesar de ser monocromático. Cabe destacar que la cobertura vegetal se encuentra totalmente fragmentada por lo que se mezcla con la otra unidad de paisaje.

- 2) **UP asentamientos humanos.** En el medio es notoria la existencia de obras de tipo antropogénico como vialidades, viviendas y construcciones diversas, las cuales forman parte del entorno urbano que predomina en el paisaje; otorgando alto valor de alteración en el medio y contraste en el paisaje.

11.9.3. Análisis de la calidad visual del paisaje

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

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

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

ANÁLISIS DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE			
COMPONENTE	CRITERIOS		
Acción antrópica	Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
	5	3	1

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

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

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

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

Al aplicar el Método BLM (1980) se obtuvo que la calidad visual del paisaje, sin el proyecto, encuadra en la Clase C (7 puntos obtenidos), es decir, se trata de una zona de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, y textura. Esto es debido a la escasa variedad en la vegetación existente, siendo que esta es monocromática, altamente fragmenta, lo cual aporta poca variación en el color y contraste del paisaje; aunado a que los asentamientos humanos destacan como el elemento predominante en el paisaje, constituyéndose como un factor de perturbación en el ambiente.

11.9.4. Análisis de la fragilidad del paisaje

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

Para determinar la fragilidad visual del paisaje, entendida también como su capacidad de absorción ante la ocurrencia de algún factor extrínseco, se ha desarrollado una técnica basada en la metodología de Yeomans (1986), la cual consiste en asignar puntajes a un conjunto de atributos del paisaje, valorados con base en su condición actual; consecuentemente se ingresan los puntajes asignados a cada atributo en una fórmula y el resultado obtenido se compara con una escala de referencia; finalmente la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV) será determinada con base en el resultado obtenido de la fórmula aplicada comparado con una escala de referencia.

Fórmula aplicada en el análisis:

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

Donde:

P = Pendiente

E = Regeneración potencial y erosionabilidad

R = Potencial estético

D = Diversidad de la vegetación

C = Acción antrópica

V = Contraste de color

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

ANÁLISIS DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE			
COMPONENTE	CRITERIOS	PUNTAJE	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
Regeneración potencial y erosionabilidad (E)	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1

ANÁLISIS DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE			
COMPONENTE	CRITERIOS	PUNTAJE	
		NOMINAL	NUMÉRICO
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	3
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Bajo	1
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2
	Diversificada	Bajo	1
Acción antrópica (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Alto	3
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Bajo	1

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

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

- ▀ **Pendiente (P).**- Este atributo recibió un puntaje alto (3) debido a que su condición en el paisaje se define por un relieve plano, considerando que la zona en la que se ubica el predio carece de dunas o pendientes significativas; por lo tanto, cualquier proyecto que se realice quedará en un mismo plano y al mismo nivel del suelo.
- ▀ **Regeneración potencial y erosionabilidad (E).**- Este atributo recibió un puntaje alto (3) considerando que la zona no es susceptible a la erosión.
- ▀ **Potencial estético (R).**- El potencial estético del paisaje desde cualquier perspectiva del observador, es baja, ya que se trata de una zona donde predomina un solo tipo de vegetación altamente fragmentada, sin la presencia

de cuerpos de agua y sin relieves significativos que aporten contraste, por lo que obtuvo un puntaje alto (3).

- ▶ **Diversidad de vegetación (D).**- Este atributo recibió un puntaje alto (3), debido a que la vegetación, a pesar de ser notoria, es monocromática, escasa y dispersa, por lo que ofrece poco contraste en el paisaje.

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

- ▶ **Contrastes de color (V).**- Tal como se ha descrito en el análisis de la visibilidad del paisaje, éste aporta una escasa variabilidad cromática al observador, por lo que obtuvo un puntaje alto (3).

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

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

$$CAV = 3 \times (3 + 3 + 3 + 3 + 3)$$

$$CAV = 3 \times (15)$$

$$CAV = 45$$

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

ESCALA DE REFERENCIA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CAV	
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL PAISAJE (CAV)	Baja = < 15
	Moderada = 15 y < 30
	Alta = ó > 30

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

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

RESULTADO DE LA FÓRMULA	ESCALA DE REFERENCIA	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL PAISAJE (CAV)
X	= ó < 15	Baja
X	= 15 y < 30	Moderada
30	= ó > 30	Alta

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

CAPÍTULO 12: JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

12.1. NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD

Haciendo un análisis comparativo entre los valores obtenidos del índice de diversidad de flora en el sistema ambiental, con aquellos resultantes de la superficie de cambio de uso de suelo, obtenemos que la diversidad en el predio testigo es ligeramente más diversa que aquella que se desarrolla dentro de la superficie de CUSTF, pues en el primer caso el valor promedio alcanzado considerando los tres estratos es de **4.79 bits/ind**; mientras que en la superficie de aprovechamiento el valor calculado es de **4.43 bits/ind**, tal como se observa en la siguiente tabla:

SISTEMA AMBIENTAL		SUPERFICIE DE CUSTF	
ESTRATO	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ÍNDICE DE DIVERSIDAD	ESTRATOS
ARBÓREO	4.45	4.18	ARBÓREO
ARBUSTIVO	4.98	4.41	ARBUSTIVO
HERBÁCEO	4.95	4.71	HERBÁCEO

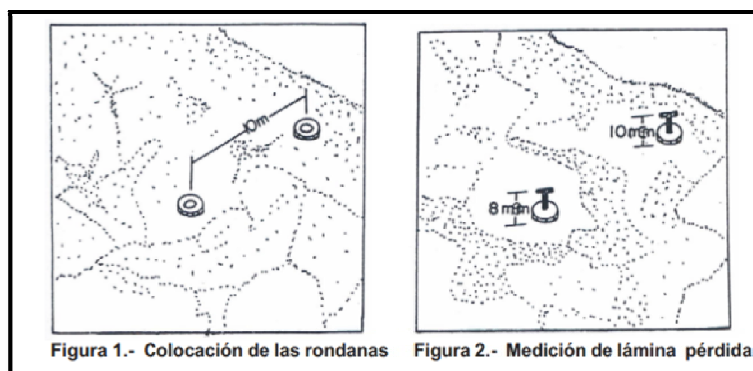
Si se considera que en el sistema ambiental, actualmente existe una superficie total de 17,591.11 hectáreas de vegetación de Selva mediana subperennifolia conforme al POEL de Benito Juárez (actualización 2014); y que por la implementación del proyecto se ocupara una superficie de 37.51 hectáreas del mismo tipo de vegetación; entonces podemos concluir que la superficie de CUSTF, tan sólo representa el 0.21% del ecosistema de selva mediana subperennifolia presente en el sistema ambiental, lo que demuestra que el impacto sobre la biodiversidad sería casi nulo de llevarse a cabo el cambio de uso de suelo propuesto. Así mismo, tenemos que para el sistema ambiental se tiene reportada la existencia de 138 especies de flora en Selva mediana subperennifolia ⁽⁹⁾, mientras que para el predio del proyecto, apenas se registraron 66, es decir, el 47.42% de las especies posibles; por lo que se puede anticipar que el proyecto no compromete la riqueza de especies presentes en el sistema ambiental, si le sumamos el programa de rescate de vegetación que se llevará a cabo dentro de la superficie de aprovechamiento, lo que permitirá asegurar la subsistencia del germoplasma de las especies que serán afectadas con el desmonte.

⁹ <http://cancun.gob.mx/ecologia/files/2012/01/CaracterPOEL1.pdf>

12.2. NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

12.2.1. Estimación de la pérdida actual de suelo a nivel del predio

Para evaluar la pérdida actual del suelo que ocurre a nivel del predio, se utilizó el método de “clavos y rondanas”, dado que se trata de un método sencillo, práctico y de bajos costos. El método consiste en utilizar clavos con rondanas, colocados a lo largo de un transecto a intervalos regulares (Fig. 1). La rondana se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, tocando ligeramente la cabeza del clavo. El propósito de la rondana es marcar cortes en el terreno ocasionados por erosión y de esta forma medir el espesor de la capa de suelo perdido (Fig. 2).



a) Materiales y equipo utilizado en el muestreo

Para poder "leer" los cambios en el nivel de la superficie del suelo con mayor precisión, se utilizaron clavos estándar de 5 pulgadas, y rondanas planas de acero inoxidable de 2 pulgadas (figuras 1 y 2).



Fig. 1.- Clavos



Fig. 2.- Rondanas

Para ubicar los puntos de muestreo se utilizó un GPS de la marca Garmin calibrado en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS84 y a la Zona 16Q Norte. Por otro lado, se

utilizó cinta métrica graduada en milímetros para medir los cortes en el terreno; y una cámara fotográfica para el registro de las actividades en campo.

Así mismo, se utilizó un tubo de PVC de 4 cm de altura y 5.08 cm o 2 pulgadas de diámetro, que permitió recolectar un volumen de 81 cm^3 ($V=\pi*r^2*h$), por cada muestra tomada del suelo utilizada para el cálculo de la densidad aparente (figuras 3).

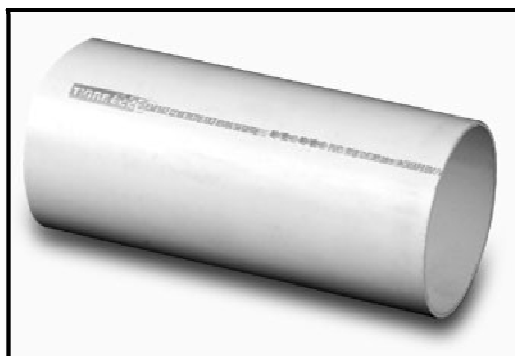


Fig. 3.- Tubo de PVC

b) Diseño del muestreo

Para la aplicación del método propuesto se llevó a cabo un muestreo por parcelas, utilizando los sitios de muestreo del inventario forestal, muestreando una parcela por sitio del inventario, lo que nos dio un total de 10 parcelas de muestreo para el suelo en estudio.

Es importante mencionar que en cada punto de muestreo se llevó a cabo una limpieza a matarrasa, en un radio de 1 metro alrededor del clavo, dejando expuesto el suelo a las condiciones climáticas, con el fin de que la materia orgánica en descomposición no afecte o altere las mediciones en campo. Los sitios permanecieron expuestos a las condiciones del medio, en un período de 15 días y al día 16, se llevó a cabo la toma de datos en campo.

c) Registro de datos en campo

Para la toma de datos se utilizó una cinta métrica extensible o flexómetro, graduado en centímetros y milímetros, por medio de la cual se midió el corte del terreno por la pérdida del suelo.

Con la ayuda del tubo de PVC se recogieron muestras del suelo (81 cm^3 por cada muestra), el cual se enterró en la capa superficial del suelo con la ayuda de un mazo pequeño, eliminando únicamente la hojarasca que había en el sitio de la muestra.

Posteriormente con ayuda de una pala se sacó el cilindro enterrado y con la ayuda de una navaja se enrasaba el suelo sobresaliente del cilindro para garantizar un volumen definido de suelo en cada muestra. Las muestras obtenidas del suelo fueron secadas en una estufa con horno a 105 °C hasta obtener un peso constante. Para cada sitio o punto de muestreo, se tomaron cinco repeticiones; una en el centro de cada sitio (cerca del clavo) y una muestra a diez metros del centro, en cada uno de los puntos cardinales, para finalmente obtener un promedio de densidad aparente por sitio de muestreo.

d) Pérdida y deposición de suelo

En la siguiente tabla se presentan los datos obtenidos para la pérdida y deposición de suelo en cada sitio de muestreo, considerando el período de 15 días en el que permanecieron “in situ”.

REGISTRO DE PÉRDIDA Y DEPOSICIÓN DE SUELO											Σ Promedio
PARÁMETRO	SITIOS O PUNTOS DE MUESTREO										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pérdida (mm)	0	0	-2	0	0	-1	0	0	0	0	-0.3 mm
Deposición (mm)	0	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	0	+0.4 mm

e) Densidad aparente

Para la estimación de la densidad aparente del suelo, se utilizó el método denominado “determinación gravimétrica de la densidad aparente en muestra no alterada”, para lo cual fueron útiles los cilindros o tubos de PVC.

Extraída la muestra de suelo con los cilindros extractores y cubiertos con las tapas para evitar pérdidas de material, se colocó en una estufa con horno a 105-110 °C hasta peso constante (aproximadamente 24 hs). La densidad aparente (kg/m³) se determinó con base en la siguiente fórmula:

$$DA \text{ (kg/m}^3\text{)} = (A-B) / V$$

Donde:

A= peso seco del suelo

B= tara del cilindro (10 gr)

V= volumen de la muestra

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de la densidad aparente, para cada muestra obtenida en los sitios de muestreo.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

REGISTRO DE DENSIDAD APARENTE			
SITIO/MUESTRA	PESO SECO (gr)	TARA DEL CILINDRO (gr)	VOL. DE SUELO (cm ³)
1	435	10	405
2	605	10	405
3	695	10	405
4	597	10	405
5	480	10	405
6	474	10	405
7	496	10	405
8	511	10	405
9	620	10	405
10	642	10	405
Acumulación (Σ)	5,555 gr	100 gr	4,050 cm³
Acumulación (Σ)	5.55 kg	0.1 kg	4.05 m³
DENSIDAD APARENTE = (5.55 kg - 0.1 kg) / 4.05 m³			
DENSIDAD APARENTE = 1.35 kg/m³			

Los resultados obtenidos expresados en gramos por centímetro cúbico, fueron transformados a toneladas por metro cúbico (Ton/m³), lo que nos arroja un resultado de 0.00135 Ton/m³ para la unidad edáfica.

f) Cuantificación de pérdidas

1) Tasa media de erosión. Para la cuantificación de la tasa se erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la siguiente fórmula (Pizarro y Cuitiño, 2002):

$$X = Y * Da * 10$$

Donde:

X= pérdida de suelo o suelo erosionado

Y= altura media de suelo erosionado (mm)

Da= densidad aparente (Ton/m³)

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$X = Y * Da * 10$$

$$P = 0.3 * 0.00135 * 10$$

$$P = 0.000405 \text{ Ton/ha/año}$$

2) Tasa media de deposición. Para la cuantificación de la tasa se erosión a nivel del predio, aplicando el método de clavos y rondanas, se utilizó la misma fórmula citada anteriormente (Pizarro y Cuitiño, 2002), pero considerando los valores de deposición

obtenidos en campo, de tal manera que la variable “Y” ahora corresponde al valor de deposición promedio del suelo, quedando de la siguiente manera:

$$X = Y * Da * 10$$
$$P = 0.4 * 0.00135 * 10$$
$$P = 0.0054 \text{ Ton/ha/año}$$

3) Erosión neta. Se denomina como erosión neta (En) a la diferencia entre la erosión y la sedimentación ocurrida, expresada en metros cúbicos por hectárea o toneladas por hectárea (Cuitiño, 1999). Se expresa como:

$$En = E - S$$

Donde:

En = Erosión neta (ton/ha).

E = Erosión media del estrato (ton/ha).

S = Sedimentación media del estrato (ton/ha).

Sustituyendo los valores de la fórmula se obtuvieron los siguientes resultados:

$$En = 0.000405 \text{ Ton/ha/año} - 0.0054 \text{ Ton/ha/año}$$
$$En = -0.005 \text{ Ton/ha/año}$$

De acuerdo con el resultado anterior, tenemos una erosión neta para el predio del proyecto de **-0.005 Ton/ha/año**; lo que significa que anualmente se repone (el resultado fue negativo y a favor de la deposición de suelo) una lámina de suelo de 0.0005 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005); y en ese sentido podemos concluir que en la superficie de CUSTF no existe erosión, pues la tasa media de deposición del suelo es superior a la tasa media de erosión.

Considerando lo señalado en el párrafo que antecede, podemos concluir categóricamente que dadas las condiciones en las que se encuentra actualmente el predio del proyecto, no existen tierras frágiles, pues no presentan evidencias de degradación o pérdida de su capacidad productiva natural, al contrario, existe una deposición anual de 0.005 mm de suelo.

12.2.2. Estimación de la pérdida del suelo con el custf

Para la estimación de la pérdida de suelo que ocurriría en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta con el desarrollo del proyecto, y considerando que se trata de

un caso hipotético con fines de predicción (erosión potencial), se optó por utilizar la siguiente ecuación (Martínez, M., 2005):

$$E_p = R * K * LS$$

Donde:

E_p = Erosión potencial del suelo (t/ha/año).

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

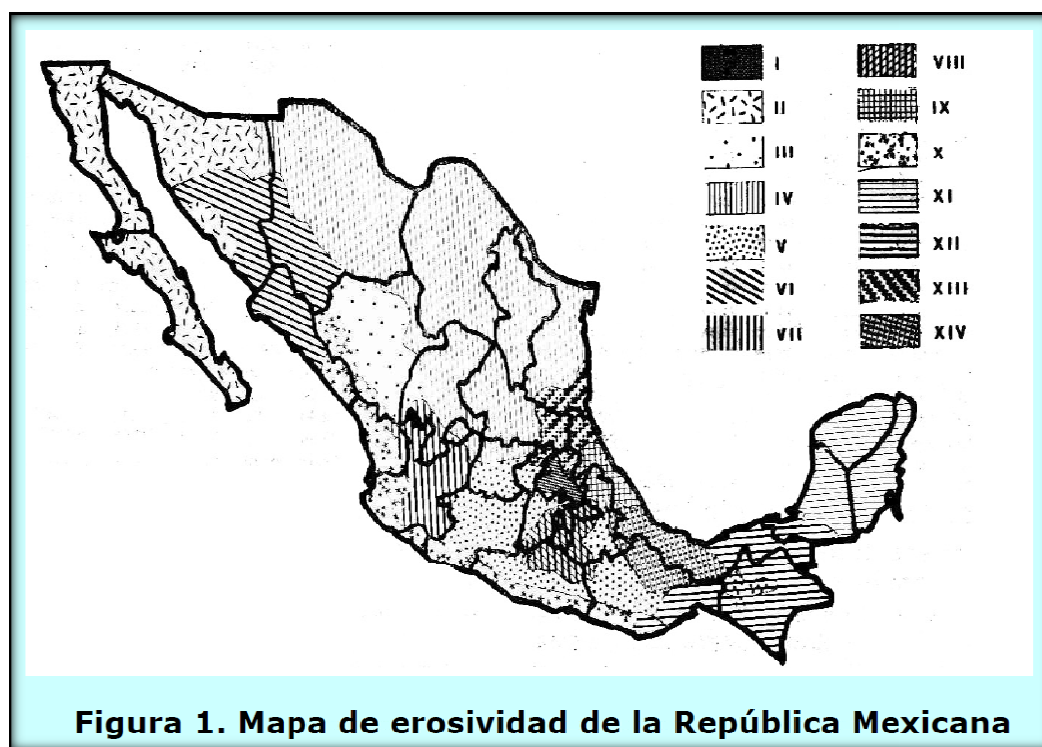
K = Erosionabilidad del suelo.

LS = Longitud y Grado de pendiente.

La metodología simplificada y adecuada para utilizarse dicha ecuación en nuestro país, también se puede encontrar en Martínez, M. (2005), como se describe a continuación:

a) **La erosividad (R)** se puede estimar utilizando la precipitación media anual de la región bajo estudio.

Se selecciona la región bajo estudio en el mapa de la República donde existen 14 regiones (Figura 1). La región bajo estudio se asocia a un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el **valor de R** (Cuadro 1).



Cuadro 1. Ecuaciones para estimar la Erosividad de la lluvia (R) en las diferentes regiones del país .

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

De acuerdo con los datos de la figura 1 y el cuadro 1, se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la Región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación: $R = 3.7745P + 0.004540P^2$. Así mismo, considerando que la precipitación media anual de la zona en la que se ubica el predio, y por ende la superficie de cambio de uso de suelo es de 1,100 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745P + 0.004540P^2$$

$$R = 3.7745 (1,100) + 0.004540 (1,100)^2$$

$$R = 4,151.95 + 0.004540 (1'210,000)$$

$$R = 4,151.95 + 5,493.4$$

$$\mathbf{R = 9,645.35 \text{ Mj/ha mm/hr}}$$

b) Erosionabilidad (K). La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende de:

- Tamaño de las partículas del suelo
- Contenido de materia orgánica.
- Estructura del suelo.
- Permeabilidad.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Erosionabilidad de los suelos (K) en función de la textura y el contenido de materia orgánica

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

Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1 a 250,000 del INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO, se advierte que el predio se encuentran dentro de la siguiente unidad edafológica (ver capítulo 5):

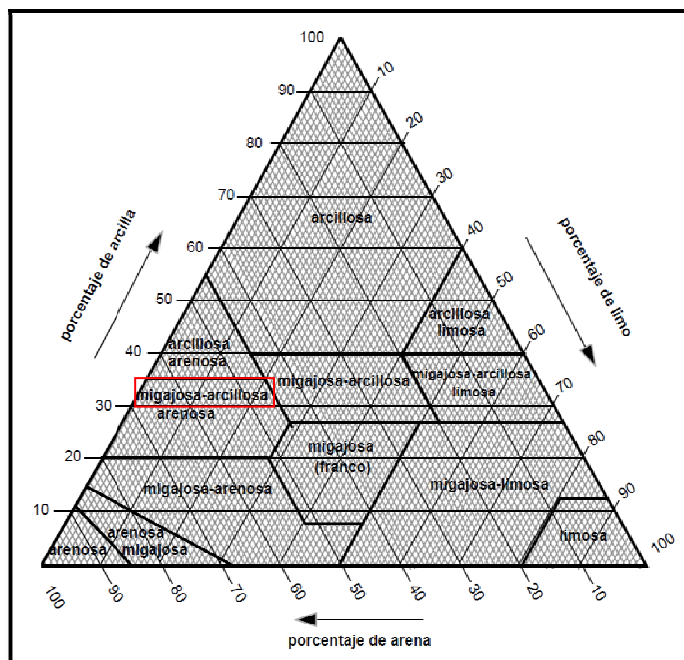
- **E+I/2/L.** Rendzina como suelo predominante más Litosol como suelo secundario; con clase textural media.

El tipo de suelo citado anteriormente, presentan una clase textural media y distinto contenido de materia orgánica. De acuerdo con el INEGI (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), las clases texturales del suelo indican cuál de las partículas de suelo (arena, limo o arcilla) domina en los 30 cm superficiales del suelo, a saber:

- Textura gruesa. Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena.
- Textura media. Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.
- Textura fina. Más del 35% de arcilla.

Tomando en cuenta que el tipo de suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo presenta una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de suelo con textura migajosa arcillosa, de acuerdo con el “Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA”, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI

con adecuación de términos (Diccionario de datos edafológicos alfanumérico, 2001), el cual se muestra en la siguiente imagen.



En cuanto a la materia orgánica en los suelos predominantes, tenemos que la **Rendzina** es predominante por ser la unidad edáfica primaria, y son ricos en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%); mientras que el **Litosol** se presenta como suelo secundario, pero también es rico en materia orgánica (de 2.0 a 4.0%).

Entonces tenemos que el suelo presente en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arcilloso y el contenido de materia orgánica de más del 2.0%, por lo tanto el valor de K sería 0.021 de acuerdo con los datos del cuadro 2 presentado anteriormente.

c) Longitud y Grado de pendiente (LS)

La pendiente se estima como:

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

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Ha = Altura de la parte alta del terreno (m).

Hb = Altura de la parte baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

De acuerdo con el levantamiento topográfico realizado en la superficie de cambio de uso de suelo (se anexa plano topográfico en el CD-R):

- ▀ La altura de la parte alta del terreno es de 8.97 msnm;
- ▀ La altura de la parte baja del terreno es de 6.37; y
- ▀ La longitud del terreno analizada de 905 m (equivalente al largo aproximado del predio).

Entonces la pendiente seria de:

$$S = 8.97 - 6.37 / 905$$

$$S = 2.6 / 905$$

$$S = 0.0028 (100)$$

$$S = 0.29 \%$$

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

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

Donde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ = Longitud de la pendiente

S = Pendiente media del terreno.

m = Parámetro cuyo valor es 0.5.

De acuerdo con los resultados obtenidos, y sustituyendo los valores en la fórmula tenemos:

▀ Longitud de la pendiente de 905 m

▀ Pendiente media del terreno 0.29%

▀ Valor constante de "m" = 0.5

LS se calcula como:

$$LS = (905)^{0.5} [0.0138 + 0.00965 (0.29) + 0.00138 (0.29)^2]$$

$$LS = (30.08) (0.0138 + 0.0027985 + 0.0001160)$$

$$LS = (30.08) (0.018)$$

$$LS = 0.54$$

d) Finalmente calculamos la **Erosión Potencial** como:

$$E_p = R * K * LS$$

$$E = (9,645.35) (0.021) (0.54)$$

$$E = 109.38 \text{ ton/ha/año}$$

La erosión potencial calculada nos indica que se perderían 109.38 t/ha/año en la superficie de cambio de uso de suelo con la eliminación de la vegetación, pero sin medidas preventivas, de mitigación o de conservación de suelos; lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 10.94 mm (1.09 cm), si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10 ton/ha de suelo (Martínez, M., 2005).

Entonces tenemos que si la capa de suelo que se estima existe en la superficie de CUSTF, es de 17.5 cm en promedio⁽¹⁰⁾, podemos afirmar que el suelo se perdería por procesos erosivos en su totalidad, en un plazo de 16 años, si consideramos que se estima una pérdida de 1.09 cm anuales (según los resultados obtenidos del cálculo de erosión potencial), lo cual se considera un plazo bastante extenso y que nos indica que la superficie de CUSTF no posee tierras frágiles; sumado a que la regeneración natural del ecosistema a nivel del sotobosque ocurriría en un plazo estimado de 1 a 2 años, por lo tanto, se considera corto el tiempo que transcurriría para que se restablezca nuevamente el factor de protección del suelo que ha sido eliminado hipotéticamente, es decir, la cobertura vegetal.

En este punto es importante hacer la aclaración que la conformación de terraplenes no forma parte de las actividades de cambio de uso de suelo que se someten a evaluación, ya que corresponde a la etapa constructiva; sin embargo, se hace referencia a dicha actividad para poder justificar el plazo de tiempo que permanecerá expuesto el suelo desnudo, posterior al desmonte. Así mismo, se anticipa que el terraplén para el cimiento de las obras, ocasionará el sellado del suelo y por lo tanto existirá una pérdida del recurso pero no su erosión, pues dejará de estar expuesto a las condiciones climáticas del medio.

12.3. NO SE PROVOCARÁ EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA O LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN

Para poder determinar que no se provocará el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación, a continuación se presenta un análisis comparativo entre la cantidad de agua que es captada en la superficie de cambio de uso de suelo, y aquella que puede ser captada en el sistema ambiental.

¹⁰ Rendzinas (suelo predominante en el predio) con espesor por debajo de los 25 cm; litosoles (suelo secundario en el predio) con espesor menor a 10 cm. INEGI, capítulo 5 del presente estudio.

EN CANTIDAD:

12.3.1. Cantidad de agua captada en la superficie de CUSTF

La captura de agua o desempeño hidráulico, es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada, corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque y que representa la oferta de agua producida por este (Torres y Guevara, 2002).

El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como: la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina sobre la mayor parte de las variables arriba señaladas (Torres y Guevara, 2002).

La estimación de volúmenes de infiltración de agua en áreas forestales que a continuación se presenta, se desarrolló siguiendo el modelo de escurrimiento general a través de la estimación de coeficientes de escurrimiento (IMTA, 1999). El modelo asume que el coeficiente de escurrimiento (C_e) se puede estimar como sigue:

$$C_e = K (P-500) / 200 \text{ cuando } K \text{ es igual o menor a } 0.15; \text{ y}$$

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ cuando } K \text{ es mayor que } 0.15$$

K es un factor que depende de la cobertura arbolada y del tipo de suelo, lo cual puede apreciarse en el cuadro 9 que se presenta en la página siguiente.

CUADRO 9. VALORES DE K PARA DIFERENTES TIPOS DE SUELO Y DIFERENTES COBERTURAS ARBOLADAS.			
COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Suelo A: Suelos permeables (arenas profundas y loes poco compactos).
 Suelo B: Suelos medianamente permeables (arenas de mediana profundidad, loes y migajón).
 Suelo C: Suelos casi impermeables (arenas o loes delgados sobre capa impermeable, arcillas).
 FUENTE: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua 1999.

Para la estimación de volúmenes de infiltración de agua en la superficie de cambio de uso de suelo sin el proyecto, se tomó como base la información del inventario forestal y el valor promedio de precipitación anual para la zona donde se ubica. También se consideró el supuesto del modelo que refiere que bosques con volúmenes superiores a 190 m³/ha son bosques con más del 75% de cobertura; los que se encuentran entre 100-190 m³/ha son bosques con 50-75% de cobertura; los que varían entre 35-100 m³/ha son bosques con 25-50% de cobertura y finalmente los que presentan volúmenes menores a 35 m³/ha son bosques con menos del 25% de cobertura. Así mismo, el modelo da por sentado que los suelos de bosque templado son suelos tipo A y los suelos tropicales con suelos tipo C (Torres y Guevara, 2002).

Considerando lo señalado anteriormente, tenemos que el valor de **P** (precipitación media anual) para la zona donde se ubica el predio es de 1,100 mm y el valor de **K** es de 0.30, considerando que la superficie de CUSTF se ubica en una zona tropical y por ende, los suelos tropicales son de tipo C; y dado que el volumen de la masa forestal del área sujeta al cambio de uso de suelo es de 18.58 m³ (cobertura con menos del 25%).

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es superior a 0.15)}$$

$$C_e = (0.30) (1,100 - 250) / 2000 + (0.30-0.15) / 1.5$$

$$C_e = (0.30) (850 / 2000) + (0.15 / 1.5)$$

$$C_e = (0.30) (0.425 + 0.1)$$

$$C_e = (0.30) (0.525)$$

$$C_e = 0.16$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**C_e**) en la superficie de cambio de uso de suelo, con cobertura vegetal menor al 25%, es decir, sin el proyecto, es de 0.16.

Luego entonces, para calcular el escurrimiento medio anual, es necesario conocer el valor de la precipitación media, el área de drenaje y su coeficiente de escurrimiento. La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$

Donde:

Ve = Volumen medio anual de escurrimiento (m³)

A = Área total sujeta a cambio de uso de suelo (m²)

C = Coeficiente de escurrimiento anual

P = Precipitación media anual (m³)

De acuerdo con los sistemas de conversión, 1 mm equivale a 1 litro de agua por cada metro cuadrado, es decir, si se vierte 1 litro de agua en un metro cuadrado, la altura que alcanza es de 1 mm. Entonces tenemos que 1000 mm de precipitación media anual, equivalen a 1,000 litros de agua por metro cuadrado. Así mismo, tenemos que 1000 litros de agua equivalen a 1 m³, por lo tanto, tenemos que 1,100 litros equivalen a 1.1 m³ de agua.

Sustituyendo los valores a partir de la ecuación antes citada, resultó lo siguiente:

$$Ve = P * At * Ce$$
$$Ve = 1.1 \text{ m}^3 * 375,106.31 \text{ m}^2 * 0.16$$
$$Ve = 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Por otra parte, el volumen de infiltración puede estimarse con la siguiente ecuación (Aparicio, 2006):

$$I = P - Ve$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m³)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m³) * superficie de cambio de uso de suelo (m²)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m³/m²)

Sustituyendo los valores en la ecuación, obtenemos lo siguiente:

$$I = P - Ve$$

$$I = (1.1 \text{ m}^3) (375,106.31 \text{ m}^2) - 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 412,616.94 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 66,018.71 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 346,598.23 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie de cambio de uso de suelo se capta un volumen de 346,598.23 m³/m² anuales, y se pierden 66,018.71 m³/m² anuales por escurrimiento.

12.3.2. Cantidad de agua captada en el sistema ambiental

Para calcular la cantidad de agua que puede ser captada en el sistema ambiental, se consideraron los datos presentados en las fichas técnicas de las UGAS 21 y 23 del POEL de Benito Juárez (modificación 2014), definidas como el sistema ambiental del proyecto, las cuales indican que dichas UGAS poseen una superficie total de 34,975.23 hectáreas; y una cobertura vegetal actual de 19,783.86 hectáreas (56.57% del total); por lo tanto se trata de un sistema con 50-75% de cobertura. En ese sentido el valor de **K** es de 0.26, considerando que el predio se ubica en una zona tropical y por ende, los suelos tropicales son de tipo C (Torres y Guevara, 2002).

COBERTURA DEL BOSQUE	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50-75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25-50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5 \text{ (ya que el valor de K es superior a 0.15)}$$

$$Ce = (0.26) (1,100 - 250) / 2000 + (0.26-0.15) / 1.5$$

$$Ce = (0.26) (850 / 2000) + (0.11 / 1.5)$$

$$Ce = (0.26) (0.425 + 0.073)$$

$$Ce = (0.26) (0.498)$$

$$Ce = 0.13$$

Entonces tenemos que el coeficiente de escurrimiento (**Ce**) en el sistema ambiental es de 0.13.

Una vez calculado el coeficiente de escurrimiento, se procede a estimar el volumen de escurrimiento y el volumen de infiltración, anuales, conforme a lo siguiente

Volumen de escurrimiento anual:

$$Ve = P * At \text{ (superficie del SA con cobertura vegetal)} * Ce$$

$$Ve = P * At * Ce$$

$$Ve = 1.1 \text{ m}^3 * 197'838,600 \text{ m}^2 * 0.13$$

$$Ve = 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Volumen de infiltración anual: $I = P - Ve$

$$I = P - Ve$$

$$I = (1.1 \text{ m}^3) (197'838,600 \text{ m}^2) - 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 217'622,460 \text{ m}^3/\text{m}^2 - 28'290,919.8 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

$$I = 189'331,540.2 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

Considerando los cálculos realizados en los apartados anteriores, podemos concluir que actualmente en la superficie del sistema ambiental, se capta un volumen de 189'331,540.2 m³/m² anuales, y se pierden 28'290,919.8 m³/m² anuales por escurrimiento.

12.3.3. Conclusiones

Considerando el volumen de captación de agua que ocurre en la superficie de CUSTF (346,598.23 m³/m² anuales), en comparación con el volumen de captación de agua estimado para el sistema ambiental (189'331,540.2 m³/m²), podemos concluir que la captación de agua en cantidad no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto, toda vez que sólo se estaría perdiendo el 0.18% de la captación total que ocurre en el sistema ambiental. Y si a esto le sumamos que el predio conservará el 40% de su superficie como área permeable, entonces podemos asegurar categóricamente que la captación de agua en cantidad que acontece en el SA, no se verá comprometida con el cambio de uso de suelo propuesto; de igual forma, podemos concluir que la captación de agua en cantidad, es más importante a nivel del sistema ambiental, que aquella que ocurre a nivel del predio, considerando el volumen de agua que es captada en ambos sistemas.

EN CALIDAD:

Para no comprometer la calidad del acuífero subterráneo, y por lo tanto, evitar que se comprometa la captación de agua en calidad, el proyecto tiene contemplado llevar a cabo una serie de acciones que permitirán prevenir y en su caso, evitar la contaminación del acuífero, las cuales se describen a continuación:

- **Medida 1.** En ninguna etapa del proyecto se promoverá el uso de pozos domésticos para la extracción de agua subterránea, lo cual evitará que se descompense la recarga del acuífero por la extracción de agua “dulce”.
- **Medida 2.** Se contará con un equipo de respuesta rápida ante un derrame accidental de hidrocarburos por uso de maquinaria; con la finalidad de prevenir la contaminación del acuífero derivado de sustancias potencialmente contaminantes.
- **Medida 3.** Se instalarán sanitarios portátiles tipo “Sanirent” durante el cambio de uso del suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores, con lo cual se evitará la micción y defecación al aire libre, y en consecuencia se estará evitando la contaminación del acuífero por el vertimiento de aguas residuales directamente al suelo sin previo tratamiento. Cabe mencionar que las aguas residuales que se generen en los sanitarios, serán retirados del predio por la empresa prestadora del servicio, con lo que se garantiza que existirá un correcto manejo, retiro y disposición final de dichos residuos.
- **Medida 4.** Se instalarán contenedores herméticamente cerrados para el almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, con la finalidad de llevar un estricto control sobre dichos residuos en la obra, evitando de esta manera que se generen lixiviados que pudieran derramarse al suelo y por ende, penetrar el subsuelo y contaminar el acuífero.

Con las medidas antes descritas, sumadas a las descritas en el capítulo 10 del presente estudio, se puede concluir que el proyecto no será una fuente generadora de agentes potencialmente contaminantes para el acuífero, y no ocasionará la intrusión de la cuña salina; por lo que se puede concluir que el cambio de uso de suelo propuesto, no pone en riesgo la prestación del servicio ambiental de captación de agua en calidad.

2.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se demuestra que los usos alternativos del suelo que se proponen, son más productivos a largo plazo, que si se mantuviera el predio en sus condiciones originales.

De acuerdo con la información presentada en el capítulo 15 del presente estudio, la estimación del valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$36'580,315.95** (son treinta y seis millones, quinientos ochenta mil, trescientos quince pesos 95/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

Por otra parte, el monto de la inversión programada para la ejecución del proyecto en sus etapas preliminares (cambio de uso del suelo y urbanización) es de \$27'105,000.00 (son veintisiete millones, ciento cinco mil pesos 00/100 M.N.); lo cual se suma al monto de inversión para la edificación de las viviendas a futuro y de la construcción de las obras que complementan el fraccionamiento, que asciende a la cantidad de \$103'100,00.00 (son ciento tres millones, cien mil pesos 00/100 M.N.); lo que nos arroja un gran total de 130'205,000.00 (son ciento treinta milloes, doscientos cinco mil pesos 00/100 M.N.) que se invertirían para la ejecución del proyecto en todas sus etapas; los cuales permearan a distintos sectores de la sociedad, desde el gobierno Municipal, Estatal y Federal, hasta comercios locales y especializados, así como a la gente de la localidad a través de la contratación de mano de obra.

Considerando las cifras señaladas anteriormente, tenemos que el beneficio económico que generará el proyecto es superior al valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de CUSTF, ya que éste último tan sólo representa el 28.09% de la inversión total del proyecto; por lo tanto, se concluye categóricamente que el cambio de uso de suelo propuesto será más productivo a largo plazo, que si se mantuviera en sus condiciones originales el terreno forestal en estudio.

2.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En éste punto es importante mencionar que el predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo urbano de la Ciudad de Cancún, en particular se ubica dentro de una zona regulada por el Programa de Desarrollo Urbano de Cancún; y según dicho instrumento normativo, en el predio del proyecto se puede llevar a cabo un desarrollo de tipo habitacional a través de la construcción de viviendas, según los usos de suelo aplicables. En éste sentido, resulta importante hacer mención que el cambio de uso de suelo que se propone a través del presente estudio, dará paso a un proyecto urbano de tipo habitacional, el cual será sometido a evaluación en su momento procesal oportuno, ante las autoridades competentes.

Para entender la importancia social que tiene el proyecto propuesto, primeramente habrá que considerar la problemática actual que acontece en la zona donde éste se ubica, partiendo desde lo general hasta lo particular, como se describe a continuación:

A nivel Municipal, Benito Juárez ha rebasado los límites de crecimiento pronosticados en los Planes Directores anteriores al año 2000. En el año 1990 el municipio registró una población de 176,795 habitantes y para el 2007 alcanzó una población cercana a los 625 mil habitantes con una tasa media de crecimiento anual de 7.7 %.

Por otra parte, el crecimiento demográfico de la Ciudad de Cancún ha sido uno de los más sobresalientes en el país; lo cual ha generado, a su vez, que el desenvolvimiento urbano de este centro de población haya sido también explosivo. Cancún se encuentra en la zona turística denominada Corredor Cancún-Riviera Maya, la cual se ha convertido en la principal zona generadora de divisas y empleo relacionado con el turismo en el país, lo que explica su acelerado crecimiento.

De acuerdo al crecimiento de la población esperado para Cancún en los próximos años, y tomando en consideración que la densidad de población en las nuevas zonas de desarrollo deberá establecerse por debajo de los índices actuales, ubicándose en alrededor de 40 habitantes por hectárea, encontramos que se requieren alrededor de 5,400 hectáreas sólo para el desarrollo de vivienda.

El crecimiento de la población y de las actividades económicas de la ciudad de Cancún ha rebasado las previsiones de su Programa original de desarrollo y las de su actualización, publicada en el año de 1993. Esta circunstancia ha dado como resultado el surgimiento de asentamientos irregulares, o la apertura improvisada de nuevas zonas urbanas sin la debida integración a la estructura urbana y al sistema vial y de transporte. En la mayoría de los casos, sin el establecimiento de derechos de vía adecuados para la infraestructura requerida.

La planeación anteriormente descrita fue rebasada por el rápido incremento de la población, sin que se atendieran en forma oportuna las crecientes demandas de previsión de vivienda, equipamiento e infraestructura para brindar las condiciones adecuadas a la población que migró hacia Cancún en busca de mejorar su situación económica (PDU de Cancún vigente).

Visto lo anterior, está por demás mencionar que el cambio de uso de suelo que se propone, resulta necesario realizarse para dar paso a la construcción del desarrollo habitacional que se pretende llevar a cabo y que en su momento se someterá a

evaluación ante las autoridades competentes. El desarrollo habitacional contribuirá a reducir, aunque en menor escala, la actual demanda de vivienda que acontece en la zona en la que se circunscribe; por lo tanto, aportará un gran beneficio para la sociedad al proporcionar viviendas dignas para su bienestar y desarrollo familiar.

Aunado a lo anterior, resulta importante mencionar que todo desarrollo habitacional o urbano, conlleva la creación de áreas verdes ajardinadas, parques, áreas de equipamiento, centros comerciales, vialidades y áreas de recreo y esparcimiento para la gente que habite en el fraccionamiento y de aquellos que viven en los desarrollos aledaños; lo que proveerá de bienestar social para la gente que reside en la Ciudad de Cancún.

Por último, no hay que dejar de mencionar la alta oferta de empleo directa e indirecta que generará el proyecto, puesto que sus dimensiones permiten estimar que se producirán 100 empleos sólo para la etapa de cambio de uso de suelo que se propone en el presente estudio; y adicionalmente se tiene contemplada la generación de otros 200 empleos adicionales de tipo temporal y 50 empleos permanentes durante la etapa constructiva (que no es objeto del presente estudio); por lo que en total se estarían generando 350 empleos: 300 temporales y 50 permanentes, considerando el cambio de uso de suelo del predio para destinarlo a actividades no forestales. Estas cifras permiten asumir, que el proyecto tendrá un alto impacto social, puesto que generará ingresos económicos para los trabajadores de la localidad y de los comercios locales que se dedican a la rama de la construcción.

CAPÍTULO 13: DATOS DE INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO DE LA PERSONA QUE HAYA FORMULADO EL ESTUDIO Y EN SU CASO DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN.

3.1. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DTU-A

3.1.1. Nombre o razón social

Ing. Reynaldo Martínez López

3.1.2. R. F. C.

MARL820517S6A

3.1.3. C. U. R. P.

MALR820517HOCRPY00

3.1.4. Cédula profesional

6241318

3.1.5. Dirección del responsable técnico del estudio

Supermanzana. 84, Manzana 15, Lote 3.2, Avenida José López Portillo, Edificio 9, Departamento 202, Galaxias Puerto Cancún. C.P. 77520, Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Teléfono: (01983) 1323467. Correo electrónico: reymtzi@gmail.com

3.1.6. Número de inscripción en el registro forestal nacional

Libro OAX, Tipo UI, Volumen 3, Número 42, Año 10.

3.2. NOMBRE DEL RESPONSABLE DE DIRIGIR LA EJECUCIÓN DEL CUSTF DEL PROYECTO

Ing. Reynaldo Martínez López

CAPÍTULO 14: VINCULACION Y APLICACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO

13.1. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

13.1.1. POEL del Municipio de Benito Juárez

De acuerdo con el Decreto mediante el cual se modifica el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL-BJ), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 27 de febrero del 2014; la superficie de cambio de uso de suelo que se somete a evaluación, se ubica dentro de la UGA 21 “Zona urbana de Cancún”, cuyos lineamientos se citan a continuación (ver planos anexos).

Política ambiental: **Aprovechamiento sustentable.**

Umbral máximo de desmonte (en %) para la UGA: **Según lo establecido en el PDU.**

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.**

Por otra parte, cabe señalar que los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez han sido organizados en dos grupos:

- ▀ Los Criterios Ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.
- ▀ Los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.

Considerando lo anterior, a continuación se presenta un análisis con respecto a la congruencia del proyecto con los criterios generales y específicos, aplicables a la UGA 21 en la que se circunscribe el predio de interés.

13.1.1.1. Criterios generales

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-01	<i>En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivo, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En caso que se requiera aplicar tratamientos de plagas y enfermedades de jardines, áreas de reforestación y de manejo de vegetación nativa, se atenderá lo establecido en este criterio y sólo se utilizarán productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes preferentemente orgánicos que estén publicados en el catálogo de la CICOPLAFEST.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-02	<i>Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla el uso de agroquímicos en ninguna etapa de ejecución; sin embargo, se da observancia el presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-03	<i>Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En caso de que esta H. Autoridad considere no autorizar algún porcentaje de la superficie de aprovechamiento propuesta, se acatará lo establecido en este criterio; sin embargo, en esta etapa de evaluación del proyecto, no es posible determinar que superficie del predio no será autorizada para su aprovechamiento, pues dicha situación es completamente atribuible a esta Delegación Federal. El 100% del predio se encuentra cubierto con vegetación forestal, no se identificaron áreas sin vegetación.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-04	<i>En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamiento públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Dada la naturaleza de esta etapa del proyecto que se somete a evaluación (exclusivamente el cambio de uso de suelo), este no requiere la construcción de drenajes sanitarios o pluviales, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-05	<i>Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El Artículo 132 de la LEEPAQROO, establece lo siguiente:

ARTICULO 132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable.

Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.

Al respecto es importante mencionar que el predio del proyecto posee una superficie mayor a 3,001 m², por lo tanto le corresponde proporcionar como área verde el 40% como mínimo. Considerando esa cifra, el proyecto propone mantener el 40% del predio como área permeable a fin de dar cumplimiento a este criterio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-06	<i>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en "áreas sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

No existe un porcentaje de aprovechamiento máximo permitido para el proyecto, de acuerdo con los instrumentos de planeación ecológica y urbana que regulan la zona, por lo tanto, es factible aprovechar el 100% del mismo. Todo el proyecto será desplantado sobre vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario de desarrollo, con lo que se da cumplimiento al presente criterio (ver capítulo 5).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-07	<i>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

Dada la naturaleza del proyecto, éste no requiere la construcción de ningún tipo de obra o instalación, ya que se ciñe exclusivamente en el cambio de uso de suelo a través de la remoción de vegetación forestal; así mismo, es importante mencionar que la continuidad del ecosistema ya se encuentra interrumpido por la mancha urbana de la Ciudad de Cancún, incluso antes de la implementación del proyecto que se propone. Así mismo, se afirma que el proyecto se ubica dentro de un área urbana por lo que se exceptúa de lo señalado en el presente criterio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-08	<i>Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

Cabe destacar que en el polígono de aprovechamiento que se propone, no se identificaron humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, ni cuerpos de agua superficiales; por lo tanto, el alcance de éste criterio no es aplicable al proyecto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-09	<i>Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o verdeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto se ubica dentro de la UGA 21 “Zona urbana de Cancún”, la cual se distingue por ser una unidad de gestión ambiental urbana; y en ese sentido, se concluye que el alcance de éste criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-10	<i>Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

A futuro, el fraccionamiento contempla la construcción de vialidades públicas que permitirán el acceso a todo el fraccionamiento, lo cual es compatible con los usos permitidos de acuerdo con el PDU de Cancún.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-11	<i>El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el alineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

No existe un porcentaje de aprovechamiento máximo permitido para el proyecto, de acuerdo con los instrumentos de planeación ecológica y urbana que regulan la zona, por lo tanto, es factible aprovechar el 100% del mismo. Todo el proyecto será desplantado sobre vegetación de selva mediana subperennifolia en estado secundario de desarrollo, con lo que se da cumplimiento al presente criterio (ver capítulo 5).

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-12	<i>En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En este punto cabe aclarar que tanto el POEL de Benito Juárez, como el PDU de Cancún, no establecen porcentajes de desmonte para los usos de suelo aplicables al predio del proyecto; y en ese sentido, se considera que el alcance de este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-13	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto contempla la ejecución de un programa de rescate de flora y un programa de rescate de fauna, previo al desarrollo de cualquier obra o actividad.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-14	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

De acuerdo con el inventario forestal realizado en el predio del proyecto, no se identificaron zonas sin cobertura arbórea, ni áreas desmontadas, por lo que el alcance de éste criterio no es aplicable al proyecto. Así mismo, resulta importante señalar que para el predio del proyecto, no existe instrumento normativo alguno que determine el porcentaje de desmonte permitido, ni la superficie máxima de aprovechamiento permitida para el proyecto en cuestión.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-15	<i>En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimiento que no permitan su regeneración y/o propagación.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Durante el inventario forestal realizado en el predio del proyecto, no se identificaron ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-16	<i>La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocos nucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica actividades relacionadas con la introducción y manejo de palma de coco (*Cocos nucifera*); por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-17	<i>Se permite el manejo de especies exóticas cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o la SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua. 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica actividades relacionadas con el manejo de especies exóticas; por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-18	<i>No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua superficiales con riesgo de afectación a especies nativas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica obras o actividades relacionadas con la acuicultura; por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-19	<i>Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio en su totalidad, y por ende el proyecto, contará con acceso controlado las 24 horas del día, por lo que se da cumplimiento a este criterio.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-20	<i>Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.</i>

Al interior del terreno forestal, no se registró la existencia de cenotes, rejolladas inundables, cuerpos de agua.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-21	<i>Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Al interior del terreno forestal, no se observó la presencia de vestigios arqueológicos; sin embargo en caso de se advierta la existencia de algún vestigio arqueológico durante las actividades de desmonte, se reportara al INAH.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-22	<i>El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no pretende llevarse a cabo sobre derechos de vía de tendidos de energía eléctrica de ningún tipo; por lo tanto, el criterio en comento no es aplicable al proyecto, en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-23	<i>La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predio, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos externos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Para esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, no se requiere instalaciones eléctricas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-24	<i>Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica la construcción de caminos ni carreteras en esta etapa del proyecto que se somete a evaluación. En ese sentido, este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-25	<i>En ningún caso la estructura o cimentación deberán interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Durante esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, no se llevará a cabo el desplante de cimentaciones o estructuras de ningún tipo; en ese sentido, este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-26	<i>De acuerdo con lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:</i> <i>A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.</i> <i>B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</i> <i>C. Establecer las medidas necesarias para el almacenamiento, retiro, transporte disposición final de los residuos sólidos generados.</i> <i>D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

A fin de dar cumplimiento al presente criterio, se instalará 1 sanitario móvil por cada 20 trabajadores que se encuentren dentro de la obra. No se requiere la pernocta de los trabajadores en el sitio, toda vez que sólo se contratará gente que tenga su lugar de residencia dentro de la ciudad de Cancún. Se contará con un área específica tipo palapa para que los trabajadores realicen actividades de descanso o alimentación, misma que contará con piso de concreto, lavamanos, agua potable. No se requiere iluminación considerando que los trabajos se realizarán en horario diurno.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-27	<i>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

No se contempla la construcción de obras para la disposición final de residuos. El contexto de éste criterio no es aplicable al proyecto en cuestión.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-28	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no generará residuos peligrosos, ni materiales derivados de obras, excavaciones o dragados, pues estas no son actividades que formen parte del proceso de cambio de uso de suelo. Los residuos sólidos urbanos serán tratados en forma independiente, y serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Cancún.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-29	<i>La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Los residuos sólidos urbanos que se generen durante el cambio de uso de suelo, serán trasladados al relleno sanitario de la ciudad de Cancún.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-30	<i>Los desechos biológico infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no será generador de desechos biológico infecciosos en ninguna de sus etapas de desarrollo, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-31	<i>Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismos que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

No se tiene proyectada la construcción de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos; por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-32	<i>Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

A fin de dar cumplimiento a lo señalado en éste criterio, en ninguna etapa del proyecto se tiene contemplada la quema de basura, su entierro o disposición, sea temporal o final, a cielo abierto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-33	<i>Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Dentro de la superficie de aprovechamiento del proyecto, se instalarán contenedores específicos para el acopio temporal de residuos sólidos, y al final de cada jornada, dichos contenedores serán vaciados y su contenido será trasladado al relleno sanitario de la ciudad de Cancún, por lo que no serán almacenados temporalmente dentro del predio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-34	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proceso de cambio de uso de suelo que se somete a evaluación, no requiere el uso de materiales pétreos, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despilme, madera,

materiales vegetales y/o arena, para procesos constructivos, pues estas no forman parte de las actividades que se someten a evaluación a través del presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-35	<i>En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Corresponde a esta autoridad determinar la superficie de cambio de uso de suelo para el presente proyecto; así como la autorización de las actividades que en dicha superficie se lleven a cabo. No se pretenden realizar excavaciones o actividades que afecten o pongan en riesgo los ríos subterráneos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-36	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica la realización de actividades agrícolas, pecuarias o forestales, por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-37	<i>Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Durante el despalme del terreno se llevará a cabo el rescate de la tierra vegetal (sustrato con materia orgánica), previa separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de ajardinado en la etapa constructiva dentro del mismo proyecto, y un porcentaje para el rescate y

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

mantenimiento de las plantas; en caso de tener excedentes, estos se dispondrán donde la autoridad competente en la materia lo determine.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-38	<i>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.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la construcción de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas; por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
CG-39	<i>El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El presente documento técnico unificado, en su modalidad A, se somete a evaluación ante esta autoridad con la finalidad de obtener la autorización para llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

13.1.1.2. Criterios de regulación ecológica de carácter específico

Los criterios específicos aplicables al predio del proyecto, son los que se enlistan en el siguiente cuadro:

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Suelo y subsuelo		13	14	15	16	17							
Flora y fauna		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Paisaje		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	55	56	57	58	59								

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-01	<i>En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles,</i>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	<i>fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.</i>
--	---

- **Vinculación con el proyecto:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-02	<i>A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final. En la zona existe red hidrosanitaria.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-03	<i>En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales

que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final. A futuro, el fraccionamiento estará conectado al sistema de drenaje sanitario que existe en la zona.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-04	<i>Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

No se contempla realizar actividades de producción agrícola, por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-05	<i>En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimización y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

No se contempla la construcción de campos de golf o usos de suelo similares, por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-06	<i>Los proyectos de campos deportivos y/o de golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no es de tipo turístico, aunado a que no se contempla la construcción de campos deportivos o de golf, por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-07	<i>No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, que no implica procesos constructivos, se instalarán sanitarios móviles para el manejo de las aguas residuales que se generen durante el cambio de uso de suelo, a razón de 1 por cada 20 trabajadores; y en su caso, la empresa arrendadora de dichos sanitarios, será la responsable de llevar a cabo su retiro del predio y disposición final. A futuro el fraccionamiento estará conectado a la red de drenaje sanitario que existe en la zona.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-08	<i>En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En las áreas verdes que contempla el proyecto se establecerán espacios ajardinados que incorporarán elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas producto del rescate de vegetación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-09	<i>Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto contempla áreas para equipamiento urbano, en donde se establecerán parques y espacios recreativos al servicio del fraccionamiento, mismos que contarán con elementos arbóreo y arbustivos producto del rescate de vegetación.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-10	<i>Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, augurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el polígono de aprovechamiento propuesto para el proyecto, no se registraron cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-11	<i>Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El presente estudio no somete a evaluación la construcción de obras; por lo tanto, el alcance de este criterio no es aplicable al cambio de uso de suelo que se propone, el cual se ciñe exclusivamente a la remoción de vegetación forestal; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-12	<i>En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El presente estudio, no somete a evaluación la construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales; por lo tanto, el alcance de este criterio no es aplicable al cambio de uso de suelo que se propone, el cual se ciñe exclusivamente a la remoción de vegetación forestal.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-13	<i>La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

Dada la naturaleza de la etapa del proyecto que se somete a evaluación (exclusivamente el cambio de uso de suelo), este no requiere drenaje pluvial, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-14	<i>Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica la construcción de crematorios, por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-15	<i>Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y pisos de las fosas, con el fin de evitar contaminación del suelo, subsuelo y manto freático.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica la construcción de cementerios, por lo que éste criterio no es aplicable al proyecto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-16	<i>Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas...</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El sitio del proyecto se ubica fuera de la franja costera del Municipio de Benito Juárez, por lo que éste criterio no es aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-17	<i>Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta se recursos biológicos forestales.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no implica el aprovechamiento de recursos biológicos forestales, por lo que éste criterio no es aplicable.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-19	<i>La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-20	<i>Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar el aclareo, poda y modificación de la vegetación rastrera y arbustiva presente...</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el predio del proyecto no existen cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-21	<i>Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento...</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-22	<i>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...</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la explotación de bancos de materiales pétreos, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-23	<i>Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio...</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El polígono de aprovechamiento propuesto para el proyecto no presenta evidencias de que haya formado parte de bancos de materiales pétreos, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-24	<i>Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos, deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Dada la naturaleza del proyecto, este será generador de residuos de manejo especial, pero no será un gran generador de residuos sólidos urbanos. Los residuos de manejo especial que se espera generar son los productos resultantes del desmonte y despalme; sin embargo, estos seán aprovechados en el rescate de vegetación y dentro de las áreas verdes del proyecto; en caso de excedentes, estos serán dispuestos en donde la autoridad competente lo determine. El proyecto contará con un plan de manejo de residuos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-25	<i>Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos, con sus correspondientes áreas jardinadas y arboladas, con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El presente estudio no somete a evaluación la construcción de obras; por lo tanto, el alcance de este criterio no es aplicable al cambio de uso de suelo que se propone, el cual se ciñe exclusivamente a la remoción de vegetación forestal; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-26	<i>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 las 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 de espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto contempla la conformación de áreas verdes como parte del proyecto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-27	<i>La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie de cada una de ellas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Las obras de equipamiento corresponden a la etapa constructiva del proyecto, la cual no se somete a evaluación a través del presente estudio; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-28	<i>Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas donde los estudios indiquen que existe riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de riesgos del municipio oy/ del estado) .</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto propuesto no se pretende realizar en espacios excavados de sascaberas en desuso, ni de zonas sujetas a inundaciones; pues en la zona ya existen otros fraccionamientos en operación que no están bajo ese tipo de riesgos. Por otra parte, es importante mencionar que actualmente no existe un “Atlas de riesgos a nivel Municipal ni Estatal” para Quintana Roo.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-29	<i>En la construcción de fraccionamientos dentro de áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados, deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Esta etapa del proyecto que se somete a evaluación, no implica procesos constructivos, ya que se ciñe exclusivamente al cambio de uso de suelo, a través de la remoción de vegetación forestal; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-30	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el sitio del proyecto no se registraron zonas inundables, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-31	<i>Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto se ubica dentro de áreas definidas para asentamientos humanos, por lo que no se trata de áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua; en ese sentido, este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-32	<i>Deberá preservarse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores a 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la construcción de espacios públicos ajardinados, pues dicha etapa no se somete a evaluación a través del presente estudio.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-33	<i>Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con zonas industriales o centrales de abasto, por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-34	<i>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, de deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el programa de rescate de fauna contempla el destino que se le dará a los ejemplares rescatados, a fin de que esta autoridad determine lo conducente.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-35	<i>No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla actividades relacionadas con la introducción o liberación de fauna exótica, por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-36	<i>Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el sitio del proyecto no se registro la presencia de manglar, por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-37	<i>Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, sólo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

En el sitio del proyecto no se ubica dentro de reservas territoriales para el desarrollo urbano, por lo que éste criterio no es aplicable en el amplio sentido de su contexto.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-38	<i>Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la construcción de estacionamientos en esta etapa que se somete a evaluación; por lo tanto, el alcance de este criterio no es aplicable al cambio de uso de suelo que se propone, el cual se ciñe exclusivamente a la remoción de vegetación forestal; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-39	<i>Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar los obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con humedales ni con el ANP Manglares de Nichupté, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-40	<i>En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda ANPs, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-40	<i>En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con ANPs, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-41	<i>Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (<i>Manilkara zapota</i>), la guaya (<i>Talisia olivaeformis</i>), capulín (<i>Muntingia calabura</i>), <i>Ficus spp</i>, ente otros.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no es de tipo urbano, y el predio del proyecto no colinda ANPs ni parques municipales, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-43	<i>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 fecalismos al aire libre.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla la construcción de obras de equipamiento en esta etapa que se somete a evaluación; por lo tanto, el alcance de este criterio no es aplicable al cambio de uso de suelo que se propone, el cual se ciñe exclusivamente a la remoción de vegetación forestal; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación la etapa constructiva del proyecto, ante las autoridades competentes.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-44	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-45	<i>Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Se dará cumplimiento a este criterio en caso de que las autoridades competentes designen la realización de actividades de reforestación como parte del desarrollo del proyecto, tal como lo establece el lineamiento en comentario.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-46	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no pretende realizar actividades relacionadas con la industria concretera, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-47	<i>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.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con Zona Federal Marítimo Terrestre, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-48	<i>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Se mantendrá en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con áreas verdes.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-49	<i>Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no colinda con playas aptas para la anidación de tortugas marinas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-50	<i>Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, herbáceas: Ageratum littorale, Erythalis fruticosa y arbustos: Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no pretende llevar a cabo la reforestación de dunas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-51	<i>La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios:</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</i>• <i>Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</i>• <i>Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</i>• <i>Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.</i>• <i>Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no pretende llevar a cabo la rehabilitación de dunas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-52	<i>En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</i>• <i>Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación.</i>• <i>Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movable que</i>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

	<p>tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</p> <ul style="list-style-type: none">• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.• Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:<ul style="list-style-type: none">a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.• Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.
--	---

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no se llevará a cabo en playas de anidación de tortugas marinas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-53	<i>Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no se llevará a cabo en dunas, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-54	<i>En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.</i>

• **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no se llevará a cabo en dunas, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-55	<i>La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no se llevará a cabo en dunas, por lo que este criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-56	<i>En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no se llevará a cabo en zona de dunas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-57	<i>La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El proyecto no contempla actividades de restauración de playas, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-58	<i>Se prohíbe la extracción de arena en predio ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

El predio del proyecto no se ubica sobre la franja litoral del municipio, por lo que éste criterio sólo se considera de observancia.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN
URB-59	<i>En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.</i>

- **Vinculación con el proyecto:**

Las podas y deshierbes de las áreas verdes que contempla el proyecto, corresponden a la etapa operativa de la obra, la cual no se somete a evaluación a través del presente estudio; y en su caso, será responsabilidad del promovente el cumplimiento de este lineamiento, cuando se someta a evaluación dicha etapa, ante las autoridades competentes.

13.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ANP'S

El predio del proyecto no se ubica dentro de algún polígono oficialmente decretado de Áreas Naturales Protegidas, sean de carácter Federal, Estatal o Municipal (ver planos anexos).

13.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

13.3.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

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

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

Es menester mencionar que el proyecto no promueve la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo establecidas por esta Norma, por lo tanto el objetivo y campo de aplicación de la misma, no resulta aplicable al proyecto en el sentido amplio de su contexto.

13.4. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

13.4.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014 – 2030, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 16 de octubre del 2014.

En la siguiente tabla se listan los usos de suelo aplicables al predio del proyecto de acuerdo con el PDU de Cancún, en comparación con los usos de suelo propuestos por el proyecto, a fin de determinar su concordancia (ver planos anexos):

CUADRO COMPARATIVO			
USOS DE SUELO PDU	SUPERFICIE m ²	USOS DE SUELO PROYECTO	SUPERFICIE m ²
CB- Comercio de barrio	716.447	CB- Comercio de barrio	716.447
Equipamiento	73,862.295	Equipamiento	73,862.295
H- Habitacional	214,527.244	H- Habitacional	214,527.244
Mixto comercial	22,610.491	Mixto comercial	22,610.491
Espacios abiertos	8,439.482	Espacios abiertos	8,439.482
Vialidad	54,950.351	Vialidad	54,950.351
Total general	375,106.310	Total general	375,106.310

Los parámetros de construcción señalados en el párrafo que antecede, son aplicables a la etapa constructiva del proyecto, la cual no se somete a evaluación a través del presente estudio; toda vez que en su momento procesal oportuno, dicha etapa se presentará ante el Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental del Estado de Quintana Roo, quien es la autoridad competente para evaluar la construcción de fraccionamientos habitacionales, cuando estos se ubiquen fuera de ecosistemas costeros, tal como lo marca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y su Reglamento.

13.5. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

13.5.1. Regiones terrestres prioritarias

El predio del proyecto no se sitúa dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria oficialmente decretada, según la CONABIO (ver plano anexo a este capítulo).

13.5.2. Áreas de importancia para la conservación de las aves

El predio del proyecto no se sitúa dentro de alguna zona decretada como Área de Importancia para la Conservación de las Aves, según la CONABIO (ver plano anexo a este capítulo).

13.5.3. Regiones marinas prioritarias

El predio del proyecto se sitúa dentro de la Región Marina Prioritaria número 62. DZILAM-CONTOY, de acuerdo con los listados oficiales de la CONABIO (ver plano anexo a este capítulo).

Entre la problemática que se suscita en esta RMP, se tiene lo siguiente:

- Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.
- Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.
- Uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

En relación a lo anterior es importante mencionar que el proyecto no contribuye con la problemática que acontece en la RMP en comento, ya que: no implica la fractura de arrecifes; la remoción de pastos marinos; actividades de dragado; construcción de muelles o puertos; actividades petroleras; ni el uso de embarcaciones o actividades de pesca.

13.5.4. Regiones hidrológicas prioritarias

El predio del proyecto se sitúa dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 103. CONTOY, de acuerdo con los listados oficiales de la CONABIO (ver planos anexos). Entre la problemática que se suscita en esta RMP, se tiene lo siguiente:

- Modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy.
- Contaminación: ND.
- Uso de recursos: uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

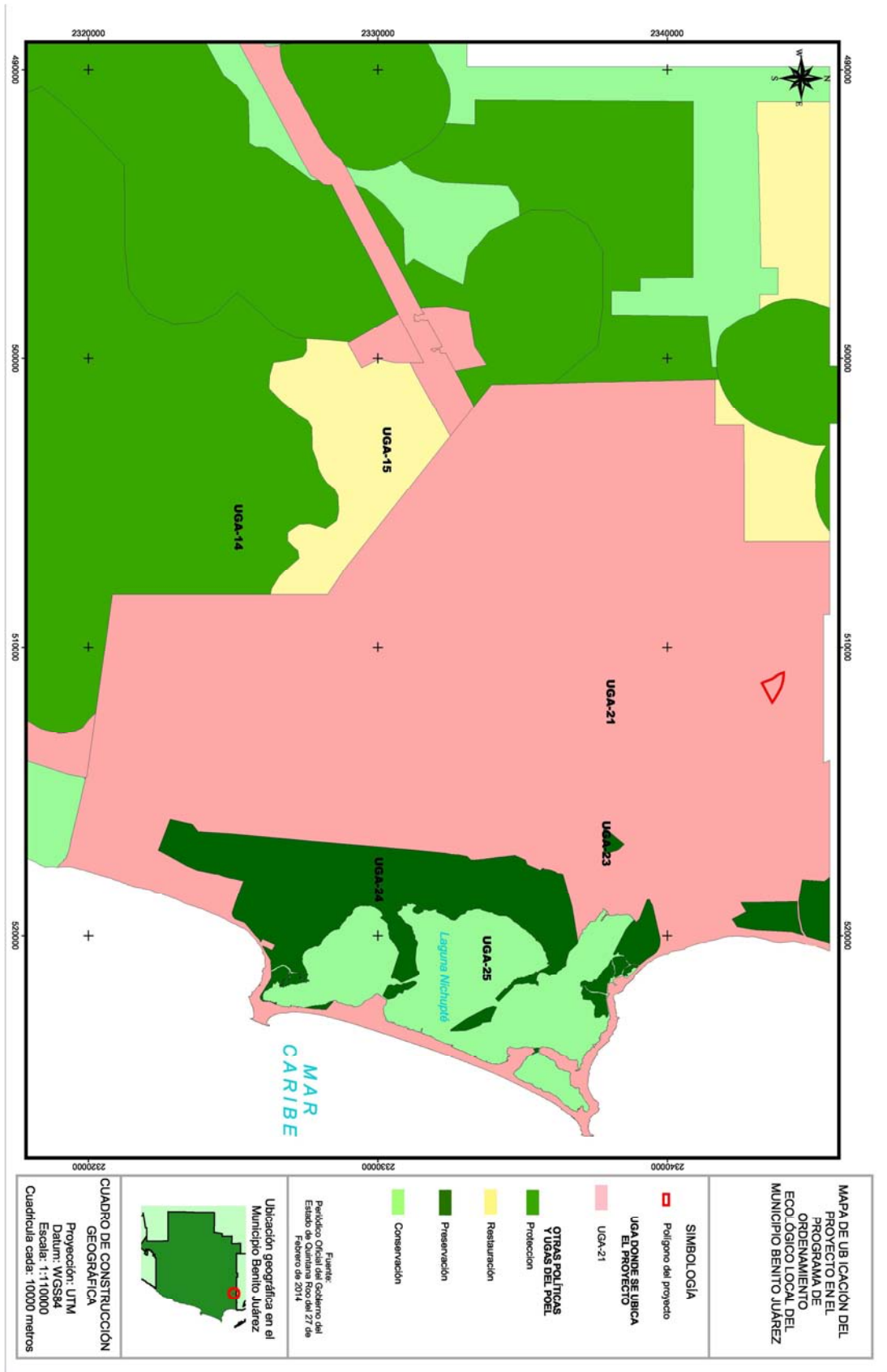
Al respecto es importante mencionar que el proyecto no contribuye con la problemática que acontece en la RHP en comento, ya que: no promueve asentamientos irregulares ni actividades de ganadería. No se pretende usar fuego durante el CUSTF; no se llevarán actividades de explotación forestal, introducción de fauna exótica, ni pesca. No se hará uso de trampas no selectivas o tráfico ilegal de especies. Y el proyecto no se relaciona con actividades forestales, turísticas, pesqueras o pecuarias, ni cacería o saqueo de nidos de tortuga.

Por otra parte, el proyecto si contribuye al crecimiento urbano de la zona, sin embargo, se realizará en orden y en apego a los lineamientos urbanos que regulan la zona, por lo que no se constituye como una problemática para la región hidrológica prioritaria en comento.

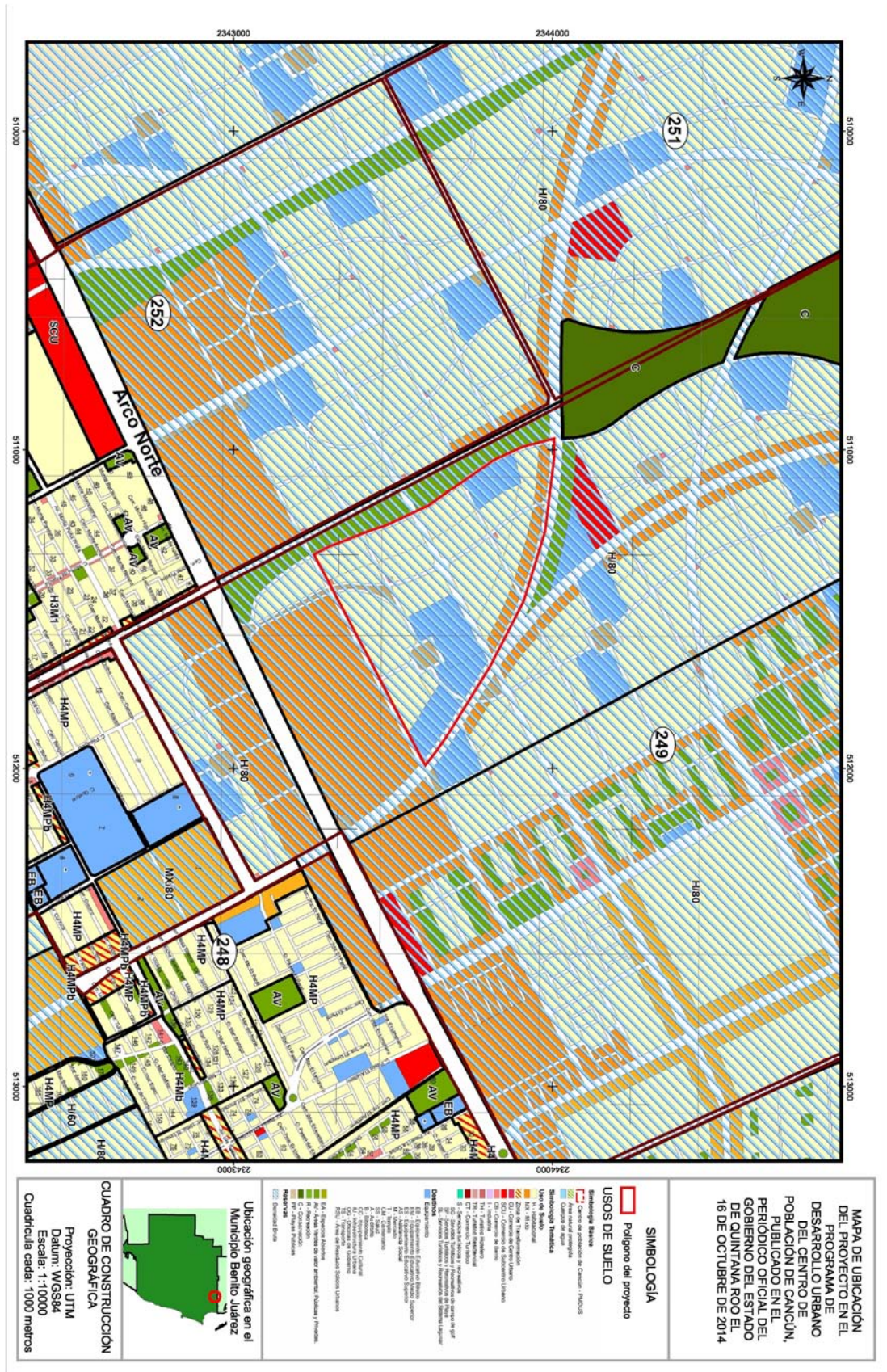
13.6. PLANOS ANEXOS

A continuación se presentan los planos que se citan en el contenido del presente capítulo, específicamente como “planos anexos

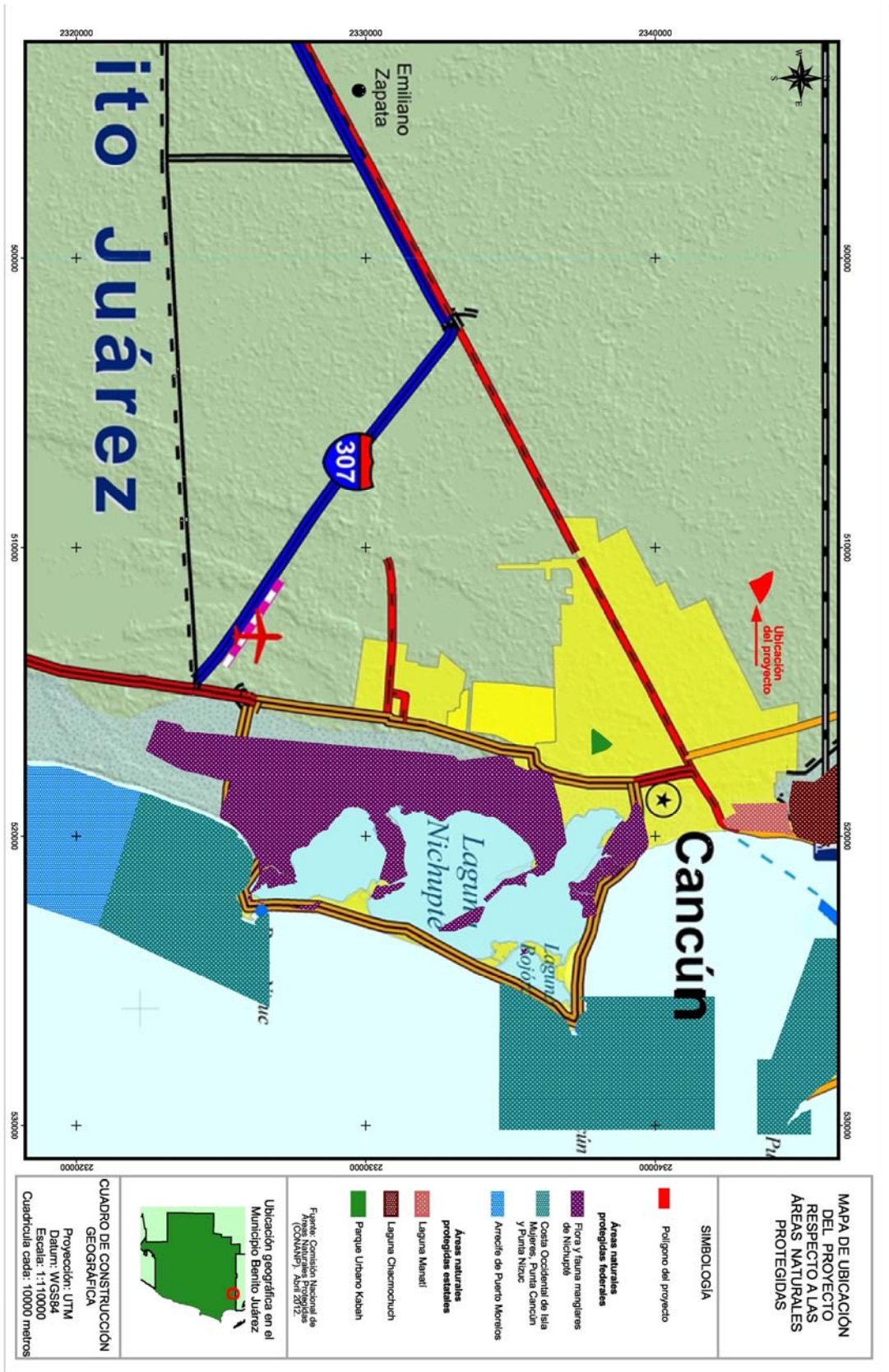
**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



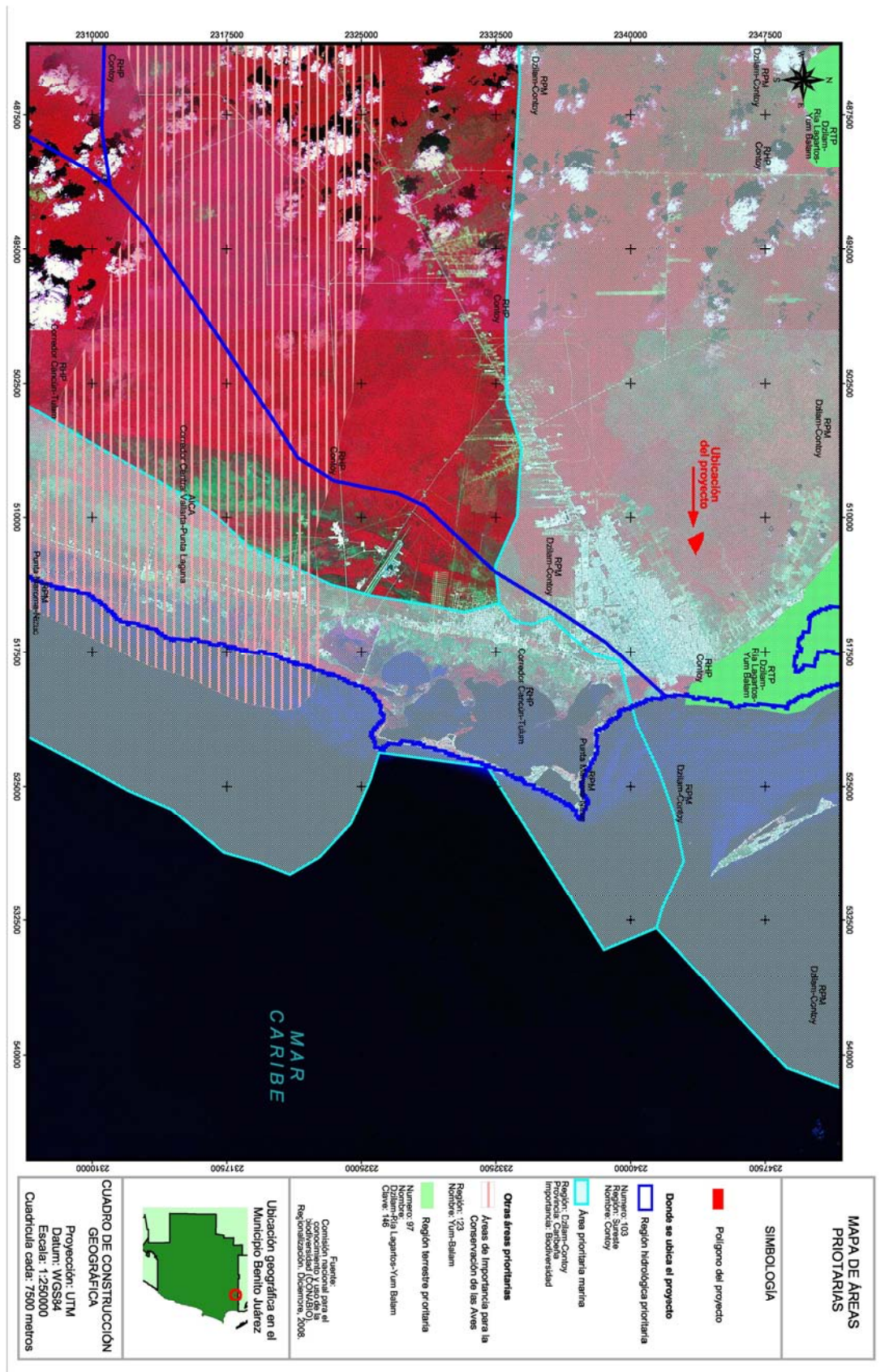
DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
 PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**



CAPÍTULO 15: ESTIMACION ECONOMICA DE LOS RECURSOS BIOLÓGICOS FORESTALES DEL AREA SUJETA AL CAMBIO DE USO DE SUELO

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Valor Económico Total (VET) de los recursos biológicos, es formalmente igual a la suma de todos los valores de uso directos e indirectos, más los valores de no-uso y de opción, de acuerdo con la siguiente expresión¹¹:

$$\text{VET} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE}$$

Donde:

- ▶ **VUD= Valores de uso Directo.** Son los beneficios que resultan, entre otros, de los usos reales, tales como alimentos, abonos y pieles, así como usos culturales o rituales.
- ▶ **VUI= Valores de uso indirecto.** Son los beneficios derivados de las funciones del ecosistema. Por ejemplo, los servicios ambientales que provee la cobertura vegetal en un predio.
- ▶ **VO= Valores de opción.** Se derivan del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura. Es una especie de valor de seguro (dada la incertidumbre sobre el futuro y la aversión al riesgo) frente a la aparición de, por ejemplo, una nueva enfermedad animal o una sequía o cambio climático.
- ▶ **VL= Valores de Legado.** Miden el beneficio que recibe un individuo a partir del conocimiento de que otros se podrán beneficiar de un recurso en el futuro.
- ▶ **VE= Valores de Existencia.** Se derivan simplemente de la satisfacción de saber que existe un determinado activo o bien (p. ej., ballenas azules).

A continuación se presenta la valoración económica de los recursos biológicos, de acuerdo con la metodología propuesta por la FAO, considerando todos los valores implicados en el cálculo final (VET).

¹¹ <http://www.fao.org/docrep/012/a1250s/a1250s19.pdf>

14.1. VALORES DE USO DIRECTO (VUD)

14.1.1. Materias primas forestales

Para la estimación de éste valor, consideramos el costo de las materias primas forestales que pueden derivar del área sujeta al cambio de uso de suelo, en el supuesto de que se obtenga un beneficio por la venta de la madera (uso directo), para lo cual se consideró el volumen rollo total árbol que se obtendrá de la superficie de CUSTF que es de 8.64 m³, así como los “**Precios de productos forestales maderables**” presentados en el reporte del primer trimestre enero/marzo de 2015¹², emitido por la Comisión Nacional Forestal, tal como se describe a continuación:

» Tipo de precios:

- a) Los precios que se presentan son en pesos mexicanos y son precios promedio ponderados.
- b) Los precios en clima tropical son ponderados por el volumen de la producción forestal maderable estatal de maderas preciosas.
- c) Para el clima tropical los estados incluidos son Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Veracruz.



OTRAS TROPICALES		
Precios Libre a Bordo para trocería por metro cúbico		
Obtenidos en:	Tipo de precio	Primario
Aserraderos	LAB en brecha	1,590.77
	LAB en aserradero	1,867.43
Predios	LAB en brecha	1,283.80

Precio Libre a Bordo (LAB). Sistema donde el vendedor cotiza su precio de venta en la fábrica u otro punto de producción y el comprador paga todo el precio de transporte.

¹² <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/39/6205Reporte%20de%20Precios%20de%20Productos%20Forestales%20.pdf>

Para el caso particular del proyecto, sólo se considera el precio por metro cúbico Libre a Bordo para trocería obtenida en predio (\$1,283.80 por m³), ya que esta se refiere a madera en rollo (Precio Libre a Bordo en brecha del metro cúbico: corresponde al precio de la trocería en el predio puesta en la brecha para ser cargada al camión); y dado que no se tiene la intención de transformar la madera en aserraderos.

El LAB para trocería en brecha obtenida en predio considerando los 696.79 m³ de Vol. R.T.A. en la superficie de CUSTF, asciende a la cantidad de \$894,539.00 (son doce ochocientos noventa y cuatro mil, quinientos treinta y nueve pesos 00/100 M. N.).

14.1.2. Tierra vegetal

Así mismo se considera el valor de la tierra vegetal que se obtendría del despalme, el cual se calcula en el orden de los 500 m³ por hectárea, considerando una capa de tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) de 5 cm en promedio ó 0.05 m dentro del predio (100 m x 100 m x 0.05 m). Por lo tanto, considerando que en el mercado local el costo de tierra por metro cúbico es de \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100), entonces el costo de la tierra vegetal que se obtendría de la superficie de CUSTF (37.51 ha x 500 m³ = 18,755 m³), asciende a la cantidad de \$9'377,500.00 (son nueve millones, trescientos setenta y siete mil, quinientos pesos 00/100 M.N.).

14.1.3. Plántulas

Se estima que en la superficie de cambio de uso de suelo, existe una cantidad aproximada de 4'163,680 plántulas en calidad de regeneración, por lo tanto, si consideramos que el valor promedio de venta al mayoreo de una planta en vivero es de \$5.00 (son cinco pesos M.N. 00/100) por planta, entonces el costo de las plántulas en calidad de regeneración, asciende a la cantidad de \$20'818,400.00 (son veinte millones, ochocientos dieciocho mil, cuatrocientos pesos 00/100 M.N.).

En conclusión, se tiene que el valor económico de los recursos biológicos forestales, de acuerdo con su valor de uso directo, asciende a la cantidad de \$31'090,439.00 (son un treinta y un millones, noventa mil, cuatrocientos treinta y nueve pesos 49/100 M.N.).

14.2. VALORES DE USO INDIRECTO (VUI)

Para el cálculo de éste valor, se utilizó la estimación del costo de los servicios ambientales que provee el ecosistema que se desarrolla en el predio, particularmente,

aquellos relacionados con la captura de carbono, los servicios ambientales hidrológicos, y la protección de la biodiversidad, tal como se describe a continuación.

14.2.1. Captura de carbono

La captación de carbono y su almacenamiento en los bosques, y al mismo tiempo la liberación de éste y su impacto en el calentamiento global, tienen un valor que excede el ámbito nacional, cuestión puesta en alto relieve por la Convención Marco del Cambio Climático de la Naciones Unidas. Las estimaciones del almacenamiento y de la liberación de carbono dependen principalmente del tipo de bosque, del cambio en el uso del suelo, de la edad del bosque y del tipo de ecosistema (cerrado o abierto). El carbono captado y almacenado por el bosque tiene un valor ambiental positivo, mientras que su liberación a la atmósfera por el cambio de uso de suelo acarrea daños ambientales al propiciar el calentamiento atmosférico global. En la siguiente tabla se presenta la estimación económica del valor de la captura de carbono por hectárea para distintos bosques, entre los cuales se encuentra el bosque tropical siempre verde, tipo de ecosistema de mayor similitud con el que se ubica en el sitio del proyecto.

<i>Bosque templado caducifolio</i>	<i>Bosque tropical caducifolio</i>	<i>Bosque templado</i>	<i>Bosque tropical siempreverde</i>
600	1 800	3 000	3 600

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais8.pdf>

El proyecto que se propone implica el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, a través de la remoción de vegetación forestal correspondiente a Selva mediana subperennifolia, en una superficie de 37.51 ha, de tal forma que con base en los estimados que se presentan en el cuadro anterior, a los recursos forestales del área de cambio de uso de suelo les corresponde un valor de 3,600 dólares por hectárea, es decir, que las 37.51 ha de cambio de uso de suelo representan un valor de 135,036 dólares por concepto de depósitos de carbono, los cuales a un tipo de cambio aproximado de 12.80 pesos mexicanos, corresponden a \$1,728,460.80 (son un millón, setecientos veinticocho mil, cuatrocientos sesenta pesos 80/100 M.N.).

14.2.2. Servicios ambientales hidrológicos

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015¹³, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre del 2014.

¹³ www.conafor.gob.mx/apoyos/index.php/inicio/download/4005

El pago por el servicio ambiental hidrológico se realiza por períodos de 5 años de acuerdo con las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015¹⁴, según las cuales se puede llegar a pagar hasta \$1,100 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (37.51 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales hidrológicos de \$41,261.00 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de \$2'063,050.00 (son dos millones, sesenta y tres mil, cincuenta pesos 00/100 M.N.).

14.2.3. Protección de la biodiversidad

Los montos que a continuación se presentan, se obtuvieron del Componente V. Servicios ambientales, de las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de diciembre del 2014.

El pago por el servicio ambiental por la conservación de la biodiversidad, según las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2015, puede ser hasta de \$550 pesos por hectárea por año. Por lo tanto, la superficie de cambio de uso de suelo solicitada (37.51 ha) podría obtener un monto anual por pago de servicios ambientales por la protección de la biodiversidad de \$20,630.50 pesos mexicanos, lo que en un plazo de 50 años que es el equivalente al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un monto total de \$1'031,525.00 (son un millón, treinta y un mil, quinientos veinte cinco pesos 00/100 M.N.).

En resumen, el valor total (VUI) por la prestación de los servicios ambientales del ecosistema que se desarrolla en el predio (captura de carbono, hidrológicos y protección de la biodiversidad), asciende a la cantidad de \$4'823,035.80 (son cuatro millones, ochocientos veintitrés mil, treinta y cinco pesos 80/100 M.N.).

14.3. VALOR DE OPCIÓN (VO)

Considerando que se trata de un concepto que deriva del valor asignado a la protección de un activo o un bien por la opción de utilizarlo en una fecha futura, para la estimación de éste componente se consideró el **valor farmacéutico** de las especies que se encuentran presentes en la superficie de cambio de uso de suelo, tomando en cuenta que su permanencia a futuro, podría derivar en la conservación de recursos farmacéuticos aún no descubiertos que pueden ser aprovechados a largo plazo. A continuación se describe el monto de éste valor.

¹⁴ http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328575&fecha=31/12/2015

De acuerdo con el Gobierno de México y Banco Mundial (1995), se estima que el valor farmacéutico de los recursos forestales del país podría relacionarse con valores que van desde los 26 y hasta los 4,600 millones de dólares anuales. Dicho estudio parte de la riqueza de especies farmacéuticas relacionadas con el bosque tropical húmedo (grado de biodiversidad alta). En la siguiente tabla se presentan los valores por hectárea así como los valores totales para el bosque húmedo tropical y para todos los Bosques del país.

<i>Grado de biodiversidad</i>	<i>Valor para el bosque húmedo tropical</i>		<i>Valor de todos los bosques</i>
	<i>(Dólares / ha / año)</i>	<i>Millones de dólares por año</i>	<i>Millones de dólares por año</i>
Bajo	1	5	26
Medio	6	66	332
Alto	90	875	4 646

Tomado de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBioIMexEPais8.pdf>

Considerando los datos de la tabla anterior y partiendo del supuesto de que el bosque húmedo tropical (ecosistema similar al que se desarrolla en el predio) con un grado de biodiversidad medio, tiene un valor farmacéutico de 6 dólares por hectárea por año, entonces para la vegetación que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo (37.51 ha), con un valor de biodiversidad medio, el costo sería de 225.06 dólares, lo cual a un tipo de cambio aproximado de \$12.80 pesos mexicanos, asciende a la cantidad de \$2,880.77 pesos mexicanos anuales, lo que a un plazo de 50 años que equivalen al tiempo de vida útil del proyecto, arroja un total de \$144,038.40 (son ciento cuarenta y cuatro mil treinta y ocho pesos 40/100 M.N.).

14.4. VALOR DE LEGADO (VL)

Es el valor que se le asigna a los recursos naturales para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos. Para la estimación de éste valor se utilizó del método de valoración contingente¹⁵ que consiste en averiguar los cambios en el bienestar de las personas ante cambios hipotéticos (contingente) de un bien o servicio ambiental. Este método, ha sido comúnmente empleado para obtener la valoración económica de áreas naturales que cumplen una función de recreación en la función de utilidad familiar.

El objetivo del método o modelo de valoración contingente es encontrar la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado a través de la creación de un mercado hipotético. Sin embargo su comprensión intuitiva es mucho

¹⁵ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/leal_r_cl/capitulo2.pdf

más sencilla que eso. Simplemente se les pregunta a los individuos por la máxima cantidad de dinero que pagarían por un bien o servicio ambiental si tuvieran que comprarlo, es decir, que la persona entrevistada se encuentra en un escenario parecido al que diariamente se enfrenta en el mercado: comprar o no una cantidad determinada de un bien a un precio dado, como hacen con los demás bienes, con la diferencia fundamental de que en esta ocasión el mercado es hipotético y, por lo general no tiene que pagar la cantidad revelada.

Visto, lo anterior, se deja de manifiesto que la aplicación del método de valoración contingente, se llevó a cabo a través de una encuesta realizada a 100 personas, donde las preguntas realizadas representaron el mercado hipotético, del cual, la oferta se encontró representada por la persona entrevistadora y la demanda por la entrevistada. El formato de la encuesta se tomo de Azqueta (1994), cuya estructura se describe como sigue:

- » En la primera parte, se expuso la información acerca del bien o servicio en cuestión, de modo que el entrevistado tuvo todas las herramientas para identificar el problema a tratar.
- » El segundo bloque, incluyó información respecto a las modificaciones de cantidad, que se llevarán a cabo en el bien o servicio ambiental. Dentro de este segundo bloque también se incluyó información del modo de pago, es decir, se le informó que tendrá que pagar por dicha modificación vía impuestos.
- » Por último, en el tercer bloque de información, se incluyeron todos aquellos datos socioeconómicos del entrevistado que son relevantes en la toma de decisiones de valoración y que también son imprescindibles en el correcto manejo del método como: ingresos, edad, profesión, etc.

La encuesta se llevó a cabo vía correo electrónico, dado su bajo costo de operación y la inclusión de ayuda visual (gráficos, imágenes, fotos, etc.). Para la encuesta se utilizó el sistema de preguntas múltiples, de tal manera que al entrevistado le fue presentada una tabla con diferentes opciones para obtener una valoración total al final del ejercicio.

Cabe mencionar que de las 100 personas que fueron incluidas en la encuesta, sólo 65 contestaron las preguntas y enviaron de regreso sus respuestas. Del total de esta muestra se determinó la media como medida de agregación, con el supuesto de utilizarse como estimador de lo que la persona tipo estaría dispuesta a pagar para obtener una mayor cantidad o calidad de un bien.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

A continuación se presentan los resultados de las encuestas, considerando el mercado hipotético de preservar una superficie de una hectárea de Selva mediana subperennifolia, para que las futuras generaciones tengan la oportunidad de usarlos.

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
1	Ama de casa	\$3,000.00
2	Biólogo	\$17,000.00
3	Biólogo	\$7,000.00
4	Biólogo	\$10,900.00
5	Biólogo	\$14,000.00
6	Ingeniero forestal	\$13,200.00
7	Abogado	\$3,500.00
8	Ingeniero forestal	\$5,500.00
9	Abogado	\$4,500.00
10	Arquitecto	\$3,000.00
11	Ama de casa	\$3,200.00
12	Ingeniero forestal	\$9,500.00
13	Arquitecto	\$3,200.00
14	Arquitecto	\$3,000.00
15	Biólogo	\$10,000.00
16	Biólogo	\$8,500.00
17	Biólogo	\$11,200.00
18	Ingeniero forestal	\$16,500.00
19	Administrador de empresas	\$7,000.00
20	Administrador de empresas	\$6,500.00
21	Ingeniero ambiental	\$7,500.00
22	Abogado	\$3,500.00
23	Consultor ambiental	\$11,500.00
24	Ama de casa	\$3,200.00
25	Ingeniero forestal	\$8,800.00
26	Consultor ambiental	\$10,500.00
27	Consultor ambiental	\$14,000.00
28	Consultor ambiental	\$3,500.00
29	Biólogo	\$3,200.00
30	Biólogo	\$8,500.00
31	Biólogo	\$3,800.00
32	Ingeniero forestal	\$3,200.00
33	Ecólogo	\$13,000.00
34	Administrador de empresas	\$3,200.00
35	Docente	\$3,000.00
36	Ecólogo	\$18,800.00
37	Docente	\$8,500.00
38	Ingeniero ambiental	\$23,000.00

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
39	Biólogo	\$13,200.00
40	Biólogo	\$7,500.00
41	Biólogo	\$9,000.00
42	Ama de casa	\$3,200.00
43	Biólogo	\$4,000.00
44	Biólogo	\$5,200.00
45	Ingeniero forestal	\$18,500.00
46	Consultor ambiental	\$24,500.00
47	Abogado	\$3,500.00
48	Docente	\$3,000.00
49	Administrador de empresas	\$7,500.00
50	Consultor ambiental	\$8,500.00
51	Biólogo	\$14,000.00
52	Biólogo	\$4,800.00
53	Biólogo	\$12,000.00
54	Ingeniero forestal	\$15,000.00
55	Docente	\$7,000.00
56	Docente	\$8,500.00
57	Consultor ambiental	\$25,500.00
58	Consultor ambiental	\$14,500.00
59	Ama de casa	\$2,850.00
60	Administrador de empresas	\$10,900.00
61	Abogado	\$7,000.00
62	Ingeniero forestal	\$14,500.00
63	Biólogo	\$3,000.00
64	Biólogo	\$5,500.00
65	Ama de casa	\$2,500.00
MONTO TOTAL SUGERIDO		\$566,050.00
MEDIA DEL MONTO TOTAL SUGERIDO (435,050.00 / 65)		\$8,708.46

En conclusión, se estima que el **valor de legado** por la preservación de una hectárea de Selva mediana subperennifolia, asciende a la cantidad de \$8,708.46 (son ocho mil, setecientos ocho pesos 46/100 M. N.), que extrapolado a las 37.51 hectáreas de CUSTF propuestas, se obtiene un valor total de legado igual a \$326,654.33 (son trescientos veintiseis mil, seiscientos cincuenta y cuatro pesos 33/100 M.N.).

14.5. VALOR DE EXISTENCIA (VE)

Aunque a la mayoría de las especies de flora y fauna no se les ha asignado un valor económico directo o indirecto, muchas personas desean que continúen existiendo,

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

independientemente de su uso. A esta valoración o respeto por la vida de otros seres vivos se le denomina valor de existencia. Este valor adquiere una expresión económica a través de las donaciones realizadas por personas o instituciones para contribuir a la protección de ecosistemas o especies particulares¹⁶.

Para poder estimar éste valor, se utilizó la encuesta descrita en el punto número IV del presente capítulo, pero a diferencia de la misma, las preguntas estuvieron dirigidas a el caso (no mercado) hipotético de la cantidad de dinero que estaría dispuesto a **donar** una persona, para preservar una superficie de una hectárea de Selva mediana subperennifolia, para la protección del ecosistema y todos los recursos naturales bióticos y abióticos que lo integran, cuyos resultados se presentan a continuación.

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
1	Ama de casa	\$2,500.00
2	Biólogo	\$3,500.00
3	Biólogo	\$4,000.00
4	Biólogo	\$6,450.00
5	Biólogo	\$8,000.00
6	Ingeniero forestal	\$8,600.00
7	Abogado	\$2,750.00
8	Ingeniero forestal	\$3,750.00
9	Abogado	\$3,250.00
10	Arquitecto	\$3,000.00
11	Ama de casa	\$2,200.00
12	Ingeniero forestal	\$8,250.00
13	Arquitecto	\$2,600.00
14	Arquitecto	\$2,500.00
15	Biólogo	\$6,000.00
16	Biólogo	\$5,250.00
17	Biólogo	\$6,100.00
18	Ingeniero forestal	\$9,250.00
19	Administrador de empresas	\$4,500.00
20	Administrador de empresas	\$4,250.00
21	Ingeniero ambiental	\$4,500.00
22	Abogado	\$3,000.00
23	Consultor ambiental	\$6,250.00
24	Ama de casa	\$2,600.00
25	Ingeniero forestal	\$5,400.00
26	Consultor ambiental	\$6,250.00
27	Consultor ambiental	\$8,000.00

¹⁶ <http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap9/01%20Valor%20economico%20de%20la%20biodiversidad.pdf>

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

# de entrevistado	Profesión y ocupación	Monto anual sugerido
28	Consultor ambiental	\$3,000.00
29	Biólogo	\$3,200.00
30	Biólogo	\$5,500.00
31	Biólogo	\$2,800.00
32	Ingeniero forestal	\$3,200.00
33	Ecólogo	\$7,000.00
34	Administrador de empresas	\$3,200.00
35	Docente	\$3,000.00
36	Ecólogo	\$10,500.00
37	Docente	\$5,000.00
38	Ingeniero ambiental	\$12,500.00
39	Biólogo	\$10,200.00
40	Biólogo	\$2,500.00
41	Biólogo	\$5,000.00
42	Ama de casa	\$2,800.00
43	Biólogo	\$4,000.00
44	Biólogo	\$5,200.00
45	Ingeniero forestal	\$11,000.00
46	Consultor ambiental	\$14,000.00
47	Abogado	\$3,500.00
48	Docente	\$3,000.00
49	Administrador de empresas	\$5,000.00
50	Consultor ambiental	\$4,500.00
51	Biólogo	\$6,000.00
52	Biólogo	\$3,000.00
53	Biólogo	\$5,000.00
54	Ingeniero forestal	\$7,000.00
55	Docente	\$3,500.00
56	Docente	\$5,500.00
57	Consultor ambiental	\$12,000.00
58	Consultor ambiental	\$7,300.00
59	Ama de casa	\$4,050.00
60	Administrador de empresas	\$6,000.00
61	Abogado	\$4,500.00
62	Ingeniero forestal	\$5,000.00
63	Biólogo	\$3,000.00
64	Biólogo	\$3,500.00
65	Ama de casa	\$2,250.00
MONTO TOTAL SUGERIDO		\$339,900.00
MEDIA DEL MONTO TOTAL SUGERIDO (208,900.00 / 65)		\$5,229.23

En conclusión, se estima que el **valor por existencia** de una hectárea de Selva mediana subperennifolia, asciende a la cantidad de \$5,229.23 (son cinco mil, doscientos veintinueve pesos 23/100 M. N.), que extrapolado a las 37.51 hectáreas de CUSTF propuestas, se obtiene un valor total por existencia igual a \$196,148.42 (son ciento noventa y seis mil, ciento cuarenta y ocho pesos 42/100 M.N.).

14.6. CÁLCULO DEL VALOR ECONÓMICO TOTAL

Valor Económico Total (VET):

$$\begin{aligned} \text{VET} &= \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VL} + \text{VE} \\ \text{VET} &= \$31'090,439.00 + \$4'823,035.80 + \$144,038.40 + 326,654.33 + \$196,148.42 \\ \text{VET} &= \mathbf{\$36'580,315.95} \end{aligned}$$

En conclusión, se estima que el valor económico total de los recursos biológicos de la superficie de cambio de uso de suelo, considerando los valores de uso (directo e indirecto) y no uso (opción, legado y existencia), asciende a la cantidad de **\$36'580,315.95** (son treinta y seis millones, quinientos ochenta mil, trescientos quince pesos 95/100 M. N.) por un plazo de 50 años equivalente al tiempo de vida útil del proyecto.

CAPÍTULO 16: ESTIMACION DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACION CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DE SUELO

15.1. ESCENARIOS PARA LA RESTAURACIÓN

Para la estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, se consideró la experiencia propia que se tiene en campo, en la ejecución de programas de reforestación, restauración y conservación de recursos naturales, así como prácticas directas en campo con la ejecución de programas de rescate de vegetación. Aunado a lo anterior, se consideraron los costos locales de mano de obra, material y equipo de apoyo que se requieren para llevar a cabo las distintas actividades propuestas en este capítulo, los cuales se determinaron a través de entrevistas con la gente y el personal encardado de los comercios locales.

17.1.1. Escenarios para la restauración

a) Escenario 1

Ser parte del supuesto de que el predio fue limpiado de forma mecánica eliminando la vegetación, no se puede esperar un proceso de restauración pasiva; por lo tanto, para lograr promover la restauración de las condiciones de la vegetación y de los servicios ambientales que de ella emanan, bajo esta premisa se consideran diversas actividades tendientes a promover dicho proceso.

▶ Corto plazo (1 a 2 años)

Partiendo de la condición de afectación antes descrita, se señala como primer paso, la adición al terreno de una capa de tierra fértil de cuando menos 20 centímetros sobre la roca expuesta, con la finalidad de contar con el sustrato necesario para que las plantas tengan una fuente de nutrientes y un soporte para su desarrollo.

Considerando la superficie de cambio de uso de suelo (37.51 ha), para lograr formar una capa de tierra de 20 cm de espesor, se necesitarán de por lo menos 75,021 m³ de tierra (375,106.31 m² x 0.20 m), así como las dispersión de 4,000 kilogramos de semillas (estimaciones directas realizadas en campo, de acuerdo con experiencias previas), de especies pioneras, tempranas y tardías, propias de la Selva Mediana Subperennifolia que se desarrolla en la superficie de cambio de uso de suelo, como son: *Gliricidia sepium* (cacoche), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Neea psychotrioides*

(tadzi), *Piscidia piscipula* (jabín), *Pouteria campechiana* (Kanisté), *Randia longiloba* (cruceta), *Simaruba glauca* (pa'a sak) y *Thrinax radiata* (palma chit).

Con el acarreo y distribución de la tierra, también se incorpora al terreno una gran cantidad de semillas mezcladas con la tierra; una vez dispersa la tierra sobre el terreno solamente será necesaria la aportación de agua para que se inicie el proceso de germinación de muchas especies colonizadoras; este grupo inicial de cobertura del suelo presente en el proceso natural de sucesión ecológica se compone por especies herbáceas de ciclos de vida cortos, de poca altura; la adición de los 4,000 kg de semillas de las especies arbóreas, fortalecerá el proceso de colonización y asegurará el inicio del desarrollo de la sucesión de las especies perennes de interés en la cobertura permanente.

Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves y pequeños mamíferos como ratones. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de himenópteros como avispas, hormigas o termitas.

La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente de alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda la vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de captura de Carbono, recarga de mantos acuíferos, paisaje y protección de la biodiversidad.

b) Escenario 2

▀ Mediano plazo (3 a 10 años)

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como “fase de surgimiento o de estructuración”, misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración natural del ecosistema.

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de chicozapote (*Manilkara zapota*), guayabillo (*Psidium sartorianum*), ramón (*Brosimum alicastrum*), uchuché (*Diospyros cuneata*), huaya (*Talassia olivaeformis*), yaite (*Gimnanthes lucida*), entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo, y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos muy bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies arbustivas y herbáceas, con alturas máximas de 3 metros.

En cuanto a fauna se refiere, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías. La reforestación con estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 10 a 20 cm, ya que la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor.

A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequías, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

c) Escenario 3

▀ A largo plazo (10 años en adelante)

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 15 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso del Tzalam (*L. latisiliquum*), la cobertura de copa ya es superior al 90%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

A partir de los 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

17.1.2. Proceso de restauración de la vegetación

Para comenzar a llevar a cabo el proceso de restauración del sitio, se partiría de la superficie del predio ya desmontada y despalmada, en tres fases.

Fase 1 (1 a 2 años)

- Retorno de la capa de tierra
- Siembra al voleo de especies pioneras
- Colonización de herbáceas y pioneras.

Fase 2 (3 a 10 años)

- Vegetación Secundaria

Fase 3 (10 años en adelante)

- Selva mediana subperennifolia en estado juvenil

17.1.3. Estimación del costo de las actividades de restauración

Lograr que se desarrolle nuevamente una Selva mediana subperennifolia en una superficie de 37.51 ha donde hubo remoción total de la cubierta vegetal, es posible siempre y cuando se generen condiciones favorables de fomento y protección.

A continuación se desarrolla una estimación propia del costo en precios actuales de las

actividades necesarias para promover y asegurar el desarrollo de una Selva mediana subperennifolia en una superficie de 37.51 ha, tomando como referencia los costos de restauración de experiencias previas en campo.

a) Restitución de la capa edáfica

Respecto a este componente, se ha propuesto establecer una capa de tierra fértil de un grosor promedio de 20 cm aproximadamente; el ejercicio consiste en calcular el costo de la recuperación de esta proporción de tierra, en el supuesto de que la superficie de CUSTF se encuentre desprovisto de ella.

Obtención de la tierra. La necesidad de tierra fértil para lograr cubrir la superficie de cambio de uso de suelo con un espesor de 20 cm, es de 75,021 m³ como se mencionó anteriormente; en la ciudad de Cancún, el metro cúbico de tierra vegetal puede alcanzar los \$500.00 (son quinientos pesos M.N. 00/100), por lo tanto, el monto por la restauración de la capa edáfica, asciende a la cantidad de **\$37'510,500.00** (son treinta y siete millones, quinientos diez mil, quinientos pesos 00/100 M.N.).

Transporte de la tierra. Para el transporte de la tierra se ocuparán camiones de volteo con la capacidad de 20 m³ de tierra por viaje, con un costo de \$700.00 pesos por día de renta. En la zona donde se ubica el predio del proyecto un camión de volteo realiza al día un promedio de 5 viajes, por lo que puede transportar un volumen total de 100 m³ en un día (20 m³ * 5 viajes/día); por lo tanto con la renta de 5 camiones por 30 días (25 viajes al día por los 5 camiones; y 25 viajes por 100 m³= 2,500 m³), se alcanzaría a cubrir el transporte de toda la tierra al predio, lo que tendría un costo total por concepto de transporte igual a **\$105,000.00** (son ciento cinco mil pesos 00/100 M.N.).

Dispersión de la tierra. Otra de las actividades para regresar la tierra a su situación actual consiste en dispersar la tierra por toda la superficie afectada; esta actividad es realizada por una maquinaria pesada denominada "minicargador frontal" la cual tiene un costo de \$600.00 por hora de trabajo.

El rendimiento por día con jornadas de 8 horas de trabajo para este tipo de maquinarias es de 1/2 hectárea, por lo que se requieren 19 jornadas (19 x 8= 152 horas) para poder dispersar la tierra fértil adquirida sobre una superficie de 37.51 ha de la superficie de CUSTF, lo cual generaría un costo de **\$91,200.00** (son noventa y un mil doscientos pesos 00/100 M.N.).

Costo total. En resumen, establecer la capa de tierra orgánica dentro de la superficie de CUSTF, tendrá un costo de **\$37'706,700.00** (son treinta y siete millones, setecientos seis mil, setecientos pesos 00/100 M.N.) considerando las actividades de compra y acarreo de la tierra, así como su dispersión dentro de la superficie de CUSTF.

b) Establecimiento de la vegetación de regeneración

Producción de las plantas. El inventario forestal implementado, ha permitido cuantificar las existencias de elementos de flora que se desarrollan en el predio; con esta información fue posible realizar la estimación del número de individuos en condición de plántula que serán afectados durante el proceso de desmonte por el cambio de uso de suelo. La valoración de las plántulas se realizará en función al valor promedio de venta al mayoreo que tienen en vivero, que es de \$5.00 (son cinco pesos M.N. 00/100) por planta. Por lo tanto, para la superficie solicitada para el CUSTF se estima la existencia de 4'163,680 plántulas en condición de regeneración, y en ese sentido, el costo de producción de igual número de plantas sería de \$20'818,400.00 (son veinte millones, ochocientos dieciocho mil, cuatrocientos pesos 00/100 M.N.).

Transporte de las plantas. Para poder transportar las plantas del vivero, se rentaría un camión de carga de 3 toneladas cuyo costo de renta por hora es de \$600 pesos en el mercado local; por lo tanto, considerando que un camión de 3 toneladas realiza un viaje por hora desde su zona de origen hasta el predio; y por cada viaje transporta alrededor de 10,000 plantas; resulta pues la necesidad de 417 horas de renta para realizar 417 viajes que puedan transportar las 4'163,680 plántulas que se requieren para el establecimiento de la regeneración natural; entonces, el transporte de las plantas hasta el predio tendría un costo total de \$250,200.00 (son doscientos cincuenta mil, doscientos pesos 00/100 M.N.).

Sembrado de las plantas. Una vez que se tienen las plantas en el predio se procede a la siembra de las mismas; para esta actividad se contratarían jornaleros (el promedio aproximado de siembra de un jornalero es de 120 plantas por jornal según experiencias previas en campo); cuyo costo por jornal en la zona (8 horas de trabajo), es de \$150.00 (son ciento cincuenta pesos M.N. 00/100); entonces, si consideramos que se requiere el sembrado de 4'163,680 plántulas para el establecimiento de la vegetación de regeneración, el número de jornales requeridos sería igual a 34,697 (120 plantas en cada jornal por 34,697 jornales= 4'163,640 plantas sembradas), y por lo tanto se tiene como resultado que las actividades de sembrado tendría un costo total de: \$5'204,550.00 (son cinco millones, doscientos cuatro mil, quinientos cincuenta pesos 00/100 M.N.).

Obtención de semillas. Como apoyo a las especies pioneras de regeneración natural se pretende también dispersar en la superficie de cambio de uso de suelo, un total de 4,000 kg de semillas como se mencionó anteriormente, los cuales tienen un costo de \$150.00 (son ciento cincuenta pesos M.N. 00/100) por kilogramo (precio de venta al mayoreo en los comercios locales); por lo que al hacer la multiplicación por el número de kilogramos requeridos, nos da un total de \$600,000.00 (son seiscientos mil pesos 00/100 M.N.).

Dispersión de semillas al voleo. La dispersión de semillas al voleo en la superficie de cambio de uso de suelo, requiere de la contratación de jornaleros, cuyo costo por jornal (8 horas de trabajo) es de \$150.00 como se mencionó anteriormente; con rendimiento estimado es de 10 kilogramos por jornal (según experiencias previas en campo); por lo tanto, se requiere de 400 jornales para la dispersión de los 4,000 kg de semillas (10 kg en cada jornal por 400 jornales= 4,000 kg), lo que nos da un costo total de \$60,000.00 (son sesenta mil pesos 00/100 M.N.) por éste concepto.

Costo total. En resumen, para sembrar el mismo número de plantas que se estima remover en la superficie de cambio de uso de suelo (vegetación de regeneración) se estima un costo total de: **\$26'933,150.00** (son veintiseis millones, novecientos treinta y tres mil, ciento cincuenta pesos 00/100 M.N.).

c) Protección

Es importante evitar afectaciones que impliquen la suspensión del proceso de restauración; una de estas variables controlables es la afectación por incendios forestales, por lo que se requiere definir los puntos críticos de los límites del predio y establecer brechas cortafuego permanentes; esta actividad no se contabiliza como costo inicial, ya que se parte del supuesto de que el predio se encuentra completamente desprovisto de vegetación y el mantenimiento durante los siguientes 15 años se podrá realizar cada 6 meses, lo cual implica un costo anual estimado de \$3,000.00 pesos anuales por cuestiones de protección (según experiencias previas en campo) y que en 15 años asciende a la cantidad de \$45,000.00 (son cuarenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.).

d) Mantenimiento

El costo de mantenimiento del sitio, implica diferentes conceptos ligados a los conceptos de restauración descritos en los apartados anteriores, como son: la obtención de plantas para reposición de plantas muertas; transporte; replante de las plantas que murieron en la plantación inicial; y el deshierbe de la superficie restaurada. Cabe mencionar que en el caso de la reposición de plantas muertas incluyendo todas las actividades involucradas, considera la reposición del 40% de las plantas sembradas en la plantación inicial.

Los costos estimados de mantenimiento se presentan en la siguiente tabla.

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO, MODALIDAD A
PARA EL CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES**

Actividad específica	Unidad de medida	Costo unitario (\$)	Cantidad requerida	Costo (\$)
Obtención de planta para reposición de plantas muertas	Planta	5.00	1'665,472	8'327,360
Transporte de planta para reposición de plantas muertas	Viaje	700.00	167	116,900
Replante de plantas que murieron en la plantación inicial	Jornal	150.00	13,879	2'081,850
Deshierbe	Hectárea	60,000.00	37.51	2'250,600
			Costo total	12'776,710.00

Observaciones:

- 1'665,472 plantas representa el 40% de la plantación inicial que es de 4'163,680 plantas.
- Un camión de volteo transporta 10,000 plantas en una hora de viaje, con costo de \$700.00 por hora de renta.
- Un jornalero siembra 120 plantas en un jornal de trabajo, con costo de \$150.00 por jornal trabajado.
- Se requiere deshierbar 37.51 hectáreas cada 6 meses durante dos años, con un costo de \$15,000.00 por hectárea deshierbada en la localidad.

En conclusión, el costo total por concepto de mantenimiento de la superficie restaurada con motivo del cambio de uso de suelo, asciende a la cantidad de **\$12'776,710.00** (son doce millones, setecientos setenta y seis mil, setecientos diez pesos 00/100 M.N.).

e) Asesoría técnica

Nuestros costos de asesoría técnica para realizar la restauración del sitio, asciende a la cantidad de \$50,000.00 (son cincuenta mil pesos M.N. 00/100) por este concepto en una superficie equivalente a 37.51 hectáreas de CUSTF.

f) Costo total de las actividades de restauración

CONCEPTO	COSTO (\$)
Restitución de la capa edáfica	37'706,700.00
Establecimiento de la vegetación de regeneración	26'933,150.00
Protección	45,000.00
Mantenimiento	12'776,710.00
Asesoría técnica	50,000.00
COSTO TOTAL	77'511,560.00

En resumen el costo total de las actividades tendientes a promover la recuperación, conservación y protección de una superficie de 37.51 ha en un plazo de hasta 15 años, de acuerdo con los cálculos citados en los numerales anteriores, asciende a la cantidad de **\$77'511,560.00** (son setenta y siete millones, quinientos once mil, quinientos sesenta pesos 00/100 M.N.).

CAPÍTULO 17: IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en el Documento Técnico Unificado, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

16.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Para la elaboración del presente estudio se utilizaron diversos equipos y materiales de última generación, para obtener resultados confiables y fidedignos, los cuales se enuncian a continuación:

16.1.1. Planos georreferenciados

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran éste estudio, se utilizaron los programas **Quantum GIS (1.6.0 “Copiapó”)** y **AutoCAD 2013**; con un escala en tiempo real, cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

16.1.2. Planos arquitectónicos

Los planos arquitectónicos que ilustran las áreas de aprovechamiento del proyecto, fueron realizados con base en el programa AutoCAD 2013.

16.1.3. Imágenes satelitales

Las imágenes presentadas en los diversos capítulos que integran éste estudio, particularmente las satelitales, fueron obtenidas de imágenes Landsat, Ortofotos y del programa Google Earth (2013), con coordenadas proyectadas en unidades UTM

(Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

16.1.4. Fotografías

Las fotos que enriquecen los textos descritos en el presente manifiesto, fueron tomadas a través de una cámara digital marca Nikon Coolpix L120, con una resolución máxima de 14.1 megapíxeles efectivos.

16.1.5. Imágenes gráficas

Las imágenes que se presentan en los capítulos de este estudio (no imágenes satelitales, ni fotografías), fueron tomadas directamente de la red de internet.

16.1.6. Coordenadas

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento, fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo Etrex. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana. Estas mismas coordenadas fueron corroboradas por medio del programa Quantum GIS (1.6.0 “Copiapó”).

16.2. BIBLIOGRAFÍA

- 16.2.1.** Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- 16.2.2.** Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- 16.2.3.** Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

- 16.2.4.** Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

- 16.2.5.** Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

- 16.2.6.** Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

- 16.2.7.** Diario Oficial de la Federación. 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- 16.2.8.** Diario Oficial de la Federación. 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

- 16.2.9.** Diario Oficial de la Federación. 2010. Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal que se indican y se asignan las atribuciones correspondientes en los servidores públicos que se señalan.

- 16.2.10.** Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

- 16.2.11.** Gaceta Oficial del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 2011. Caracterización Ambiental del Municipio de Benito Juárez.

- 16.2.12.** Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editorial Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.

- 16.2.13.** Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.

- 16.2.14.** Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- 16.2.15.** Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (<http://www.conabio.gob.mx> .México).
- 16.2.16.** Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.
- 16.2.17.** Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2014. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún 2014 - 2030.
- 16.2.18.** Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000. “Conservación del Recurso Agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales”.
- 16.2.19.** Ricardo O, Russo. 2009. Guía práctica para la medición de la captura de carbono en la biomasa forestal. Universidad Earth Unidad de carbono neutro.
- 16.2.20.** Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monrroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.

16.3. PÁGINAS ELECTRÓNICAS CONSULTADAS

- 16.3.1.** <http://www.conabio.gob.mx>
- 16.3.2.** <http://www.ine.gob.mx>
- 16.3.3.** <http://www.inegi.gob.mx>
- 16.3.4.** <http://www.semarnat.gob.mx>
- 16.3.5.** <http://www.conanp.gob.mx>
- 16.3.6.** <http://www.conafor.gob.mx>